

- 3 JUL. 2002

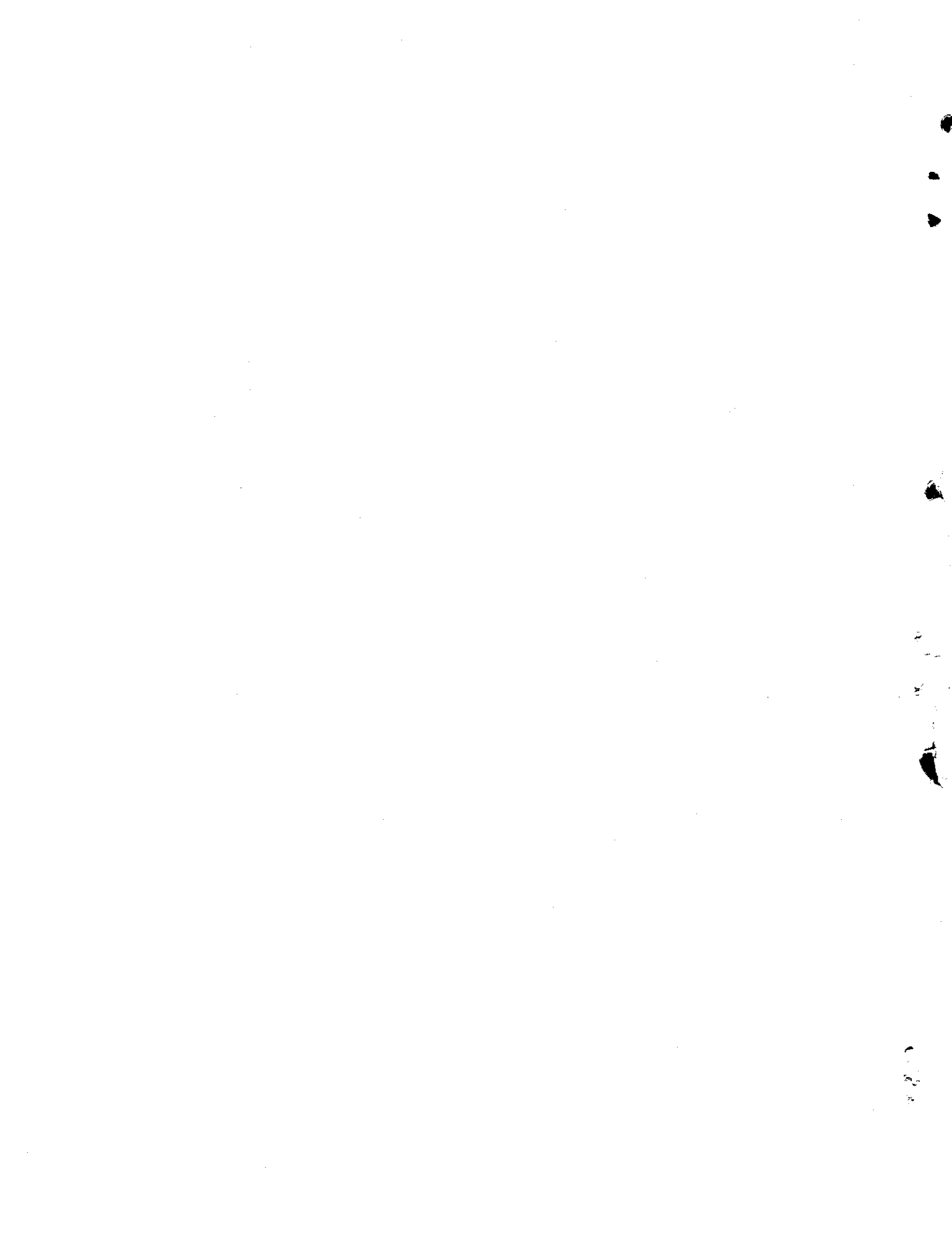
Curso Internacional

MANEJO INTEGRADO DE LAS PALOMILLAS (Lepidoptera: Gelechiidae) DE LA PAPA

Convenio ICA - CIP

Octubre, 1988

Bogotá, Colombia



CONTENIDO

	Página
Biología y ecología de la palomilla de la papa <u>Phthorimaea operculella</u> (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)	1
Aristóbulo López-Avila	
Control biológico de las palomilla de la papa (Lepidoptera: Gelechiidae) en Colombia .	11
Luis Valencia	
Introducción de parásitos para el control de las palomillas en Colombia.	17
Luis Valencia	
Avances en el control biológico de la palomilla del tubérculo de papa <u>Phthorimaea operculella</u> (Zeller).	20
José L. Páez Edgard González Luis Valencia Jesús E. Luque	
Producción masal de parasitoides bajo condiciones de laboratorio.	25
José A. Páez Edgard González Luis Valencia y Jesús E. Luque	
Seguimiento de poblaciones de campo de <u>Phthorimaea operculella</u> bajo diferentes condiciones ecológicas.	30
Luis Valencia	
Seguimiento de las poblaciones de campo de la palomilla de la papa <u>phthorimaea operculella</u> en Tiabaitatá (Bogotá-Colombia), y su importancia en un programa de manejo integrado.	34
Luis Valencia	

8957 p. 194

Documento sin editar. No se
autoriza su reproducción.
Los Organizadores del Curso.

	Página
Evaluación del <u>Baculovirus phthorimaea</u> VG en larvas de la polilla de papa <u>Phthorimaea operculella</u> (Zeller).	41
Luz E. Pérez Martha C. Puerta, Alex E. Bustillo y Alejandro Madrigal	
Reflexiones acerca del manejo de plagas en sistemas de producción.	63
Luis Valencia	
La comunicación en la investigación agrícola.	71
Hernán Rincón	
Clave para la Identificación de Larvas de las palomillas (Lepidoptera:Gelechiidae) de la papa.	90
Luis Valencia	
Estrategias de Control de las Polillas de la Papa dentro de un esquema de Control Integrado.	93
Fausto H. Cisneros	
Uso de Feromonas en el Manejo de las Palomillas de la Papa.	107
J. Alcázar	

BIOLOGIA Y ECOLOGIA DE LA PALOMILLA DE LA PAPA Phthorimaea operculella

(ZELLER) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)

A. López -Avila*

INTRODUCCION

Para el desarrollo de medidas de control eficientes y adecuadas y su integración dentro de un programa racional de manejo de las plagas en un cultivo, es necesario conocer aspectos básicos de los insectos relacionados con el cultivo, tanto plagas como enemigos naturales. La biología y ecología son dos de estos aspectos fundamentales. La determinación del tiempo que dura cada uno de los estados biológicos por los cuales pasa un insecto durante su desarrollo; el número de generaciones que presenta durante un año o período determinado; los hábitos y comportamiento de la especie tales como lugares donde transcurre cada estado, el tipo y forma de alimentación, la manera como se reproducen, la fertilidad y fecundidad de las hembras y la proporción de sexos, son aspectos de la biología de la especie.

* I.A., M.Sc., Ph.D. Programa de Entomología, ICA, Apartado Aéreo 151123 Eldorado, Bogotá, Colombia.

La ecología en sentido amplio estudia las relaciones de los organismos con su ambiente, y mediante estudios ecológicos específicos se establece el origen y la distribución de las especies, la influencia de los factores bióticos y abióticos sobre la especie y se precisa el efecto que sobre ella tiene cualquier variación de esos factores.

Los estudios biológicos y ecológicos se llevan a cabo mediante la observación directa de la especie bajo las condiciones normales en cada lugar donde vive y mediante experimentación, alterando o cambiando esas condiciones. Estos conocimientos son herramientas muy útiles en la evaluación y predicción de la población de una plaga en un cultivo y la elección de la medida de control más apropiada y el momento más oportuno de aplicación, lo cual constituye el plan de manejo de la plaga.

Los estudios biológicos y ecológicos de las palomillas de la papa que se presentan en este trabajo, son producto de la observación y experimentación adelantadas en Colombia durante los últimos años y la revisión de trabajos realizados en otros países. Especial énfasis se hace en la biología de Phthorimaea operculella, la especie más común y de mayor importancia económica.

ESPECIES, ORIGEN Y DISTRIBUCION

Las palomillas de la papa constituyen un complejo de plagas integrado por cuatro o cinco especies de microlepidópteros de la familia Gelechiidae, los cuales atacan diferentes estructuras de la planta. La Tabla 1

muestra las especies mas frecuentes en las áreas paperas de Lationamérica y su distribución mundial (Valencia, 1986).

La especie Eurysacca melanocampta (Meyrick) ha sido registrada recientemente como una nueva especie de palomilla de la papa (Povolny y Valencia, 1986), atacando este cultivo en la Sabana de Bogota (Colombia), anteriormente había sido registrada como plaga en quinua y papa en Perú.

Aunque algunas especies de palomillas de la papa han sido descritas basados en especímenes procedentes de diferentes partes del mundo, como el caso de S. plaesiosema, la cual fue descrita de especímenes de Australia, no hay razón para creer que ellas sean originarias de zonas diferentes al sitio de origen de la papa, así que es probable que todas las especies de palomillas de la papa sean originarias de los Andes Suramericanos y hayan sido dispersadas por el hombre en el mundo junto con el cultivo de la papa.

Según Valencia (1986), las especies de palomillas mas comunes pueden ser diferenciadas entre sí mediante tres criterios: Primero por el tipo de daño, segundo por el patrón de manchas en las alas de los adultos y tercero por la morfología de la genitalia masculina (Ver Fig. 1).

HABITOS Y DAÑO

El daño es causado por la larva que ataca diferentes estructuras de la planta como hojas, tallos y tubérculos, haciendo minas, túneles y galerías. S. absoluta ha sido reportada solo como plaga del follaje, mientras que las otras especies además atacan los tallos principales y

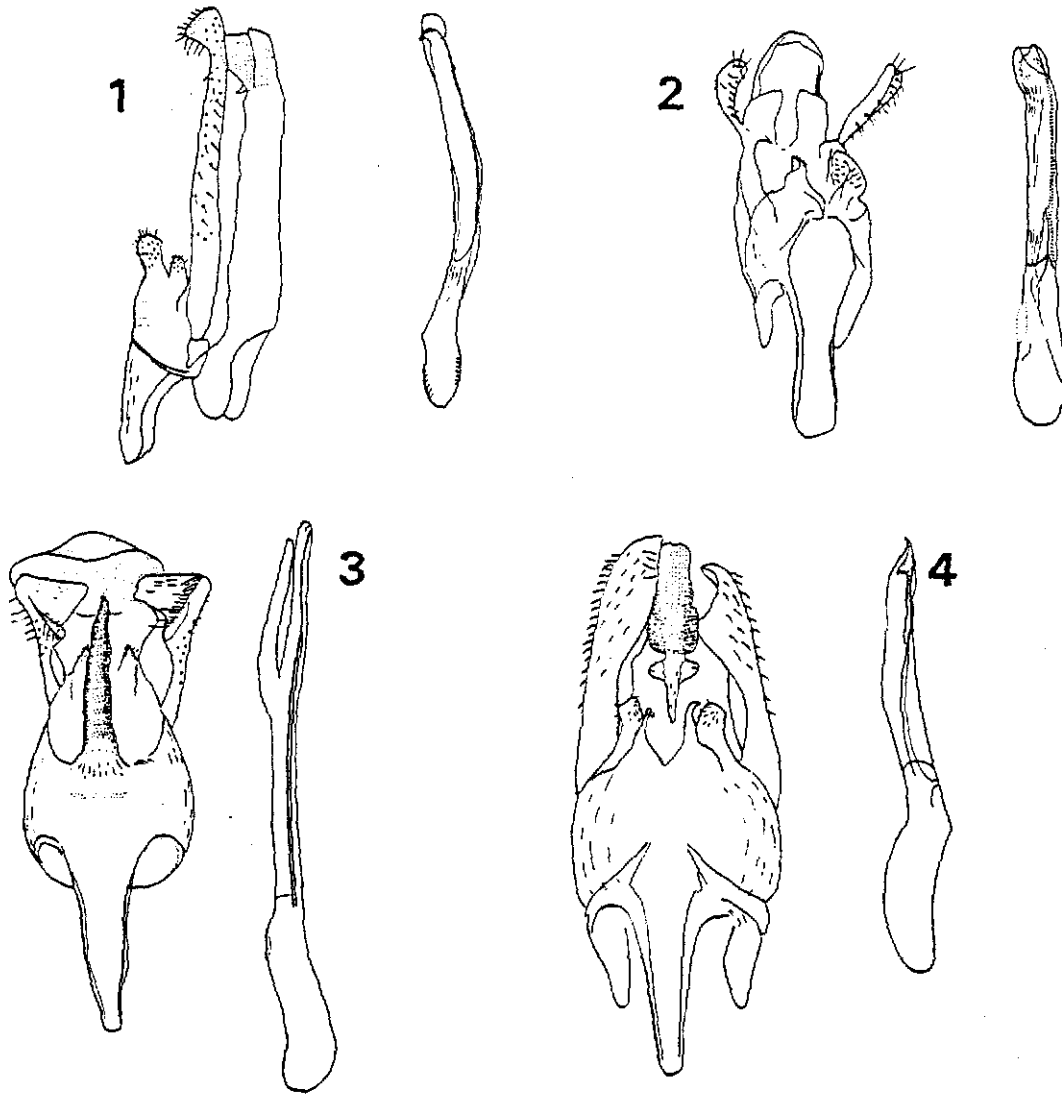


FIGURA 1. Genitalia del macho de cuatro especies de palomillas de la papa
(1) Phthorimaea operculella; (2) Scrobipalpula absoluta; (3)
Symmetrischema plaesiosema; y (4) Scrobipalopsis solanivora
(Tomado de Valencia 1986).

los tubérculos en el campo y en el almacenamiento (Calvache, 1981; Powolny, 1973; Valencia, 1986).

El daño en el follaje causa pérdidas en el tejido foliar y muerte de los puntos de crecimiento; los tallos barrenados se debilitan, se doblan o se rompen y la planta atacada se marchita y muere.

El daño realizado por la larva de la palomilla se diferencia del causado por otras plagas de la papa, por la acumulación de los excrementos en los extremos de las minas o galerías. En las hojas, el daño se diferencia de las minas del tostón o mosca minadora, ya que las larvas de éste no acumulan los excrementos sino que los deja esparcidos por toda la mina o laguna y no dobla las hojas. Por la misma razón, en los tubérculos se puede diferenciar el daño de las palomillas del causado por el gusano blanco o gorgojo de los Andes, ya que es fácil apreciar la acumulación de heces en las entradas de las galerías, dando la apariencia de aserrín, lo cual no sucede en los tubérculos atacados por gusano blanco.

Durante todo el período de un cultivo se pueden presentar los diferentes tipos de daño, ocasionado por varias generaciones de la plaga. La primera, en la época de la germinación y en este caso ataca las primeras hojas, los puntos de crecimiento o la semilla ha sido sembrada a una buena profundidad; el daño es serio si ataca los brotes y puntos de crecimiento, ya que puede llegar a impedir la germinación. Una segunda generación se presenta después del aporque cerca a la floración, en este momento, la planta presenta la máxima cantidad de follaje y si el ataque se restringe a las hojas, el daño no es significativo pero si la población de larvas es demasiado alta y ataca barrenando los tallos,

puede llegar a ocasionar secamiento del follaje con pérdidas en el rendimiento.

La tercera generación se presenta próxima a la cosecha y su ataque va dirigido contra los tubérculos, principalmente aquellos superficiales o destapados y la pérdida es tanto en peso como en calidad. De allí, la palomilla puede pasar a los lugares de almacenamiento y continuar el daño por varias generaciones dejando el producto completamente inutilizado, tanto para alimento como para semilla.

La plaga también puede continuar su ciclo en el campo, sobre los tubérculos abandonados, en las "toyas" que crecen en los lotes abandonados o sobre otras plantas hospederas.

CICLO DE VIDA

El ciclo de vida de la palomilla de la papa comprende cuatro estados: huevo, larva, pupa y adulto. La duración total del desarrollo, así como la de cada uno de los estados, varía de acuerdo a las condiciones ambientales, siendo la temperatura y humedad relativa los factores que mas influyen en ella. Varios autores han estudiado el ciclo de vida de P. operculella en diferentes condiciones (Graf, 1917; Santorini, 1971; Al-Ali, 1978). En Colombia, la biología de P. operculella ha sido amplamente estudiada durante la última década (López-Avila, 1981; Zarate, 1981; Benavides, 1984).

En condiciones de la Sabana de Bogotá el desarrollo total desde postura del huevo hasta la emergencia del adulto, dura entre 45 y 50 días.

La duración que se presenta en este trabajo para cada uno de los estados corresponde a un rango de temperaturas entre 13 y 28° C, teniendo en cuenta que la duración del desarrollo está correlacionada inversamente con la temperatura.

HUEVO.- Es de forma ovalada; mide 0,45 mm de largo por 0,33 mm de ancho; presenta una superficie lisa y un color blanco aperlado recién puesto, el cual se torna amarillo a medida que transcurre el período de incubación.

Por lo general, los huevos son depositados individualmente, pero en algunos casos, sobre todo cuando son puestos en los ojos de los tubérculos, se pueden encontrar pequeños grupos. Son depositados en diversos lugares: en las hojas, tanto en el haz como en el envés, en los pecíolos, en los tallos, en los tubérculos cerca a los ojos o en grietas o excoraciones que se presenten en ellos y esto puede ocurrir en el campo o en el almacenamiento. También pueden ser depositados en las basuras, en los desechos o directamente sobre la tierra.

La duración del estado de huevo es de 5 a 9 días.

LARVA.- Una larva recién nacida mide aproximadamente 1 mm de longitud, y al completar su desarrollo alcanza hasta 12 mm. Tiene la cabeza y la placa protorácica de color marrón oscuro; los segmentos del cuerpo son bien diferenciados dando la apariencia de nudos; el color general del cuerpo varía de blanco a amarillo con manchas o sombras rosadas o verdosas en la superficie dorsal.

La larva es el estado que causa el daño y se puede localizar en las hojas, en los tallos o en los tubérculos. Dura de 15 a 30 días de acuerdo con la temperatura del lugar y pasa por cuatro instares. Al acercarse el final del último instar, abandona la galería y construye un capullo de seda de color grisáceo dentro del cual permanece como prepupa por unos dos días, al cabo de los cuales se transforma en pupa.

PUPA.- Es de color marrón claro casi amarillo y mide de 6 a 8 mm de largo. El estado transcurre dentro del capullo de seda construido por la larva y puede localizarse en diferentes sitios; sobre cualquier material vegetal seco en el suelo, sobre los tubérculos atacados tanto en el campo como en el almacenamiento, en las ranuras de las paredes y pisos de las bodegas o entre los empaques. Tiene una duración de 8 a 15 días, al cabo de los cuales emerge el adulto o polilla.

ADULTO.- Es una pequeña polilla de color pajizo, el cuerpo mide 10 mm de largo y presenta una envergadura alar de 12 a 15 mm; las alas anteriores son de color marrón grisáceo con pequeñas manchas oscuras y un borde angosto de pelos en el margen posterior y hacia la punta; las alas posteriores son de color blanco sucio y presentan un borde ancho de pelos.

Es fácil diferenciar en las palomillas la hembra del macho mediante la configuración del abdomen, en los machos es largo, delgado y presenta en el extremo caudal un mechón de pelos en forma de brocha, mientras que en las hembras el abdomen es robusto, de forma ovalada y en el extremo se puede observar parte de la genitalia. Otra diferencia, aunque menos evidente, se encuentra en el ala posterior; en la hembra, el frénulo

está compuesto por tres setas o pelos fuertes y el ala presenta un borde ancho de pelos o flecos en todo el rededor, mientras que en el macho el frénulo está formado por una sola seta y además el borde de flecos alrededor del ala, presenta un mechón en la parte anterior, el cual se extiende más o menos hasta la mitad de este margen.

Los adultos viven de 15 a 30 días, siendo un poco mayor el tiempo de vida de las hembras que el de los machos. Durante el día en el campo, se esconden bajo el follaje, los desechos, los terrones y en la bodega o entre las basuras, costales o en las paredes y pisos; durante la noche son activas y vuelan para copular o depositar los huevos. Una hembra ovípara de 100 a 150 huevos durante su vida, y presente un período de preoviposición aproximadamente de tres días.

La relación de sexos es aproximadamente 1:1, con muy poca variación según ha sido reportado en varios trabajos (Benavides, 1984).

Durante el período vegetativo del cultivo se pueden desarrollar tres generaciones y durante todo el año hasta ocho.

REFERENCIAS

- Al-Ali, A.A., 1978. Investigation on the biology of the potato tuber moth Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) en Iraq. Yearbook of Plant Protection Research (Iraq) v. 1, p. 4-26.
- Benavides-Rosero, M.A., 1984. Estudio biológico del Phthorimaea operculella (Zeller) y niveles de infestación en la zona papera de Boyacá. Bogotá, UN-ICA. 61 p. (Tesis Mag. Sci.).
- Calvache-Guerrero, H., 1981. Generalidades sobre la polilla de la papa Symmetrischema plaesiosema (Turner). En: Seminario: la palomilla de la papa. Bogotá, 4 Diciembre, 1981. Trabajos Presentados. Bogotá, SOCOLEN, p. 14-22.

Povolny, D., 1973. Scrobipalopsis solanivora sp. n.- A new pest of potato (Solanum tuberosum) from America. Acta Universitatis Agriculturae. Facultas Agronomica (Checoslovaquia) v. 21, p.123-146.

_____ ; Valencia, L., 1986. Una palomilla de papa nueva para Colombia. En: Valencia, L. ed. Control integrado de plagas de papa. Bogotá, CIP-ICA. p.33-35.

Valencia, L., 1986. Las palomillas de la papa (Lepidoptera: Gelechiidae). Identificación, distribución y control. En: Valencia, L. ed. Control integrado de plagas de papa. Bogotá, CIP-ICA. p. 33-35.

Zarate, M.G., 1981. Biología y control de la palomilla del tubérculo de la papa, Phthorimaea operculella (Zeller) en la zona centro de Boyacá. Tunja, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 110p. (Tesis Ing. Agr.).

CONTROL BIOLÓGICO DE LAS PALOMILLAS DE LA PAPA (Lepidoptera:Gelechiidae)
EN COLOMBIA

Dr. L. Valencia
Entomólogo CIP

Un aspecto prioritario en el inicio de un programa de manejo integrado de plagas, es el conocer y cuantificar la eficiencia de los controladores biológicos de las plagas que alcanzan el nivel de claves en un cultivo en particular. En el caso de las palomillas en Colombia, en donde Phthorimaea operculella (Zeller) es una plaga clave, en 1985 se inició una investigación que buscaba identificar y cuantificar el efecto de los enemigos naturales de esta especie y las otras incluidas en este complejo.

Para la evaluación del control biológico de las palomillas se sembró papas en un campo de media hectárea, por 3 estaciones consecutivas en un lote de la finca del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en Tibaitatá (Bogotá). En estos campos no se aplicó ningún insecticida a fin de favorecer la acción de los controladores biológicos. Cuando la población de las larvas que se encontraban atacando el follaje lo permitían, estas se colectaban en bolsas de papel con sus respectivas minas y eran trasladadas al laboratorio en donde se acondicionaban en envases plásticos de 29 x 14 x 9 cm. Estas cajas tenían una cama de arena lavada de 1 cm de espesor para facilitar el empupamiento de las larvas. Cuando se producía la emergencia de los adultos, se contó el número de ellos y también, el número de parasitoides emergidos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Después de 2 años de estudio, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 1. Para las condiciones alto-andinas de Colombia, los dos parasitoides actúan excelentemente regulando las poblaciones de Eurysacca melanocampta (Meryrick). La razón de este parasitismo tan bueno podría deberse al hábito de vida de la larva de E. melanocampta. Las larvas de esta especie por lo general doblan y unen con hilos de seda los bordes de un foliolo de la hoja de papa y allí se esconden la mayor parte del tiempo (Povolny y Valencia, 1986). El parasitismo de P. operculella fué siempre muy bajo y en el mejor de los casos este nunca pasó del 5%.

Los dos parasitoides son excelentes animales de laboratorio. Sin ninguna dificultad se reprodujeron y mantuvieron, en el laboratorio hasta por 5 generaciones usando larvas de P. operculella como hospedero.

Ambas especies parasitan larvas del primer y segundo estadio de las palomillas (Figs. 1 y 2). Bajo condiciones naturales el hecho que P. operculella actúa principalmente como un barrenador de brotes terminales o minador de hojas, le da muy poco tiempo a los parasitoides para que actúen. En este sentido la profundidad de los ojos de los tubérculos que se usan como substrato alimenticio de P. operculella, juegan un papel importante en la producción masal de estos parasitoides, ya que recientemente Flanders y Oatman (1987) han discutido la importancia del tamaño del ovipositor en el éxito para colonizar larvas de P. operculella por varios parasitoides nativos de esta especie en California. En zonas más bajas en Colombia, A. gelechidiivoris es un

TABLA No. 1

PARASITOIDES NATIVOS DE LAS PALOMILLAS DE LA PAPA EN TIBAITATA Y TOCA
(COLOMBIA)

PARASITOIDE	HOSPEDERO	% DE PARASITISMO
<u>Apanteles gelechidiivoris</u>	<u>P. operculella</u>	3%
Marsh (Hymenoptera: Braconidae)	<u>E. melanocampta</u>	35-50%
<u>Enytus</u> sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae)	<u>P. operculella</u>	2%
	<u>E. melanocampta</u>	10-30%

Se agradece a los Drs. P.M. Marsh y R.W. Carlson del Biosystematics and Beneficial Insect Institute de los Estados Unidos por la identificación de los parasitoides.

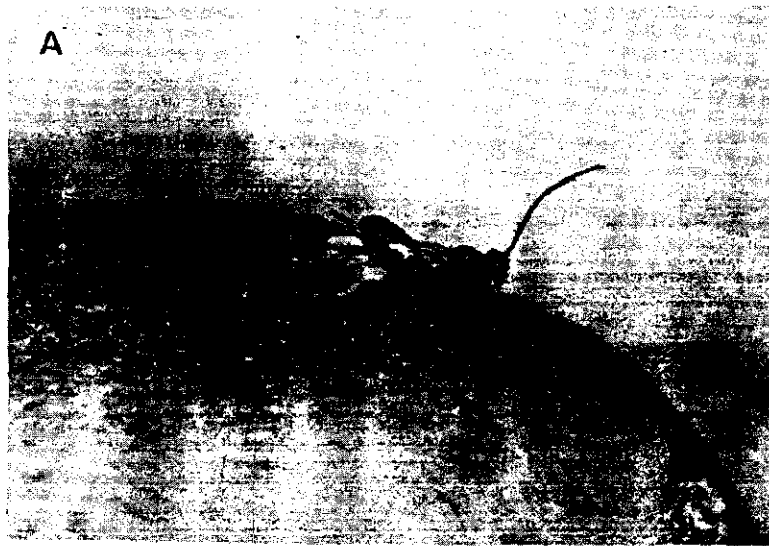


Figura 1.
Hembra adulta de A.- *Gelechidiivoris*. A.- En tubérculo de papa criolla buscando larvas de la palomilla. B.- Parasitando larva de la palomilla.

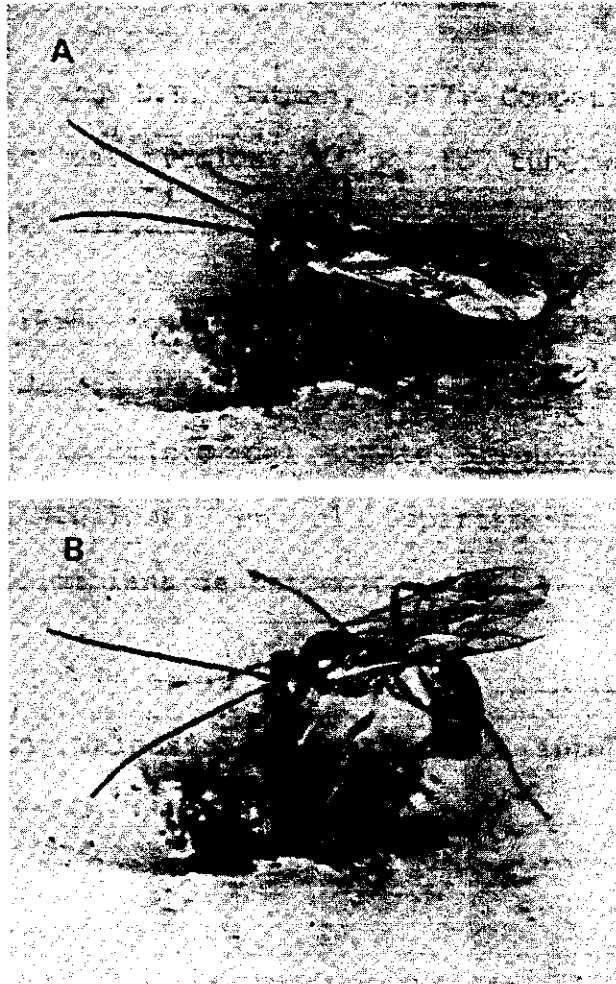


Figura 2.
Hembra adulta de *Enytus* sp. A.- En tubérculo de papa criolla buscando larvas de la palomilla. B.- Parasitando larva de la palomilla.

excelente parásito del cogollero del tomate Scrobipalpula absoluta (Meyrick), siendo responsable del control de mas del 70% de las larvas bajo condiciones de campo (Garcia, 1986).

REFERENCIAS

FLANDERS, R.F., and E.R. Oatman, 1987. Competitive interactions among endophagous parasitoids of potato tuberworm larvae in Southern California. *Hilgardia* 55(1): 1-34.

GARCIA, R.F., 1986. Manejo del "Gogollero del tomate", Scrobipalpula absoluta, en el Valle del Cauca. En: Seminario "Avances en el manejo del cogollero del tomate Scrobipalpula absoluta (Meyrick) (Lep., Gelechiidae) en el Departamento del Valle. Miscelánea Sociedad Colombiana de Entomología No. 4. Buga.

POVOLNY, D. y L. Valencia, 1986. Una palomilla de papa nueva para Colombia En: Valencia, L. ed. Control integrado de plagas de papa. Bogotá, CIP-ICA.

INTRODUCCION DE PARASITOS PARA EL CONTROL DE LAS PALOMILLAS EN COLOMBIA.

Dr. L. Valencia

Entomólogo del CIP

En enero de este año se introdujo a Colombia (del Perú), con la autorización oficial del ICA una colonia de la avispa parásita Copidosoma desantisi Annecke y Mynhardt, 1974 (=C. Koehleri). Esta avispa es un parasitoide primario de la palomilla del tubérculo de la papa, Phthorimaea operculella (Zeller), es poliembriónico, es decir que por cada huevo depositado por la hembra de esta especie se obtiene una F_1 , compuesta por varios individuos. C. desantisi parasita los huevos de P. operculella (Lámina 1a) y el efecto del parasitismo solo se nota cuando la larva de la palomilla abandona el tubérculo y baja a empupar. En lugar de formarse la típica pupa de la palomilla se forma una momia la que contiene un número variable de individuos del parasitoide (Lámina 1b).

Este parasitoide fué introducido exitosamente en Australia (Callan, 1974) en donde los niveles de parasitismo en campo, especialmente en las zonas calientes y secas de Queensland y en Western Australia en donde el parasitismo por esta especie varía entre 26 y 65% (Briese, 1981). C. desantisi también fué introducido exitosamente en Zambia (Cruickshank y Ahmed, 1973) y en Sur Africa (Whiteside, 1980).



Lámina 1.- a) Hembra de Copidosoma desantisi parasitando huevos de Phthorimaea operculella. b) Momias de P. operculella mostrando las celdas de las larvas de C. desantisi.

REFERENCIAS

- BRIESE, D.T., 1981. The incidence of parasitism and disease in field populations of the potato moth Phthorimaea operculella (Zeller) in Australia, J. Aust. ent. Soc. 20:319-326.
- CALLAN, E. McC., 1974, Changing status of parasites of potato tuber moth Phthorimaea operculella (Lepidoptera: Gelechiidae) in Australia. Entomophaga 19:97-101.
- CRUICKSHANK, S., and F. Ahmed, 1973. Biological control of potato tuber moth Phthorimaea operculella (Zeller) (Lep.:Gelechiidae) in Zambia. Tech Bull. No. 16. Commonwealth Institute of Biological Control.
- WHITESIDE, E.F., 1980. Biological control of the potato tuber moth (Phthorimaea operculella) in South Africa by two introduced parasites (Copidosoma Koehleri and Apanteles subandinus). J. ent. Soc. Sth. Afr. 93(2):239-255.

AVANCES EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE LA PALOMILLA DEL TUBERCULO DE PAPA,
Phthorimaea operculella (Zeller).

José L. Páez (1)

Edgard González (1)

Luis Valencia y (2)

Jesús E. Luque (3)

Como parte del convenio ICA-CIP y con la activa participación de la Universidad Nacional, se introdujo del Perú a comienzos de 1988 la especie Copidosoma desantisi (Anneke & Mynhardt) para el control de la palomilla Phthorimaea operculella (Zeller). Después de un período de observación durante 2 generaciones del parasitoide, bajo condiciones de laboratorio, se inició la producción masal y la liberación de este en campos de papa de la finca del ICA en Tibaitatá y en Toca (Boyacá). Las cantidades y las fechas de liberación se muestran en las Tablas 1 y 2. Los resultados preliminares obtenidos hasta ahora demuestran que este parasitoide se puede adaptar bien a las condiciones de Tibaitatá. De 9450 adultos liberados, en las últimas 3 colectas de larvas de palomilla del campo para verificar el parasitismo bajo condiciones de campo, demuestran aproximadamente un 30% de parasitismo (Fig.1).

(1) Estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

(2) Entomólogo del CIP.

(3) Profesor de Entomología de la Universidad Nacional, Bogotá.

TABLA No. 1

**LIBERACIONES DE *Copidosoma desantisi*
EFECTUADAS EN DOS LOCALIDADES DE
COLOMBIA**

Localidades	No. de individuos
Toca (Bogacá)	51,300
Tibaitatá (Cundinamarca)	9,450

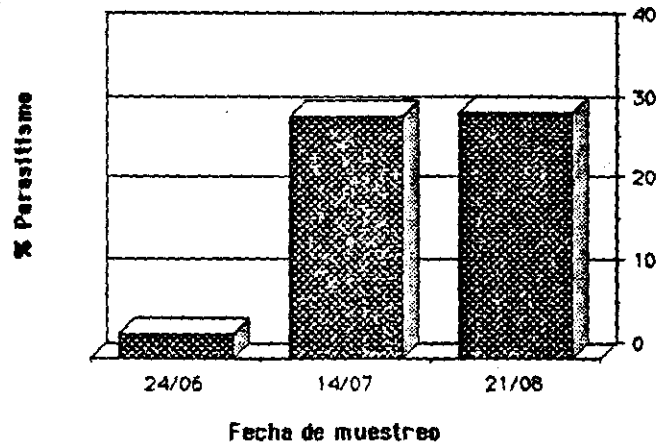
TABLA No. 2

**LIBERACIONES DE Copidosoma desantisi
EFECTUADAS EN EL CDI DEL ICA EN
TIBAITATA**

Fecha de liberación	No. de individuos
24/05/88	2,700
28/05/88	2,700
01/07/88	1,350
08/07/88	2,700

Figura 1.-

**PARASITISMO DE *Phthorimaea operculella*
CAUSADO POR *Copidosoma desantisi***



Es interesante destacar en esta parte, que en el campo que se hicieron las liberaciones (lote 5 del CNI del ICA en Tibaitatá) no se aplicó ningún pesticida a fin de favorecer el establecimiento del parasitoide. Los resultados obtenidos hasta ahora son estimulantes y pueden permitir en un futuro cercano el total establecimiento de esta especie. La experiencia obtenida en Toca (Boyacá) es bastante instructiva, ya que las liberaciones realizadas fueron hechas en almacenes y en campos de papa en donde el control químico con pesticidas fué muy intenso (un promedio de 1 aplicación por semana de mezclas de fungicidas e insecticidas). Parecería que ésta es una de las razones de mayor peso para que hasta la fecha el parasitoide no se haya recuperado en 7 diferentes muestreos de larvas de palomilla.

PRODUCCION MASAL DE PARASITOIDES BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO

José A. Pães (1)
Edgard González (1)
Dr Luis Valencia (2)
Dr Jesús E. Luque (3)

Después de la introducción en Colombia del parasitoide Copidosoma desantisi (Annecke & Mynhardt) para mejorar el control natural de la palomilla del tubérculo de papa Phthorimaea operculella (Zeller), se inició un proyecto especial que servirá para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, a los dos primeros autores del presente artículo. Este proyecto considera la producción masal y liberación de C. desantisi en algunas áreas paperas de Colombia, estudiando simultáneamente la biología, la adaptación y capacidad de búsqueda de esta especie.

La producción masal del parasitoide se inició con material de la tercera generación producida en el laboratorio de Entomología del CIP, en Tibaitatá. Inicialmente, se amplió el pie de cría de P. operculella para disponer del hospedero en cantidades suficientes. A continuación se describe brevemente la metodología seguida en la producción masal del parasitoide.

-
- (1) Estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
 - (2) Entomólogo del CIP
 - (3) Profesor de Entomología de la Universidad Nacional, Bogotá

Los adultos de la palomilla se obtienen directamente de las cámaras de crianza (29 x 14 x 8 cm) (Fig. 1), en donde se ubica una capa de arena lavada de 1 cm de espesor la que es usada por las larvas como substrato de empupamiento. En estas cajas se acondicionan tubérculos de papa Criolla (aproximadamente 1.5 Kg), los que son usados por las larvas como substrato alimenticio. Los adultos de la palomilla son trasvasados a frascos de vidrio de 12 cm de longitud y 6 cm de diámetro en la boca (Fig. 2a) aprovechando la atracción de los adultos por la luz (es conveniente hacer esta operación cerca de una ventana). Se ubican aproximadamente 50 adultos por frasco. Los frascos de vidrio se tapan con cuidado, a fin de evitar el escape de los adultos, con una tela de algodón que posee un poro de aproximadamente 0.5 mm^2 , a través de los cuales las hembras introducen su ovipositor y dejan los huevos pegados a un disco de papel de filtro que se ubica encima de la tela, desde el exterior. Generalmente usando este arreglo con adultos de 24 h de edad se obtienen entre 600 y 1500 huevos por frasco y por noche.

Los huevos adheridos a los discos de papel de filtro se ubican en el interior de un frasco de 16 cm de largo y 2.5 cm de diámetro en la boca (Fig. 2b). Previamente a la introducción de los discos de papel con los huevos, se aplican gotas de una solución de miel de abejas diluida en agua (50%), en las paredes internas del frasco. Esta solución servirá de alimento a los adultos de C. desantisi. En cada frasco se liberan aproximadamente 300 adultos de C. desantisi y allí permanecen a temperatura ambiente por 4 días para finalmente, cuando los huevos están próximos a eclosionar, pasarlos a las cajas de crianza en donde pasarán el estado larval hasta el empupamiento.

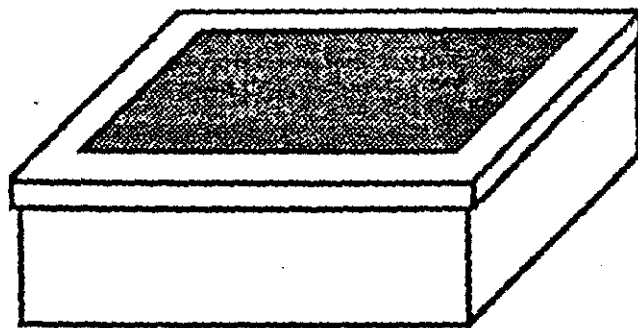


Fig. 1.- Cámara de crianza de larvas de la palomilla P. operculella en tubérculos de papa Criolla.

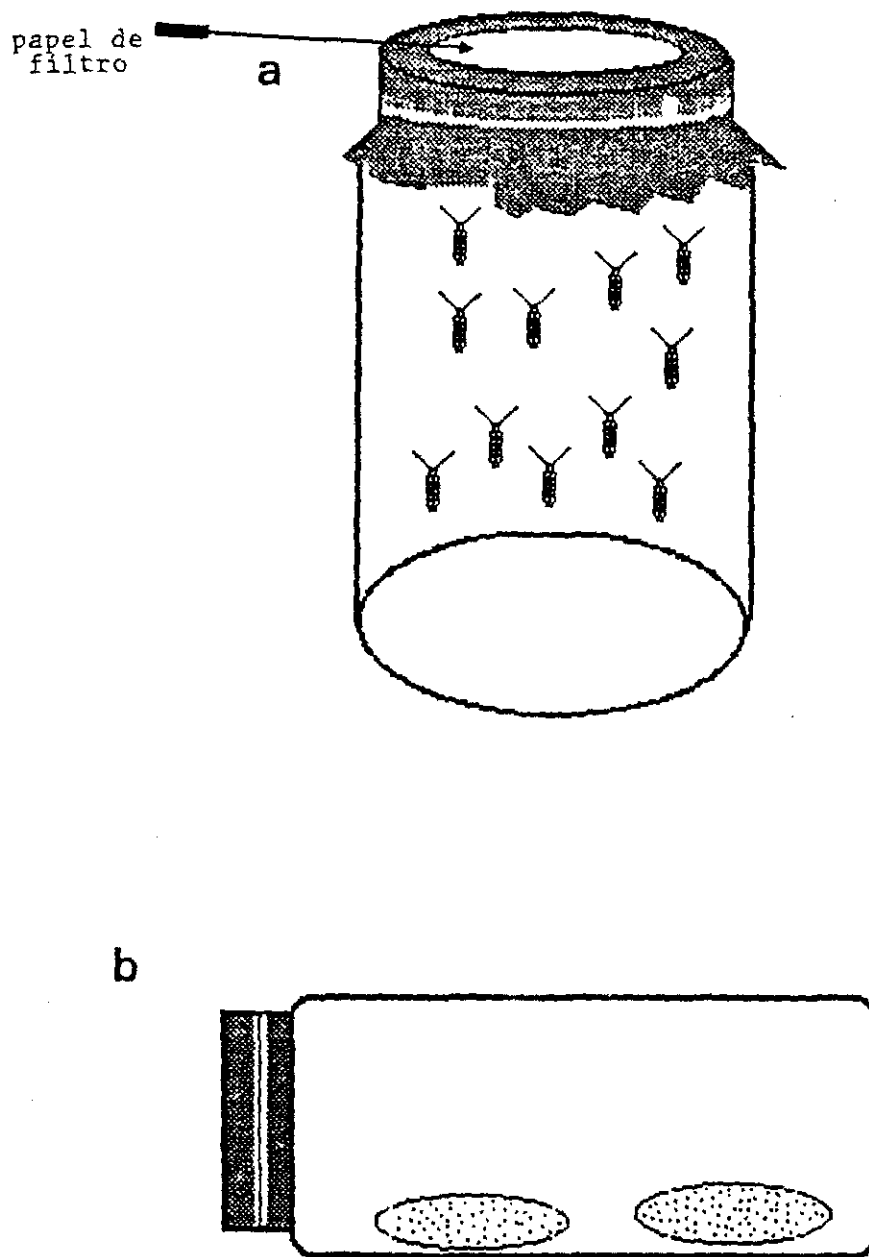


Fig. 2.- a) Frasco de obtención de huevos de la palomilla P. operculella y
b) Frasco para parasitar huevos de P. operculella por C. desantisi.

En el laboratorio (temp X $26 \pm 2^{\circ}\text{C.}$), al cabo de 3 semanas se extraen los cocones de la palomilla y se tratan con una solución de hipoclorito de sodio al 5%, para destruir la seda de los cocones, durante un minuto y finalmente se lavan con abundante agua de tubería. Las momias parasitadas se cuentan y almacenan en discos de petri y quedan listas para su liberación o para proseguir con el ciclo del parasitoide.

Una vez en este estado, se repite todo el proceso. Con instalaciones sencillas se produce mensualmente en el laboratorio 20,000 adultos de C. desantisi para su liberación en campo.

SEGUIMIENTO DE POBLACIONES DE CAMPO DE Phthorimaea operculella BAJO
DIFERENTES CONDICIONES ECOLOGICAS

Dr. L. Valencia

Entomólogo del CIP

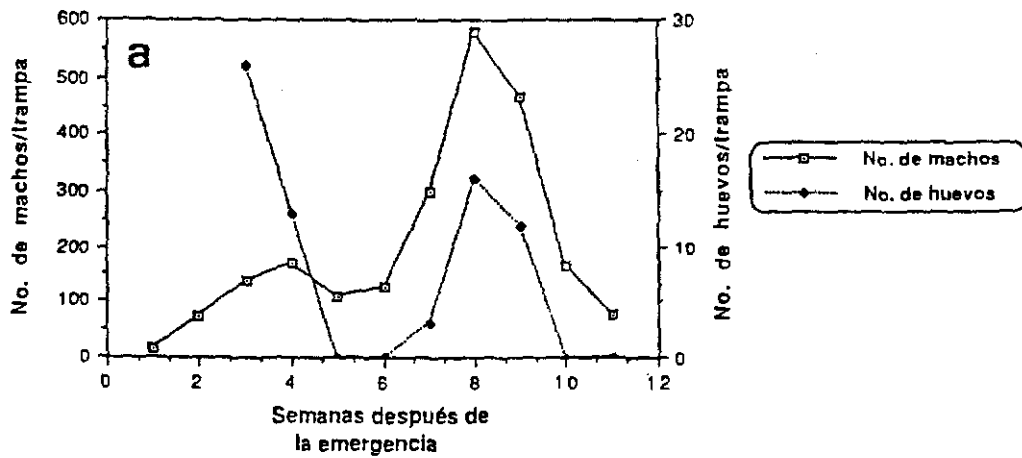
El cultivo de papa que es oriundo de los Andes Suramericanos en la actualidad se cultiva en diferentes regiones del mundo. En algunos países de Suramérica, como es el caso de Colombia se cultiva la papa a través de todo el año, mientras que en otras regiones, como es el caso de la costa central del Perú y la parte sur este del estado de Queensland en Australia, solo se cultiva papas durante los meses fríos del invierno del hemisferio sur. Estas características ecológicas bajo las cuales se practica el cultivo influyen bastante en la fluctuación de las poblaciones de los insectos plagas. Para las condiciones de Colombia, insectos como la palomilla Phthorimaea operculella (Zeller), producen generaciones sucesivas al contar durante todo el año con una de sus principales plantas hospederas, la papa. Sin embargo, en Perú y Australia, la actividad de vuelo de los machos muestra patrones más definidos que incluso los picos poblaciones de los machos coinciden a través del tiempo, haciendo muy fácil el manejo de las poblaciones de campo de esta plaga (Valencia, 1983).

De acuerdo a las observaciones realizadas en Colombia durante 3 años (ver pag. de este volumen), el estudio comparativo de los patrones de vuelo permiten hacer algunas generalizaciones. En todas las localidades mencionadas en este artículo se utilizaron las trampas de agua diseñadas

CIENCIA AGRICOLA DE COLOMBIA

originalmente por Bacon et al. (1976), y las lecturas se efectuaron semanalmente. De acuerdo a los resultados obtenidos en Australia (Valencia, 1983) y que se muestran en la Fig. 1, generalmente se producen dos picos poblacionales de los machos de la palomilla a través de todo el ciclo del cultivo. En la Fig. 1a, utilizando una trampa especialmente diseñada para coleccionar huevos de palomilla directamente del campo (Valencia, 1981), se observa que los picos poblacionales de los machos coinciden con los picos de huevos. Este hecho está demostrando que cuando se hace el seguimiento de los machos con la feromona sexual, indirectamente se está midiendo la actividad de oviposición de las hembras (Valencia, 1981). En la Fig. 1b, en donde se considera el número de larvas por planta, el pico poblacional de larvas está en medio de los picos de los adultos, siendo por consiguiente la F_1 del primer pico de adultos y son a la vez, los que generan el segundo pico poblacional de los adultos. Realmente, ya que el objetivo del cultivo es la producción de tubérculos, el pico de huevos de la novena semana (Fig. 1a) es el que debería preocupar al entomólogo, ya que estos huevos generarán las larvas que causarán el daño a los tubérculos. Se debe de considerar esta información como importante, sin olvidar que el patrón descrito por los diferentes estados del insecto están tremendamente influenciadas por factores meteorológicos tales como la sequía y las lluvias. Si este período coincide con una sequía prolongada, se debería mejorar el aporque del campo y si es posible aplicar un riego. La última opción debería ser la aplicación de un insecticida. Esta debe hacerse considerando el efecto residual del producto, a fin de no producir residuos tóxicos en los tubérculos al momento de la cosecha.

RELACION ENTRE LOS ADULTOS MACHOS Y LA OVIPOSICION DE LAS HEMBRAS DE LA PALOMILLA



RELACION ENTRE LOS ADULTOS Y LAS LARVAS DE LA PALOMILLA (Gatton, Queensland, Australia)

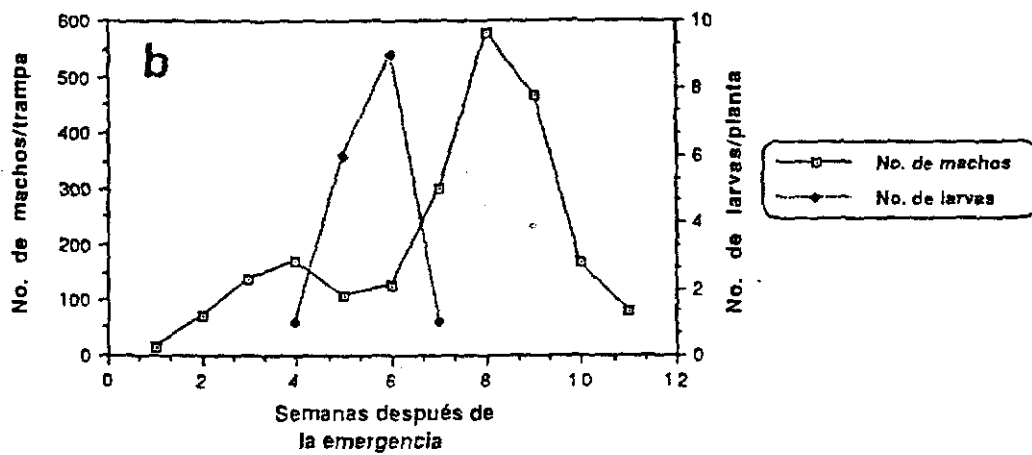


FIGURA 1.-

REFERENCIAS

BACON, O.G., J.N. Seiber, and G.G. Kennedy, 1976. Evaluation of survey trapping techniques for potato tuberworm moth with chemical baited traps. J.Econ. Entomol. 69:569-572.

VALENCIA, L., 1981. An egg trap to monitor ovipositional activity of the potato moth Phthorimaea operculella (Zeller). (Lepidoptera: Gelechiidae). J. Aust. Entomol. Soc. 10:166.

_____, 1983. Interactions between the potato moth (Phthorimaea operculella (Zeller)) and its main host the potato (Solanum tuberosum L.) in laboratory and field. Ph.D. thesis University of Queensland, Australia. 283 p.

SEGUIMIENTO DE LAS POBLACIONES DE CAMPO DE LA PALOMILLA DE LA PAPA

Phthorimaea operculella EN TIBAITATA (Bogotá-Colombia), Y SU

IMPORTANCIA EN UN PROGRAMA DE MANEJO INTEGRADO

Dr. Luis Valencia
Entomólogo del CIP
ICA - Tibaitatá

La palomilla de la papa Phthorimaea operculella (Zeller) alcanzó niveles de plaga clave en algunas áreas paperas de Colombia, desde comienzos de la presente década. Desde entonces, las poblaciones de campo de esta plaga han estado fuertemente relacionadas a períodos de sequía prolongados en las zonas altas del país. El daño producido por el insecto se presenta tanto en el campo, en donde las larvas minan el follaje de las plantas de papa, como en el almacén donde las galerías hechas por las larvas destruyen totalmente el valor comercial de los tubérculos. El control de la plaga está basado principalmente en el uso de insecticidas, los cuales se aplican sin el uso de marcos de referencia tales como el tamaño de la población que está causando el daño, expresado en el número de larvas por planta o conociendo el número de tubérculos dañados en el almacén, etc. Esta información solo se puede obtener a través de muestreos secuenciales en un campo en particular o con la ayuda de las trampas de agua cebadas con la feromona sexual de esta especie.

En este artículo se presentan resultados experimentales obtenidos en campos de papa del CNI (Centro Nacional de Investigaciones) del ICA en Tibaitatá durante los últimos 3 años.

Trampas de Agua

Las trampas de agua utilizadas en esta investigación fueron parecidas a las utilizadas por Bacon et al. (1976). Los componentes de la trampa fueron un platón plástico de 20.5 cm de diámetro y una altura de 5.5 cm, y un componente metálico de la forma que se indica en la fig. 1, de cuyo centro se fijaba un receptáculo de caucho impregnado con los dos componentes de la feromona sexual el diene ((E,Z)-4,7-tridecadienyl acetate) y el triene ((E,Z,Z)-4,7,10-tridecatrienyl acetate), en la proporción 1:1.

El platón se llenó con agua jabonosa hasta una altura de 1 cm de su borde superior. Se utilizaron dos trampas en campos de papa de aproximadamente una hectárea en los años 1985, 1987 y 1988. Las trampas fueron ubicadas sobre el surco dentro del campo de papas, con sus aperturas en posición perpendicular al eje del surco. Las trampas estuvieron distanciadas entre ellos 30 m aproximadamente. Las lecturas de los adultos capturados en las trampas se hizo una vez por semana y en cada lectura se cambió la posición de la trampa dentro del campo de papas.

Control biológico

Para el estudio de controladores biológicos de la palomilla de la papa se colectaron larvas de esta especie de campos de papa en donde no se aplicaba ninguna clase de pesticidas. Las larvas en las hojas de papa fueron instaladas en el laboratorio en cajas de plástico de 29x14x9 cm. Las cajas de plástico tenían una cama de arena lavada de 1 cm de espesor para facilitar el empupamiento de las larvas. Cuando se produjo la emergencia de los adultos, se contó el número

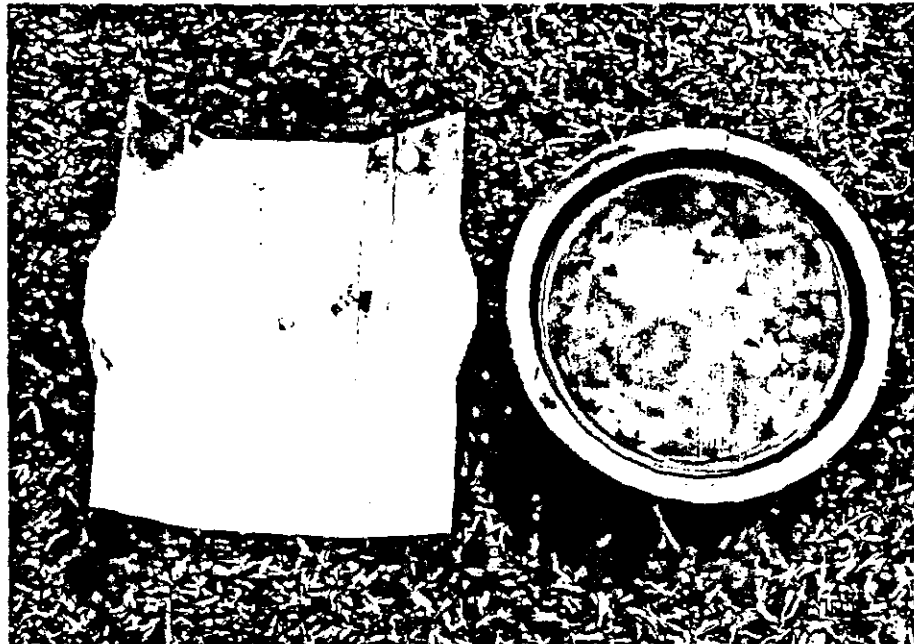


Fig. 1.- Trampa de agua cebada con la feromona sexual de P. operculella mostrando sus dos componentes y adultos capturados en un día.

de ellos y también el número de parásitos emergidos. La evaluación de controladores biológicos se efectuó durante 2 años consecutivos.

Resultados y discusión

Los resultados de los seguimientos de las poblaciones de campo de la palomilla en Tibaitatá durante 3 estaciones de cultivo diferentes se muestran en la Fig. 2. Se nota que el tamaño de las poblaciones de campo han incrementado desde el año 1985 a la fecha. El año 1985 la máxima captura por trampa fué de 1235 adultos, en el año de 1987 fué de 2630 y en 1988 fué de 6632 adultos. Este incremento progresivo de las poblaciones de campo del insecto refleja claramente que el potencial de reproducción de la especie es superior al efecto detrimental causado por factores bióticos y abióticos existentes en la actualidad en la zona de Tibaitatá. Entre los factores bióticos que regulan la población natural de la palomilla, de los muestreos realizados durante 2 años consecutivos se encontraron dos parasitoides. Apanteles gelechidiivoris Marsh (Hymenoptera: Braconidae) y Enytus sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae). Ambas especies parasitan las larvas de primeros estadios de la palomilla. Las dos especies son fáciles de criar en el laboratorio y en Tibaitatá se reprodujeron hasta por 5 generaciones. Lamentablemente el efecto de estos 2 parasitoides nativos en el mejor de los casos nunca pasó de 5% de parasitismo bajo condiciones de campo. Entre los factores abióticos el agua de lluvias es quizá el que mayores estragos produce en las poblaciones de campo de esta plaga. Las lluvias en los últimos años se han mostrado muy irregulares en las zonas paperas de

FLUCTUACION DE LA POBLACION DE MACHOS DE *Phthorimaea operculella* (ZELLER)

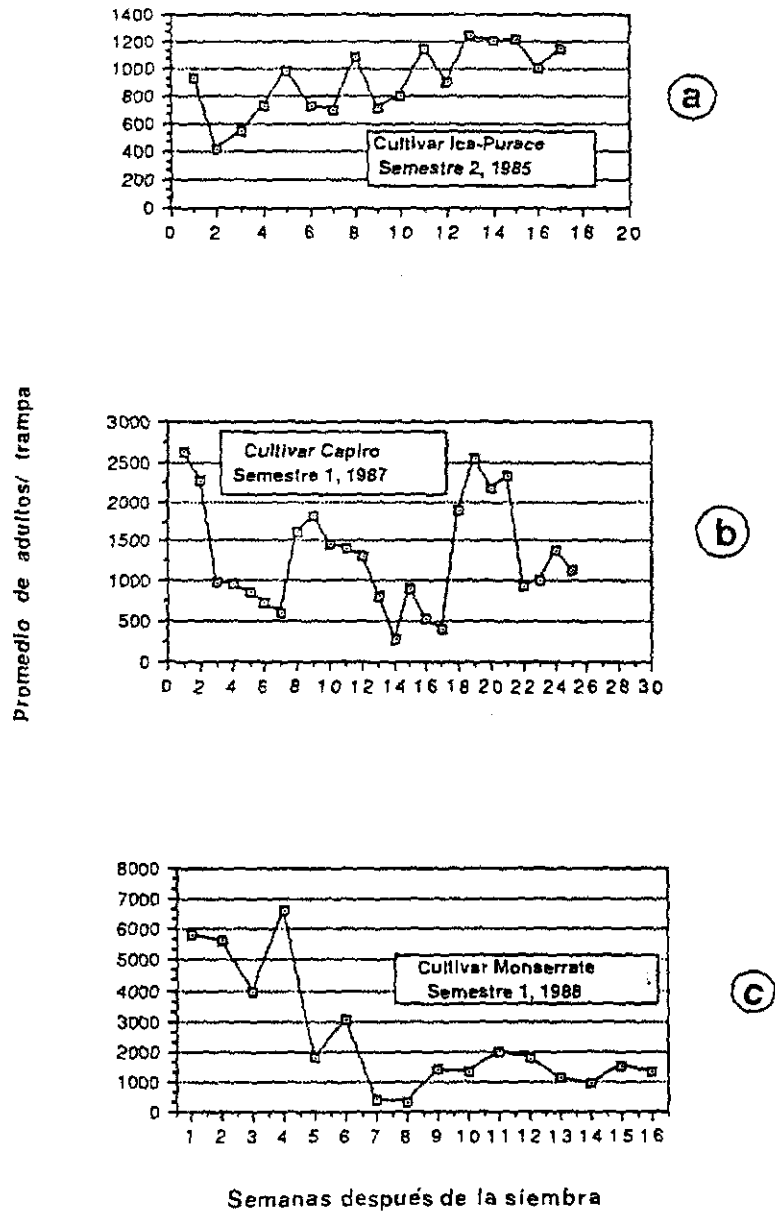


FIGURA 2.

Colombia, a esto habría que sumar el hecho de que en Colombia, como en muy pocos otros lugares del mundo, el insecto tiene a su planta hospedera, la papa, disponible a través de todo el año, lo que le permite mantener poblaciones potencialmente peligrosas que ponen al cultivo de papas en una situación muy delicada.

Otro hecho que también se observa en la Fig. 2, es la falta de un patrón definido en la actividad de vuelo de esta plaga, a través de todo el ciclo del cultivo. Al no existir patrones definidos en la actividad de vuelo de los machos de la palomilla, la mejor medida a implementar sería la de efectuar el seguimiento de poblaciones locales con las trampas de agua cebadas con la feromona por parte de los agricultores interesados. Las feromonas se pueden conseguir del programa de tuberosas del ICA en Tibaitatá.

Otra información importante proporcionada por las trampas con feromonas que se debe considerar en la toma de decisiones para la aplicación de un insecticida, es el tamaño del pico poblacional que se produjo en la semana 19 (Fig. 2b) y en la semana 11 (Fig. 2c). Estos picos poblacionales por lo general corresponden a una generación de palomillas desarrolladas alimentándose del follaje de las plantas de papa dentro del mismo campo, y son potencialmente muy peligrosas si es que se considera que son estos adultos los que van a generar las larvas que causan daños a los tubérculos. Este hecho se magnifica aún más en papales con suelos arenosos y muy bajo contenido de materia orgánica, en donde la humedad se pierde rápidamente por acción de la gravedad. En suelos arenosos secos se ha encontrado que las larvas de P. operculella de primer estadio pueden descender hasta

12.5 cm para alcanzar los tubérculos de papa (Mahajan y Mogal, 1978). Esta quizá es una de las razones por las que la palomilla es muy prevalente afectando los tubérculos en el campo en la zona de Toca (Tunja, Boyacá).

Las feromonas son en la actualidad el mejor elemento para el seguimiento de las poblaciones de campo de la palomilla. En la experiencia del CIP, se ha encontrado que inclusive pueden actuar como un factor de control dependiendo los resultados del tamaño de la población del insecto con la que se está trabajando.

En el CIP en Tibaitatá se está trabajando con otros componentes del manejo integrado que se publicarán pronto.

REFERENCIAS

- Bacon, O.G., J.N. Seiber and G.G. Kennedy, 1976. Evaluation of survey trapping techniques for potato tuberworm moth with chemical baited traps. J.Econ. Entomol. 69: 569-572.
- Mahajan, S.V. and B.H. Mogal, 1978. Entrance of first instar larvae of potato tuber moth, Gnorimoschema operculella Zell. through soil layers. Indian J. Entomol. 39: 184-185.

27255

EVALUACION DEL Baculovirus Phthorimaea VG EN LARVAS DE LA POLILLA DE LA PAPA Phthorimaea operculella (ZELLER)

Luz E. Pérez¹, Martha C. Puerta¹

Alex E. Bustillo² y Alejandro Madrigal³

1. INTRODUCCION

La polilla de la papa Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) es una plaga cosmopolita de la papa, el tabaco y otras solanáceas de importancia económica, así como de especies de esta familia.

El insecto se ha registrado atacando cultivos de papa de diferentes zonas del país tanto bajo condiciones de campo como en almacenamiento. Actualmente el manejo de esta plaga se basa en diferentes medidas de control. Lo mas frecuente es el uso de insecticidas químicos, que aunque efectivos en parte, originan problemas de residuos tóxicos, riesgos para la salud humana y desequilibrios ecológicos en el medio ambiente. También se implementan labores culturales que van desde la correcta preparación del suelo hasta la destrucción de material atacado por la polilla. A estos programas se hace necesario incluir métodos de control biológico que armonicen con estas medidas como es el caso de enfermedades virosas.

1 I.A. Universidad Nacional, Apartado Aéreo 568 Medellín.
2 Sección Entomología ICA, "Tulio Ospina", Apartado Aéreo 51764 Medellín.
3 Sección Entomología Universidad Nacional, Apartado Aéreo 568 Medellín.

En esta investigación se evaluó el virus granuloso Baculovirus phthorimaea que ha demostrado ser patogénico a larvas de la polilla de la papa en diferentes partes del mundo. Para lo cual se hizo necesario obtener información básica sobre la biología y cría masiva de la polilla bajo las condiciones ambientales de la Estación Experimental "Tulio Ospina". La evaluación del virus incluyó la determinación de porcentajes de mortalidad de larvas de diferentes concentraciones del virus, concentración letal media (CL_{50}) y tiempo letal medio (TL_{50}). Por último se evaluó la susceptibilidad al virus de dos poblaciones de la polilla procedentes de Antioquia y Cundinamarca.

2. REVISION DE LITERATURA

Phthorimaea operculella es de hábitos nocturnos, en climas cálidos coloca los huevos en el suelo cerca de la base de las plantas y en climas fríos en el tercio apical de las plantas de papa (Valencia 1985). En el follaje depositan los huevos preferiblemente en el haz de las hojas terminales. Algunas larvas pueden minar tallos ocasionando la muerte de los terminales lo cual resulta en una reducción significativa de los rendimientos (Awate y Pokharkar 1976). Cuando los tubérculos quedan expuestos sobre o cerca de la superficie del suelo o visibles a través de grietas hechas en el suelo, la polilla puede ovipositar sobre ellos. Las larvas maduras, algunas veces, descienden de la planta y también invaden los tubérculos (Radcliffe 1982).

En los tubérculos se comporta como barrenador y puede presentarse en el campo sobre papas expuestas y bajo condiciones de almacenamiento (Saldarriaga 1978). Por la forma como la larva agrupa sus excrementos en

la parte superior de la mina puede diferenciarse claramente del daño causado por otros insectos (Raman 1980, Valencia 1985). López y Perry (1981), registran infestaciones altas en cultivos de menos de 90 días y anotan que relacionándolos con el ciclo vegetativo de la planta, pueden distinguirse tres ataques así: un primer ataque dirigido a hojas iniciales y puntos de crecimientos del tubérculo-semilla, si éste no ha sido bien cubierto. Un segundo ataque entre el aporque y la floración, el cual no afecta el rendimiento. Un tercer ataque próximo a la cosecha, en tubérculos destapados los cuales llevarán la infestación al lugar de almacenamiento. Aunque el nivel económico de daño no ha sido establecido para nuestras condiciones, algunos registros de evaluación de daño en almacenamiento han sido calculados. Según el CIP, 60 larvas en 20 Kg de papa dañan 100 tubérculos en 110 días a partir de la infestación (CIP 1979).

En cuanto a su incidencia en el clima cálido, las pérdidas, cuando no se hace un control adecuado, alcanzan un 50% de daño en campo y un 90% de daño en almacenamiento (CIP 1983). En Túnez, Argelia y Turquía se evaluó el daño y se encontró que la polilla puede causar hasta el 86% de daño en tubérculos almacenados durante tres meses, a pesar de usar insecticidas como el malathion en polvo para su protección (CIP 1980).

En Colombia se han llevado a cabo varias evaluaciones de su incidencia y tamaño. Benavides (1982), encontró que de 16 municipios de Boyacá y 3 de Cundinamarca, el 10% del área sembrada estaba infestada y los rendimientos significativamente afectados para cultivos menores de 90 días. En Toca, Boyacá, 2 años mas tarde, se registraron ataques del 100% en tubérculos almacenados donde las pérdidas sobrepasaron los 100

millones de pesos (Vergara 1983). En la zona papera del Oriente Antioqueño se presentaron ataques de importancia económica en 7 de 13 municipios muestreados, encontrándose mayor incidencia de la plaga en Sonsón, La Unión y Carmen de Viboral. Se atribuyó su presencia a la entrada de semilla de otros departamentos donde se había presentado inicialmente (Piedrahíta y Muñoz 1983).

Según evaluaciones realizadas en la misma zona en 1985, el municipio de Sonsón presentaba un promedio general de daño de campo del 11% y en papa almacenada de 4.8%. en los demás municipios el daño fue bajo, pero en general la zona presentaba porcentajes de infestación mas altos en toyas que en tubérculos al momento de la siembra y que en papa almacenada (Bustillo y Muñoz 1985).

La polilla de la papa es afectada por numerosos enemigos naturales y por microorganismos. Actualmente se le está dando énfasis al desarrollo del Baculovirus phthorimaea del tipo granuloso para su control. El virus fue aislado en Australia, de larvas de P. operculella (Reed 1969). Un virus granuloso se caracteriza por tener un DNA de doble banda, cuerpos de inclusión en forma de gránulos ovales y un virión por cada cuerpo de inclusión en forma de varilla. Su replicación tiene lugar en el núcleo de la célula susceptible. los viriones son varillas rodeadas por dos membranas, una externa y una envolvente estrechamente asociadas y que rodea el cápsido y el ácido nucleico (Bustillo 1979). Este virus infecta principalmente el cuerpo graso del insecto. La infección se manifiesta en el cambio de color de la cutícula de la larva; la larva enferma deja de alimentarse, presenta diarrea y movimientos lentos, lo

que hace que ~~se~~ presa fácil de los predadores. las larvas enfermas mueren antes de ~~empupar~~ (Reed 1971).

Amonkar et al. (1979) encontraron que el virus granuloso de P. operculella tiene las siguientes dimensiones: virión 355.3 nm x 65.3 nm y 470,3 nm x 271.5 nm para el cuerpo de inclusión.

En pruebas de campo, el patógeno ha mostrado ser tan efectivo como los insecticidas químicos (Dieldrin, DDT, Methildemeton) para prevenir daños y bajo condiciones favorables el virus ha persistido de un cultivo al siguiente. Amonkar et al. (1979) en pruebas de campo y laboratorio verificaron su acción y encontraron que el virus mantiene su efecto hasta por 60 días. Reed y Springett (1971) bajo condiciones de laboratorio obtuvieron mortalidades entre 90% y 100%.

Reed (1971) en pruebas realizadas en campo, comparó la producción del virus usando larvas alimentadas con tubérculos y con follaje. Encontró una mayor producción del virus en follaje usando una concentración de 6×10^6 partículas del virus por milímetro de agua.

Mathiessen et al. (1978), para propagar el virus a gran escala, hicieron aplicaciones a cultivos experimentales de una suspensión acuosa de larvas pulverizadas y filtradas que estaban almacenadas a -20° C con una dosis equivalente a 6250 larvas enfermas en 500 hectáreas. Se hicieron recolecciones a gran escala cuando el 50% de larvas mostraban síntomas de la enfermedad. Este material fué suspendido en una solución buffer (Ph=7.5), centrifugada y luego almacenada a 4° C hasta por cuatro semanas. Purificaron el virus, con un gradiente de densidad de 5-60% de sucrosa, el volumen de cada gradiente fue de 25 ml y 0.5 ml de la

solución del virus, centrifugado a 5.000 r.p.m. durante veinte minutos. La extracción se hizo mediante diálisis en la noche y luego se lavó con agua destilada y se logró la peletización a 13.000 giros. Después de evaluar su efecto se calculó que en 35 g de polvo seco hay 1.35×10^{15} partículas granulosas. El peso de una partícula es de $2,54 \times 10^{-14}$ g.

Reed (1971), encontró que el periodo de inoculación del virus varía con la dosis, la temperatura y la edad de la larva. Con dosis altas las larvas recién emergidas mueren a las 48 horas intoxicadas por el virus, pero no por el desarrollo de la enfermedad. La muerte por enfermedad ocurre al cabo de tres semanas. Factores tales como riego, pájaros, acumulación de partículas del virus en el suelo y cadáveres de larvas infectadas, favorecen la dispersión del virus entre plantas y entre cultivos de papa. Los virus que se depositan en la superficie se ven afectados por factores ambientales que los hacen poco accesibles para la polilla; esto se puede obviar utilizando altas concentraciones para que penetren por los estomas al interior de las hojas (Reed 1971).

Briese y Mende (1981) encontraron variabilidad significativa en la respuesta al virus de la granulosis entre 16 poblaciones de la polilla colectadas en el campo en Australia, al compararlas con la población de laboratorio, ésta presentó una CL_{50} 30 veces mayor que algunas de las poblaciones de campo, debido probablemente a que esta población fue sometida al virus durante mucho tiempo y se seleccionó hacia individuos mas resistentes. Briese (1981), sostiene que existe un factor genético de resistencia al virus de la granulosis, que es hereditario, se manifiesta por la selección natural y es controlado por factores

clásicos mendelianos. Briese y Mende (1983) advierten que el uso indiscriminado del virus en el campo puede desestabilizar la frecuencia de genes resistentes-susceptibles y promover o mantener el desarrollo de resistencia al virus en la polilla.

3. MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se realizó en la Estación Experimental "Tulio Ospina" del ICA, en Bello, Antioquia. Se evaluaron dos poblaciones de polillas, una obtenida a partir de recolecciones de adultos y larvas en cultivos de papas en los municipios de La Unión y La Ceja. La otra procedente de Cundinamarca fué suministrada por el Dr. Luis Valencia de la Sección de Entomología del CIP en Bogotá.

El virus fué suministrado por el Dr. R.J. Wilner de la División de Entomología del CSIRO, Camberra, Australia y se mantuvo en un refrigerador por espacio de dos años hasta la realización de esta investigación. Los tubérculos utilizados, como sustrato alimenticio para las diferentes pruebas se consiguieron sin tener en cuenta la variedad.

3.1 Biología del Insecto

Para obtener la información básica sobre la biología y comportamiento de la polilla se realizaron los siguientes ensayos: una hembra y un macho de la polilla de 24 horas de emergidos se confinaron en un vaso plástico de 10 cm de largo y 7.5 cm. de diámetro. Al recipiente se le adaptó una tapa con tela negra de algodón que permitiera ventilación y a la vez lugar de oviposición. En la parte lateral se perforó un orificio para colocar una mota de algodón impregnada de una solución de

miel de abeja. En un diseño completamente al azar con 10 repeticiones por cada tratamiento se evaluó el efecto de adicionar: 1) solución de miel al 5% mas una rodaja de papa sobre la tapa del recipiente; 2) solución de miel al 5%; 3) un testigo al cual no se suministró nada. Tanto la solución de miel como las rodajas de papa se cambiaron diariamente. Periodicamente se registró el número de huevos depositados, número de huevos eclosionados y longevidad de los adultos. La información sobre el número, duración de instares y ancho de la cápsula cefálica, se obtuvo colocando individualmente 50 larvas de menos de 24 horas de emergidas sobre rodajas de papa fresca en vasitos plásticos de 3.8 cm de largo por 4.0 cm de diámetro, tapados herméticamente, la duración de la prepupa y pupa se obtuvo de grupos de 20 a 25 larvas de cuarto instar, colocadas en vasos plásticos sobre una fina capa de arena esterilizada anotando la fecha en que iniciaban y terminaban estos estados.

3.2 Cría masiva

La cría masiva de la polilla se desarrolló basándose en estudios previos (Platner y Oatman 1968, Finney et al. 1974, Briese 1980) utilizando tres unidades diferentes para la cría:

3.2.1. Cámara de alimentación larval y empupamiento:

Consiste en una bandeja plástica de 25 x 25 x 7.5 cm donde se colocan los tubérculos inoculados con larvas de primer instar sobre una fina capa de arena esterilizada, con el fin de facilitar el empupamiento. Una vez llegan al estado de pupa, estas se separan a través de tamices y si hay necesidad de sexarlas, éstas se extraen manualmente de sus capullos.

3.2.2. Unidad de emergencia de adultos y oviposición:

En vasos plásticos transparentes de 10 cm de largo por 7.5 cm de diámetro se colocaron parejas de pupas para que una vez emergieran y copularan iniciaran la oviposición. Cada vaso estaba provisto de una tapa hermética, parte de la cual fué sustituida por tela negra de algodón, color que posiblemente estimula la oviposición, a la vez que favorece la aireación. Esta unidad tiene también un orificio lateral en el vaso de 0.7 cm de diámetro donde se coloca una mota de algodón para suministrar el alimento a los adultos. De esta unidad se retiran las tapas con los huevos adheridos y se pasan a la siguiente unidad.

3.2.3. Unidad de eclosión de huevos:

Está formada por un vaso plástico igual al de la unidad anterior, pero sin orificio lateral. Las larvas al emerger se transfieren a los tubérculos por medio de un pincel fino, humedecido con agua para facilitar la manipulación de las mismas.

3.3 Patogenicidad del virus

Las pruebas de patogenicidad del virus se llevaron a cabo usando larvas de tercer instar por considerarlas de mayor facilidad para la manipulación. Haciendo variaciones al método de Briese y Mende (1981), se colocaron las larvas individualmente en vasitos plásticos de 3.8 cm de largo por 4.0 cm de diámetro, sobre rodajas de tubérculo de papa de 1.5 cm de diámetro por 0.2 cm de espesor, a las cuales se aplicó 0.1 ml de la concentración del virus. Pasadas las 48 de la inoculación se cambió la porción de papa por otra de igual tamaño libre de virus, la cual fué renovada contantemente, para mantener alimento fresco a las larvas.

Las concentraciones evaluadas se prepararon mediante diluciones en agua esterilizada, utilizando el equivalente larval de 3.86×10^{10} partículas del virus por mg del polvo seco del virus calculado por Mathiessen et al. (1978,. Las concentraciones evaluadas fueron: 9.8×10^9 ; 4.8×10^9 ; 1.54×10^9 ; 7.72×10^8 ; 4.89×10^4 y 4.89×10^2 cápsulas del virus por ml de agua; los datos se compararon con un testigo al que se aplicó 0.1 ml de agua destilada y con otro al cual no se aplicó nada. Estas diluciones del virus, cuando no fueron utilizadas se mantuvieron a una temperatura de 3° C. Se realizaron observaciones cada dos días, hasta la muerte de la larva o emergencia de los adultos; se registró para cada tratamiento la fecha de aparición de síntomas, fecha de muerte y número de larvas muertas por día. Los datos se analizaron bajo un diseño completamente al azar tomando como unidad experimental 25 larvas y usando cuatro repeticiones. Los porcentajes de mortalidad se ajustaron en relación con el testigo usando la fórmula de Henderson y Tilton. Para cada concentración se calculó tanto el porcentaje de mortalidad diario como el tiempo letal medio (TL_{50}), este último se estimó graficando los porcentajes de mortalidad acumulados diariamente contra el número de días. La tendencia de los datos sobre mortalidad y tiempo letal medio se determinó mediante un análisis de regresión lineal. La concentración letal media (CL_{50}) se obtuvo gráficamente por el método de Probit (Hubert 1980).

Para hacer comparaciones entre las poblaciones de polillas de Cundinamarca y Antioquia se aplicaron dos concentraciones del virus, 1.54×10^9 y 7.72×10^8 cápsulas del virus/ml a larvas de la población de Cundinamarca. Se mantuvo un testigo para hacer los ajustes de mortalidad por otras causas. La forma de aplicación y los datos registrados fueron

similares a los anteriormente descritos. El análisis de los datos se hizo usando un diseño experimental completamente al azar, comparando los datos de la población de Cundinamarca con los previamente obtenidos para para la población de la polilla de Antioquia.

4. RESULTADOS

4.1 Biología del insecto

Los adultos de P. operculella alimentados presentaron diferencias altamente significativas (Tabla 1) en relación con el testigo sin alimento, en cuanto a la longevidad y oviposición. El efecto de adicionar una rodaja de papa, además de la solución de miel, no incrementó la oviposición, tampoco se encontraron diferencias entre los tratamientos en relación con el porcentaje de eclosión de huevos, y la longevidad en machos fue mayor que en las hembras, lo que contrasta con lo registrado por Zenner (1986). De lo anterior se desprende que se justifica alimentar los adultos de P. operculella durante el proceso de cría masiva, lo cual concuerda con lo registrado por Briese (1980) y Fenemore (1980).

El número promedio de huevos depositado por una hembra fue de 204.5 (+69.6) con un intervalo de 76-390 huevos. Los huevos tomaron 5-6 días en eclosionar y las larvas pasaron por cuatro instares, el estado larval duró 17.7 días en promedio, la prepupa 1.28 y la pupa 10.20 días. Los datos sobre ancho de la cápsula cefálica permiten establecer el instar del insecto para programar las crías masivas (Tabla 2).

4.2 Cría masiva de la polilla

TABLA 1. Efecto de tres tratamientos alimenticios en la oviposición, eclosión de huevos y longevidad de adultos de Phthorimaea operculella (Zeller).

Tratamiento	N Parejas de	Huevos (\bar{X}) por hembra	Huevos eclosionados (% \bar{X})	Longevidad (\bar{X}) días	
				Hembra	Macho
S/n de miel 5% + rodaja de papa	10	176,2 a*	90,4 a	23,5 a	33,5 a
S/n de miel al 5%	10	232,5 a	94,9 a	28,0 a	64.2 b
Testigo	10	39,8 b	86,7 a	8,9 b	9,7 c

* Prueba de Duncan (P = 0,01)

TABLA 2. Duración promedio (\bar{X}) en días de los estados de *Phthorimaea operculella* (Zeller) y ancho promedio de la cápsula cefálica (21°C, 70-90% HR.).

Estado	N*	Duración en días		Ancho promedio cápsula cefálica		
		\bar{X}	\pm DE**	N	\bar{X} (mm)	\pm DE
Huevo	86	5,56	0,843			
Larva						
Instar I	40	4,37	0,48	35	0,20	0,01
Instar II	27	4,03	1,14	22	0,33	0,03
Instar III	14	4,35	1,63	15	0,41	0,03
Instar IV	14	5,07	0,76	14	0,56	0,05
Total larva		17,82				
Prepupa	14	1,28	0,45			
Pupa	15	10,20	0,90			
Total		34,86				

* N = Número de observaciones

**DE = Desviación standar

En general el sistema de cría masiva fue de fácil manejo, económico, adaptable a diferentes tipos de recipientes y eficiente. Sin embargo, el procedimiento de sexar pupas se justifica al iniciar la cría para manejar mas eficientemente el material recolectado, pero al manipular grandes cantidades de individuos esto requiere mucho tiempo para su realización y se puede omitir ya que la relación de sexos encontrada fue de (1:1.16) favoreció ligeramente a los machos, lo cual asegura un número casi igual de individuos de ambos sexos.

4.3 Patogenicidad del virus

El virus de la granulosis demostró ser patogénico en larvas de P. operculella. Las observaciones para establecer su acción se basaron en los síntomas típicos de la enfermedad. Al iniciar la enfermedad, la larva cambia su color natural verdoso claro con dorso generalmente rosado a un color claro, para posteriormente tornarse blanca opaca. La larva infestada se vuelve lenta, inapetente y flácida, hasta llegar a vaciarse su contenido interno. En los tratamientos donde la concentración permitió un desarrollo normal de la enfermedad, la larva presentó una flacidez extrema, pero no perdió su contenido interno.

Para las concentraciones de 6.72×10^8 ; 4.89×10^4 y 4.89×10^2 cápsulas del virus/ml, la duración del estado larval se incrementó en 23.5%, 37.6%, 23.5% y 16.4% respectivamente, en relación con el testigo, el cual tuvo una duración de 16 a 17 días en este estado. El tamaño de las larvas enfermas fue siempre menor que el de las larvas testigo.

Se presentaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos en cuanto a los días que tomó la enfermedad para mostrar los primeros síntomas (Tabla 3). Las concentraciones altas (10^9

TABLA 3. Aparición de síntomas y mortalidad de Phthorimaea operculella causados por el virus de la granulosis (19°C, 62-90% HR)

Concentración del virus (Cápsulas/ml)	N	No. de días en aparecer síntomas	Días que tardan en morir (X)	% de mortalidad	% de mortalidad ajustado**
9,89 x 10 ⁹	100	5,0 c	7,4 c	100,0 a*	98,78
4,89 x 10 ⁹	99	5,0 c	9,2 c	100,0 a	98,77
1,54 x 10 ⁹	92	5,2 c	8,6 c	100,0 a	98,67
7,72 x 10 ⁸	91	7,0 b	12,1 b	93,38 b	90,64
4,89 x 10 ⁶	100	7,5 ab	14,3 a	96,0 a	96,35
4,89 x 10 ⁴	98	8,1 a	15,6 a	66,0 c	62,25
4,89 x 10 ²	100	7,8 a	15,3 a	50,0 d	39,18
Testigo	100	-	-	16,0 e	-

* Prueba de Duncan (P=0,01)

** De acuerdo con la fórmula de Henderson y Tilton

cápsulas/ml) mostraron síntomas al cabo de cinco días y las otras al cabo de 7 a 8 días. En cuanto al tiempo que tardan en morir las larvas se encontraron diferencias altamente significativas. Las concentraciones inferiores a 10^8 cápsulas del virus/ml tomaron entre 9-15 días para morir (Tabla 3). Los porcentajes de mortalidad fueron significativamente diferentes entre los tratamientos. La mortalidad varió desde un 50% a la concentración mas baja hasta un 100% en las concentraciones mas altas. Debido a que el testigo presentó una mortalidad del 16%, los datos se ajustaron para determinar la concentración letal media (CL_{50}) (Tabla 3). La concentración letal media se estimó de acuerdo con la prueba probit (Tabla 5), el valor hallado fue de 5.85×10^3 cápsulas del virus/ml que es similar a las encontradas por Briese y Mende (1981) en poblaciones de campo y de laboratorio de la polilla en Australia. En cuanto al tiempo letal medio (TL_{50}) o sea, el tiempo requerido para que se muera el 50% de las larvas inoculadas, se confirmó la tendencia de las altas concentraciones a matar mas rápidamente que las concentraciones bajas (Tabla 4). El TL_{50} varió de 5.2 a 16.2 días. De los tratamientos evaluados, solamente las concentraciones bajas permitieron al insecto alcanzar el estado adulto. Un 3% para las concentraciones de 4.89×10^6 ; 32.69% y 38% para las concentraciones de 4.89×10^4 y 4.89×10^2 , respectivamente.

La población de polillas procedente de Cundinamarca no presentó diferencia con la población de Antioquia en cuanto al número de días en mostrar los primeros síntomas, el número de días que tardan en morir y el porcentaje de mortalidad en las dos concentraciones evaluadas (Tabla 6).

TABLA 4. Tiempo letal medio (TL₅₀) para diferentes concentraciones de virus de la granulosis en larvas de tercer instar de Phthorimaea operculella

Concentración cap.del virus/ml.	Tiempo letal medio (TL ₅₀) en días
$9,89 \times 10^9$	5,2
$4,89 \times 10^9$	9,7
$1,54 \times 10^9$	7,3
$7,72 \times 10^8$	12,0
$4,89 \times 10^6$	14,9
$4,89 \times 10^4$	16,2

TABLA 5. Cálculo de la CL₅₀ en larvas de tercer instar de Phthorimaea operculella de acuerdo con la prueba probit.

Concentración cap.del virus/ml	(P') % mortalidad	P' - C*	P** % ajustado de mortalidad	Logaritmo de la dosis	Probit
9,89 x 10 ⁹	100,0	82,3	100,0	9,995	8,09
4,89 x 10 ⁹	99,0	81,3	98,8	9,689	7,33
1,54 x 10 ⁹	100,0	82,3	100,0	9,187	8,09
7,72 x 10 ⁸	92,3	74,6	90,6	8,887	6,34
4,89 x 10 ⁶	95,0	77,3	93,9	6,689	6,55
4,89 x 10 ⁴	70,4	52,7	64,0	4,689	5,36
4,89 x 10 ²	46,0	28,3	34,4	2,689	4,59
Testigo	17,7	0	-	-	-

* C = % de mortalidad en el testigo

CL₅₀ = 5,6 x 10³ cap.del virus/ml

** $P = \frac{P' - C}{100 - C} \times 100$

TABLA 6. Comparación de la susceptibilidad del virus granuloso de dos poblaciones de Phthorimaea operculella

Población	Dosis cápsulas/ml.	Aparición de síntomas (\bar{X} días)	Número promedio de días en morir	% Mortalidad*
Antioquia	$1,54 \times 10^9$	5,2	12,1	98,67 a
	$7,72 \times 10^8$	7,0	9,2	90,74 a
Cundinamarca	$1,54 \times 10^9$	5,7	9,2	100,00 a
	$7,72 \times 10^8$	6,9	10,7	98,27 a

* % ajustado por fórmula de Henderson y Tilton.

5. CONCLUSIONES

En general las pruebas de patogenicidad del virus de la granulosis indicaron que las poblaciones de larvas de P. operculella fueron altamente susceptibles al virus. Sin embargo se hace necesario realizar estudios mas detallados sobre técnicas de aplicación, dosis y condiciones ambientales óptimas para el patógeno en condiciones de campo y almacenamiento.

6. BIBLIOGRAFIA

- Amonkar, S.V., A.K. Pal, L. Vijayalashmi and A.S. Rad, 1979. Microbial control of potato moth (Phthorimaea operculella Zeller). *Ind. J. of Exp. Biol.* 17:1127-1137.
- Awate, B.C. and R.N. Pokharkar, 1976. Comparative efficacy of different insecticides against potato tuber moth Phthorimaea operculella (Zeller). *Pesticides* 10:18-19.
- Benavides, R.M., 1982. Reconocimiento y evaluación de la polilla de la papa Phthorimaea operculella (Zeller). *En: Seminario la palomilla de la papa. Bogotá, Diciembre 4 de 1981. p.1-13.*
- Briese, D.T., 1980. Characterization of a laboratory strain of the potato moth, Phthorimaea operculella (Zeller). *Bull. Entomol. Res.* 70:203-212.
- _____, 1981. The incidence of parasitism and disease in field populations of the potato moth Phthorimaea operculella (Zeller) in Australia. *J. Aust. Entomol. Soc.* 20:319-326.
- _____ and H. A. Mende, 1981. Differences in susceptibility to a granulosis virus between field populations of the potato moth, Phthorimaea operculella (Zeller). *Bull. Entomol. Res.* 71:11-18.
- _____, 1982. Genetic basis for resistance to a granulosis virus in the potato tuber moth Phthorimaea operculella J. *Invert. Pathol.* 39:215-218.
- Briese, D.T. and H.A. Mende, 1983. Selection for increased resistance to a granulosis virus in the potato moth Phthorimaea operculella (Zeller). *Bull. Entomol. Res.* 73:1-9.

- Bustillo, A.E., 1979. Enfermedades virosas en insectos. En: Memorias VI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, SOCOLEN, Cali. p.25-27.
- _____ y B. Muñoz, 1985. Evaluación de daños en tubérculos causados por la palomilla de la papa en zonas papeiras de Antioquia, ICA, Medellín. Mimeografiado.
- CIP. Centro Internacional de la Papa, 1979. Informe anual, Lima p.42-44.
- CIP. Centro Internacional de la Papa, 1980. Informe anual, Lima, p.45-49.
- CIP. Centro Internacional de la Papa, 1983. Control de la polilla de la papa con feromonas. Lima, circular 11, p.3.
- Fenemore, P.G., 1980. Oviposition of potato tuber moth Phthorimaea operculella (Zeller) identification of host plant: Factors influencing oviposition response. New Zeal. J. Zool. 7:435-439.
- Finney, G.L., S.E. Flanders and H.S. Smith, 1974. Mass culture of Macrocentrus ancyliivorus and its host, the potato tuber moth. Hilgardia 17: 437-483.
- Gallego, F.L. 1946. Catálogo de insectos II nocturnas: Heteroceras o chalinopteras. Rev. Fac. Nac. Agron. 6:459.
- Hubert, J.J., 1980. Bioassay Kendall/Hunt publishing company Dubuque, Iowa, 164p.
- López, A. y M. Perry, 1981. La palomilla de la papa plaga que causa grandes daños. ICA Informa 15:7-11.
- Lloyd, D.C., 1972. Some South American parasites of the potato tuber moth, Phthorimaea operculella (Zeller) and remarks on those in other continents. Comm. Inst. Biol. Con. Tech. Bull. 15:35-49.
- Mathiessen, J.N., R. Christina, T.D.C. Grace and B.K. Filshie, 1978. Large-scale field propagation and the purification of the granulosus virus of the potato moth, Phthorimaea operculella (Zeller). Bull. Entomol. Res. 68:385-391.
- Piedrahita, S. y B. Muñoz, 1983. Inventario sobre Phthorimaea operculella palomilla de la papa en el departamento de Antioquia, Medellín, Secretaría de Agricultura de Antioquia, 47 p.
- Platner, R. and E.R. Oatman, 1968. An improved technique for producing potato tuber moth eggs for mass production of natural enemies. J. Econ. Entomol. 61:1054-1057.
- Posada, L., I. Zenner de P. y A. López, 1978. Al fin se encontró en papa. ICA, Entomología, N.N.E. 78:67.

- Radcliffe, E.B., 1982. Insect pests of potato. Ann. Rev. Entomol. 27:173-204.
- Raman, K.V., 1980. Technical information. CIP bulletin.
- _____, 1969. A granulosis virus of the potato moth. Aust. J. Sci. 31:300-301.
- Reed, E.M., 1971. Factors affecting the status of : virus as a control agent for the potato moth (Phthorimaea operculella). Bull. Entomol. Res. 61:207-221.
- _____ and B.P. Springett, 1971. Large-scale field testing of a granulosis virus for the control of the potato moth (Phthorimaea operculella) (Zeller). Bull. Entomol. Res. 61:223-233.
- Saldarriaga, A., 1978. Plagas de la papa y su control. ICA Compendio 24:129-131.
- Valencia, L., 1985. Insectos que afectan a plantas de papa provenientes de semilla botánica. En: Curso Internacional de Semilla Botánica. Lima, Informes p.5-12.
- Vergara, R. 1983. Se agrava situación. ICA, Entomología, N.N.E. 83:33.
- Zenner de P.I., 1986. Guía general de manejo de plagas en el cultivo de la papa, ICA-PROCIPA, Bogotá, 36 p.

Analizado en: Doc. 10623 p. 118-123
Reg 18236

REFLEXIONES ACERCA DEL MANEJO DE PLAGAS EN SISTEMAS DE PRODUCCION

Luis Valencia

Entomólogo del CIP

Introducción.-

El manejo de plagas en sistemas de producción debe ser diferente al manejo aplicado en monocultivos o en cultivos industriales que usan áreas grandes de terreno y que presentan características diferentes muy particulares. Durante la realización del seminario, los técnicos involucrados en la sección de entomología definieron las bases técnicas a partir de las cuales se puede implementar cualquier investigación tendiente a resolver los problemas entomológicos que afecten a algunos de los cultivos considerados dentro de un sistema de producción, con un enfoque realista y apoyado por un cuerpo técnico multidisciplinario. En esta presentación, basado en la literatura publicada y la experiencia acumulada en el Centro Internacional de la Papa (CIP), se citarán algunas características de las poblaciones de campo de los insectos que son influenciadas por el tipo de tenencia y manejo de la tierra. Estas características, a pesar de no mostrar patrones definidos, deben de considerarse en la implementación de cualquier programa de manejo de insectos en un sistema de producción.

Los insectos plagas en el agroecosistema.-

Los ecosistemas compuestos de un gran número de especies (animales y plantas) los cuales interactúan de una manera compleja, dan como resultado sistemas muy estables. Lo contrario sucede en un agroecosistema en donde existen pocas especies y la característica mas importante es la inestabilidad. En un agroecosistema es de

esperarse grandes fluctuaciones en la población de algún insecto en particular, lo que da origen al concepto de insecto plaga. La irrupción de picos poblacionales de insectos plagas es mas frecuente en los agroecosistemas. Casos extremos de simplificación se observa en algunas comunidades de plantas en donde la misma especie vegetal (y algunas veces hasta la misma variedad) se cultiva en áreas grandes de tierra durante siembras sucesivas (Monocultivo). Desafortunadamente, la práctica del monocultivo tiende a magnificar el problema de insectos plagas (Fenemore, 1982).

Estas diferencias entre los ecosistemas naturales y los agroecosistemas artificiales (hechos por el hombre) refuerzan bastante el cultivo de varias especies vegetales (policultivo) en un área pequeña de tierra, a fin de reducir la irrupción de poblaciones altas de un insecto plaga.

La práctica del policultivo es reconocida como una estrategia tradicional que promueve la diversidad en las fuentes de alimentación y de dinero, proporciona una producción mas estable, minimiza los riesgos, reduce el daño de insectos y enfermedades, intensifica la producción con recursos limitados y maximiza los retornos económicos utilizando niveles bajos de tecnología (Altieri, 1984).

Esta visión del policultivo, que concuerda en términos generales con la filosofía de los sistemas de producción, debe servir como concepto básico de lo que se puede esperar en el manejo de plagas en los sistemas de producción.

Los cultivos asociados y las plagas.-

El Centro Internacional de la Papa (CIP) comenzó a investigar la incidencia de plagas en cultivos asociados en 1982. Desde entonces, se ha citado que la asociación de papa con arroz tiende a reducir los daños del escarabajo de hojas, Diabrotica spp. y que la asociación con trigo (en floración) atrajo una gran cantidad de la avispa Dygliphus spp. (parásito de larvas de la mosca minadora Liriomyza huidobrensis Blanchard) al cultivo de papas (Raymundo y Alcazar, 1983). La asociación de papas con frijol, soya, cebolla, tomates (2 variedades) y maíz redujeron el daño de la larva de la palomilla Phthorimaea operculella (Zeller) en los tubérculos, cuando se comparó con el daño hecho en parcelas de papa sin ninguna asociación (Raymundo y Alcazar, 1984).

También se han citado casos en donde la simple combinación de varios cultivares de la misma especie, tienden a reducir de manera significativa el daño de una plaga en particular. En California, la mezcla de varios cultivares de col en varios diseños experimentales dió como resultado una menor cantidad de áfidos de la col, Brevicoryne brassicae (L.) por parcela y por planta que cuando se plantaron estos cultivares individualmente (Altieri y Schmidt, 1987).

De qué manera influye la asociación de cultivos sobre los insectos plagas?

Los insectos por lo general usan estímulos visuales y olfativos para la selección del habitat, pero para la selección de la planta hospedera, además de los ya citados usan también estímulos gustativos y de contacto físico con algunas características físicas de la superficie de la planta hospedera (Southwood y Way, 1970;

Chapman y Blaney, 1979; Valencia y Rice, 1982; Valencia, 1984). Generalmente las plantas sanas poseen un aroma que varía con las especies. En el caso de la papa, el aroma del follaje es una mezcla de la aldehida trans-2-hexenal con los alcoholes trans-2-hexen-1-ol, 1-hexanol, cis-3-hexen-1-ol y linalool (Visser et al., 1979).

Cuando estos componentes se combinan en una proporción determinada, la mezcla resultante es el estímulo que atrae al escarabajo de la papa de Colorado Leptinotarsa decemlineata (Say), hacia la planta de papa y probablemente a otras plagas de este cultivo.

La ilustración usada por Stanton (1983) para demostrar de qué manera el aroma de las plantas puede influir en el comportamiento de búsqueda de la planta hospedera por parte de las plagas es muy adecuado y se ilustra en la Fig. 1. En la figura 1 a puede observarse que la orientación de las parcelas 1 y 2, no obstante ambas poseen el mismo número de plantas, la parcela a2 tiene una menor área de atracción a plagas potenciales ya que su dimensión menor es perpendicular a la dirección del viento. Por lo tanto, esta parcela atraerá un menor número de plagas que la parcela a1. Por otro lado, si se considera un cambio solamente en la forma de la parcela este hecho afectará la proporción de emigración e inmigración de las plagas. No obstante que las parcelas b1 y 2 tienen igual número de plantas, la parcela b1 tiene una proporción perímetro: área mas grande y por lo tanto las plagas que se encuentren buscando plantas hospederas entrarán en ella mas frecuentemente que a la parcela b 2. También es cierto que estas mismas plagas que se siguen moviendo aún después de haber ingresado a la parcela b1, saldrán más rápido de

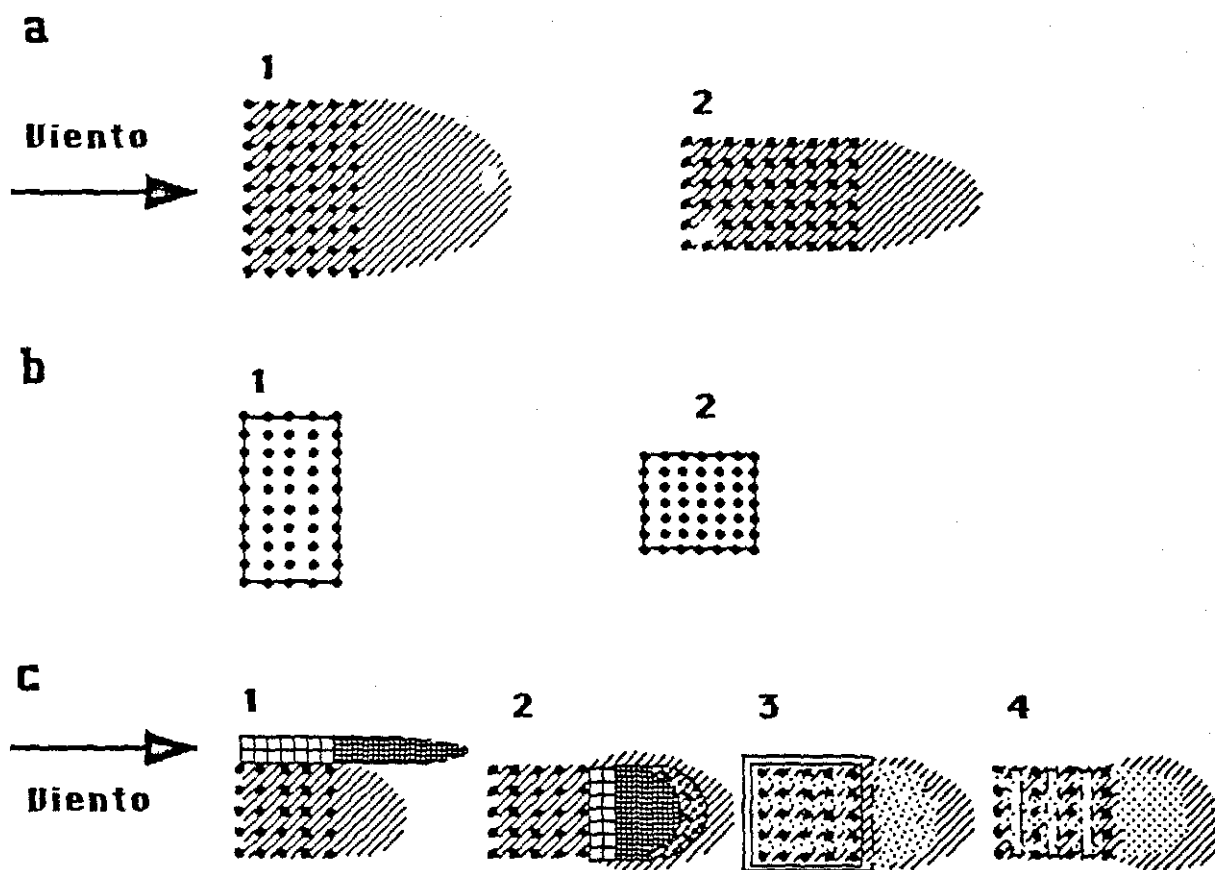


Fig. 1.- Proyección del aroma (pluma) de un grupo de plantas de la misma especie con relación a la dirección del viento. (a) Efecto de la orientación de la parcela. (b) Efecto de la forma de la parcela. (c) Cuatro arreglos diferentes de cultivos asociados.

(Redibujado de Stanton, 1983).

ella que de la parcela b2. Si estas plagas cambian su dirección y se tienden a concentrar en los bordes de la parcela, entonces la parcela b1 retendrá una densidad mayor que la parcela b2.

Este mismo argumento se puede aplicar a la atracción de cultivos asociados con diferentes arreglos. En la fig. 1c se tienen 4 diferentes arreglos de dos especies vegetales (círculos negros y cuadrados). Se asume que la especie que no es hospedera de la plaga, reduce el ataque de la misma sobre la planta hospedera de dos maneras. Primero porque enmascara el aroma de la planta hospedera y segundo porque bloquea físicamente el acceso de la plaga a la planta hospedera. El arreglo de la ~~parcela c1~~ tiene un efecto persuasivo muy reducido debido a que el aroma (pluma) de la planta no hospedera se sobrepone muy poco a la pluma de la planta hospedera, por lo tanto, la plaga que se orienta hacia la planta hospedera volando en contra de la dirección del viento, distinguirá claramente las dos plumas y se dirigirá a la hospedera sin mayor inconveniente. En la parcela c2 sí hay una sobreposición de plumas, en las cuales todavía es posible encontrar las plumas originales y aparece una nueva pluma como resultado de la mezcla de las 2 originales. Esta sobreposición de las plumas inhibe el vuelo de orientación de la plaga hacia la planta hospedera reduciendo el daño potencial de la plaga. El arreglo de la parcela c3 reducirá la inmigración de la plaga pero si es que algunos adultos llegan a ingresar a ella, estos individuos se quedarán en ella por un mayor tiempo (reduce la emigración) ya que el cultivo de la periferie, que no es hospedera, lo persuadirá de salir. Sin embargo, el arreglo de la parcela c4 confunde a la orientación de la plaga sin reducir la proporción de individuos

emigrantes de la parcela. Esta sería la mejor combinación en un cultivo asociado siempre y cuando no se produzcan competencias inter-específicas entre las especies empleadas.

Conclusiones.-

Por lo expuesto, las densidades de las poblaciones de insectos-plagas en cultivos asociados será siempre menor a la que se puede esperar en un monocultivo.

El uso de las combinaciones de especies adecuadas no solamente reducirá el daño de plagas sino que también puede incrementar la atracción de controladores biológicos haciendo mas fácil el manejo de plagas.

El control de plagas en los sistemas de producción debe enfocarse con una mentalidad diferente a la que se emplea en los monocultivos, aún los niveles de daño económico pueden ser diferentes, ya que el agricultor involucrado en sistemas de producción por lo general no tiende a maximizar la producción de un cultivo en particular como se haría en caso de un monocultivo y por otro lado, la inversión en una aplicación de insecticidas se evalúa con una mentalidad diferente.

REFERENCIAS

- ALTIERI, M.A. 1984. Agroecology. The scientific basis of alternative agriculture. Published by the Division of Biological Control, University of California, Berkeley. (2nd. edition).
- ALTIERI, M. and L.L. Schmidt, 1987. Mixing brocoli cultivars reduces cabbage aphid numbers. California Agriculture 41 (11&12): 24-26.
- CHAPMAN, R.F. and W.M. Blaney, 1979. How animals perceive secondary compounds. pp. 161-198. In Herbivores. Their interaction with

secondary plant metabolites. (G.A. Rosenthal and D.H. Janzen, Eds.) Academic Press Inc. New York.

FENEMORE, P.G., 1982. Plant pests and their control. Butterworths of New Zealand Ltd.

RAYMUNDO, S.A. and J. Alcazar, 1983. Effects of polyculture (mix cropping) on the incidence and severity of potato pests and diseases. pp. 159-160. In "Research for the Potato in the year 2000" (W.J. Hooker ed.) Published by the International Potato Center (CIP).

RAYMUNDO, S.A. and J. Alcazar, 1984. Control of potato tuber moth (Phthorimaea operculella) through crop association. In Proceedings: Sixth Symposium of the International Society for Tropical Root Crops. Lima, 21-26, February 1983.

SOUTHWOOD, T.R.E., and M.J. Way, 1970. Ecological background to pest management pp. 6-29. In Concepts of Pest Management. (R.L. Rabb and F.E. Guthrie eds.). North Carolina State University at Raleigh.

STANTON, M.L., 1983. Spatial patterns in the plant community and their effects upon insect search. pp. 125-157. In Herbivorous insects. Host-seeking behaviour and mechanisms. (Sami Ahmad ed.)

VALENCIA, L. and M.J. Rice, 1982. Contact chemoreceptors on the ovipositor of the potato moth, Phthorimaea operculella (Zell.) (Lepidoptera: Gelechiidae). Int. J. Insect Morphol. & Embryol. 11(2): 121-128.

VALENCIA, L. 1984. Mechanisms of resistance to potato moth oviposition on foliage. pp. 161-187. In Report of the XXVII Planning Conference on Integrated Pest Management. CIP, Lima.

VISSER, J.M., S. van Straten and H. Maarse, 1979. Isolation and identification of volatiles in the foliage of potato, Solanum tuberosum, a host plant of the Colorado beetle, Leptinotarsa decemlineata. J. Chem. Ecol. 5: 13-25.

LA COMUNICACION EN LA INVESTIGACION AGRICOLA

Hernán Rincón

Centro Internacional de la Papa, 1988

CONCEPTOS BASICOS.

Al empezar, es conveniente definir los conceptos de información, comunicación, capacitación, e investigación.

Información.

Si definimos el concepto "información" como "todo fenómeno que nos permite reducir alguna incertidumbre", veremos claro el valor infinito de la información para que podamos vivir normalmente. Y si pensamos en información como contenidos de los mensajes, veremos que no se podría dar comunicación sin información de alguna clase, pero si se da información que no es comunicada, y se dan mensajes sin mayor información.

Por ejemplo, en las bibliotecas y oficinas de las entidades agrícolas existe mucha información científica sobre agricultura que todavía no ha sido comunicada entre quienes la tienen y quienes se supone que pueden utilizarla. De otro lado, es frecuente recibir documentos en los que uno no encuentra información que le sirva para resolver dudas.

La información que no sea comunicada oportunamente, es inservible, y se convierte en una carga costosa. No ayuda a resolver dudas, no puede ser discutida, no tiene uso para personas diferentes de quienes la guardan en sus archivos mentales, electrónicos o mecánicos.

Comunicación

Comunicarse es hacer común la información. En el trabajo de compartir información y tecnología, hay diferentes tipos de comunicación. Mencionemos tres:

Interpersonal: es aquella en la que los interlocutores están presentes. En ella nos apoyamos en la combinación de sentidos naturales, participan en tiempo real dos o más interlocutores, y apelamos al oído, la voz, la palabra con emoción, la vista, los brazos, el cuerpo en general y nos ayudamos con modelos o con objetos reales. Esta forma es ideal para comunicarnos sobre cómo hacemos las cosas.

Impersonal o masiva: es aquella en la que predomina el uso de equipos eléctricos y electrónicos como extensiones de los cinco sentidos. En ella no está presente uno de los interlocutores y nos apoyamos en otros medios de comunicación, como el teléfono, la radio, la televisión, los medios impresos. Esta forma es útil para difundir información general, motivar, lograr atención e interés en principios y planes.

Combinada: es aquella en la que se emplean todas las modalidades para compartir información que exija el estudio de la situación o el problema, los objetivos y las actividades. Se habla entonces de campañas de comunicación.

Para el trabajo en el CIP combinamos la comunicación interpersonal con la personal. Por ejemplo, entre el CIP y los especialistas en los cultivos de papa y batata que trabajan en entidades de los diferentes países, las formas principales de comunicación empleadas son: cartas y

cables, conversaciones, visitas y reuniones, publicaciones, conferencias, cursos y seguimiento.

Capacitación.

En esencia, la capacitación constituye una manera de intercambiar o de hacer común información procesada que puede ser puesta en práctica con un fin claro. Para llevar a cabo la capacitación, se combinan organizadamente, por ejemplo en cursos o seminarios, diversos materiales y actividades pertinentes, por ejemplo, publicaciones, fotografías, conversaciones de igual a igual, procedimientos estándar de trabajo, viajes, las demostraciones, exposiciones orales ilustradas, estudio independiente, consultas en la biblioteca, búsquedas de información por ordenador o computador. Se busca así que los medios de tipo masivo, por ejemplo las publicaciones, y los interpersonales, por ejemplo las conversaciones, se complementen y ayuden a que la comunicación y el aprendizaje se realicen exitosamente.

Las tecnologías agrícolas modernas deben llegar a tener la aplicación social que satisfaga a los productores y consumidores, para que tengan sentido. Pero antes de que sean aplicables, es necesario compatir la información sobre esas tecnologías, de modo que se tenga en los países gente capacitada para recibirlas, juzgarlas, mantenerlas, evaluarlas, adaptarlas y difundirlas. Por ello es necesario la capacitación.

Para el CIP, la capacitación en general es interpersonal o de grupo, académica, o en el trabajo, y busca mejorar los recursos humanos dedicados a investigar, producir, aplicar, y emplear, o a capacitar a otros. El CIP capacita personal en temas especializados y apoya la

capacitación que realizan los países en producción de papa y batata. Más recientemente se ha incorporado la capacitación en comunicación.

Investigación

Entendemos por investigación la observación controlada de aspectos del mundo de los hechos con el fin de explicarlos y predecirlos.

Los resultados de investigación dan origen a informes internos, fotografías, bancos de datos, y a veces a publicaciones. Esa información agrícola se envejecería y perdería pronto, sin servirle a otros, si no se hiciera un trabajo eficiente y claro para compartirla.

En el CIP, las áreas generales de investigación están predeterminadas por ventajas comparativas, y los proyectos de investigación son definidos, principal pero no necesariamente, en las conferencias de planeamiento, en las cuales científicos renombrados evalúan un campo de investigación y recomiendan líneas de acción.

Además, el llamado modelo del Agricultor al Agricultor (2) presenta un enfoque para generar tecnología agrícola adecuada, mediante conversaciones y análisis entre diversos expertos agrícolas y agricultores. Algunos anteproyectos de investigación han sido modificados por este método.

COMUNICACION ENTRE AGRICULTORES Y TECNICOS

El trabajo de comunicación agrícola entre agricultores y técnicos tiene que empezar con el técnico escuchando a los agricultores y observando los hechos en las condiciones de ellos. Desafortunadamente en el pasado se dio la impresión de que la comunicación agrícola empieza

con la voz de los técnicos agrícolas. Por esto no es raro encontrar técnicos, a veces sin experiencia, diciéndole a los agricultores como producir sus cultivos.

Habilidad para escuchar

Qué tan bueno es usted para escuchar? Ha hecho alguna prueba al respecto?

La comunicación eficiente exige escuchar al interlocutor. Es necesario que el técnico escuche al agricultor para determinar si lo que le va a decir tiene alguna importancia para él, o si es mejor obtener antes la información pertinente. Escuchar al interlocutor en producción agrícola es la base de la identificación de problemas para:

- Ayudarle a que los resuelva mediante comunicación.
- Definir temas de investigación en fincas o adaptativa.
- Decantar temas genuinos para investigación científica.

Por ejemplo, sería un error grave realizar en una región un curso de "producción de papa en climas cálidos", sin haber preguntado si en esa región hay personas interesadas en producir papa en clima cálido.

Función del agricultor

Por qué debe empezar la comunicación agrícola escuchando a los agricultores? Son los agricultores, aunque parezca redundante, quienes practican la agricultura y derivan de este trabajo la mayor parte de sus ingresos. Los agricultores en pequeña escala son los que producen los alimentos que consumimos en las ciudades. Para trabajar, con beneficio económico, ellos necesitan información técnica agrícola oportuna y completa para sus decisiones diarias.

Función del extensionista agrícola

El extensionista agrícola es la persona que tiene como función principal "extender" la información agrícola entre los técnicos y los agricultores. Una de las actividades principales del extensionista debe ser escuchar al agricultor, entenderlo en el contexto de su familia y sistema de producción y compartir con él información técnica agrícola de uso práctico. Otro es escuchar al investigador y compartir con él información técnica.

Función del investigador agrícola

El investigador agrícola tiene como función principal ampliar la información agrícola, mediante investigación científica. Una parte de sus actividades es identificar, conjuntamente con los agricultores, los problemas agrícolas que ameriten o necesiten estudio para obtener información que ayude a resolverlos. Donde no se tiene servicio de extensión, los investigadores tienen la misión de compartir la información a los productores.

Mensajes de interés para los agricultores

El trabajo más importante de los investigadores y los extensionistas, como interlocutores de los agricultores, es entender el problema o el proyecto coordinadamente con el agricultor, en el sistema de producción del agricultor. Una vez entendiendo el problema o el proyecto de una manera similar a como el agricultor lo entiende, el investigador o el extensionista estará listo para:

- Comentarle qué actividades está realizando bien (y felicitarlo por ello).

- Consultar información y compartirla con él sobre problemas o sobre prácticas novedosas que él puede asociar con las que está haciendo bien.
- Explicarle qué procedimientos o métodos puede adoptar o adaptar en reemplazo de otros que no sean adecuados.
- Comentarle qué aspectos nuevos puede aplicar en sus trabajos. Por ejemplo, un método fácil de selección, o un ensayo simple en la finca.
- Preguntarle qué destrezas o habilidades pueden desarrollar y poner en práctica él y los miembros de su familia para complementar o reemplazar otra práctica que no esté dando resultados óptimos.
- Preguntarle qué observaciones sistemáticas puede hacer para ver si sus cambios le dan mejores resultados.
- Preguntarle qué problemas concretos le gustaría resolver, y cuando es oportuno hacerlo.

Al proceder así, no es difícil identificar problemas que afectan a uno o a varios agricultores, preparar mensajes pertinentes y enviarlos por medios adecuados. Los agricultores, seguramente, estarían esperando la información. ¿Sería entonces necesario tratar de persuadir al agricultor para que acepte mensajes sobre innovaciones?

LA ENTIDAD Y LA COMUNICACION

Toda entidad--agrícola o de otra clase-- tiene su razón de ser, fines, políticas, normas, poderes, funciones, trabajos, sanciones, límites y procesos generales. Uno de esos procesos es comunicación. En la entidad se pueden dar tres grandes movimientos de comunicación.

- Desde afuera hacia la entidad.
- Dentro de la entidad.
- Desde la entidad hacia afuera.

Desde afuera hacia la entidad

Seguramente consta en las políticas agrarias generales de cada país que los técnicos agrícolas tienen la responsabilidad profesional de escucharle al productor sus problemas agrícolas y llevar mensajes al respecto hasta los centros de investigación o de extensión, y viceversa. Así no constara, escuchar al productor y al consumidor es una tarea ineludible de las entidades dedicadas a la agricultura. Otra es hacerle llegar oportunamente información técnica agrícola.

Si se trata de mejorar la agricultura y de ayudarle al agricultor a producir mejor, la comunicación agrícola hacia la entidad **tiene que empezar por los oídos** de quien cree que dispone de información para comunicar. No debemos empezar por codificar mensajes para enviarlos allá donde se supone que deben ser enviados, sin interesarnos en los fines y el bienestar de los agricultores, ni en los efectos que el mensaje podrá tener o en su fracaso.

El escuchar al interlocutor es importante relacionar sus ideas centrales con sus:

- problemas vitales: mala salud, inseguridad...
- necesidades básicas: alimentación, sueño, apoyo social..
- motivaciones fundamentales: dinero, prestigio, la familia...
- intenciones o planes: cambiar de cultivo, de práctica, descansar...
- esfuerzos y recompensas: inversiones, ganancias, buen cultivo...

- conocimientos sobre el tema: teoría, práctica, lecturas...
- maneras de hacer las cosas: tradicional, moderno, sistemas...
- relaciones con su grupo o comunidad: líder, aislado, seguidor...
- sus experiencias: fracasos, oposiciones, éxitos, premios...

La atención a estos aspectos, y a otros como ellos, ayuda a mantener una comunicación eficiente hacia una entidad agraria y a cumplir sus fines o políticas, entendiendo, aceptando y respetando los puntos de vista del agricultor sobre actividades que él realiza y situaciones que lo afectan directamente.

Dentro de la entidad

Dentro de cada entidad se dan procedimientos de comunicación muy variados. Pueden ser de flujo vertical hacia abajo, como en lo militar, de flujo vertical hacia arriba, de flujo horizontal o, idealmente, en red multidireccional. La comunicación eficiente dentro de la empresa es

debe para definir con precisión y claridad:

los objetivos de la comunicación y su aporte al logro de los fines de la entidad misma.

las actividades de comunicación, extensión o investigación que sean necesarias para ayudar a lograr los objetivos, dentro de las limitaciones y recursos de la entidad.

Debido a la movilidad hacia afuera

Toda entidad debería organizar y estimular su comunicación hacia afuera, esto es, hacia las personas que puedan tener interés en los resultados, productos o servicios de la entidad. De este modo, la entidad busca comunicarse con el mundo y se convierte en origen o fuente de información.

Por ejemplo, el CIP ha establecido una red mundial para intercambio de información y germoplasma sobre los cultivos de papa y batata. Esta red tiene sus centros de interés en las oficinas regionales del CIP, en ocho regiones productoras de papa en el mundo, principalmente sobre la zona tórrida. En las oficinas regionales del CIP se concentra la comunicación entre los científicos del CIP y los científicos, dirigentes y extensionistas de otras entidades en más de 140 países.

Además, el CIP apoya a las redes de trabajo cooperativo en papa, tales como, el PRECODEPA,* EL PROCIPA, EL PRACIPA, y LA ALAP y a su vez recibe apoyo de ellas. También apoya el intercambio de información que realiza la Red Interamericana de Comunicadores Agrícolas, RICA, constituida informalmente por comunicadores de entidades de investigación agrícola en países de América Latina.

La "transferencia de tecnología" es una forma de comunicación de la entidad hacia afuera. Pero, por transferencia de tecnología en el CIP, se entiende--en términos generales-- un sistema interdisciplinario de trabajo y entrenamiento para compartir, con los países, información germoplasma y tecnologías sobre el cultivo de la papa, y más recientemente también sobre batata (camote). El CIP ha venido dedicando la mitad de su presupuesto a la generación y adaptación de tecnologías aplicables para mejorar el cultivo de la papa, y la mitad a su programa de "transferencia de tecnología".

PRECODEPA = Programa Regional Cooperativo de Papa (Centro América y el Caribe.
PROCIPA = Programa Cooperativo de Investigaciones en Papa (Cono sur de Sur América)
PRACIPA = Programa Andino de Investigación en Papa (Area Andina)
ALAP = Asociación Latinoamericana de Papa.

En las entidades donde ustedes trabajan, seguramente también hay un esquema de comunicación para llevar información útil de la entidad hacia las clientelas respectivas y viceversa.

COMUNICACION DE LA INFORMACION OBTENIDA

Es un error suponer que información útil es principalmente la que genera la empresa a la cual el técnico está vinculado. La información útil en agricultura tiene diversas fuentes, esto es, punto de origen. Entre ellas están:

- La experiencia de los productores y consumidores.
- Los resultados del trabajo de los investigadores o científicos.
- La experiencia de organizaciones y empresas interesadas.

Para aprovechar estas fuentes de información, en beneficio de la producción agrícola, es conveniente tener en cuenta los puntos siguientes.

La idea de trabajar comunicativamente

Incorporar la comunicación sobre comunicación social como componente continuo en otras actividades de capacitación, y en el trabajo diario de las personas no es darles más trabajo. Es darles claves para que puedan hacer su trabajo diario de una manera comunicativa. Esto es, escuchando y compartiendo información de manera efectiva, con objetivos claros y actividades adecuadas. Al tener capacitación en comunicación el director de la oficina puede dirigir comunicativamente; el investigador puede investigar comunicativamente; el extensionista podrá realizar sus actividades comunicativamente. De ese modo se utilizan a fondo las

fuentes disponibles de información sin sesgarse hacia la investigación, y sin descuidar al agricultor.

La Capacitación tradicional

La capacitación en asunto técnicos, en general, se ha efectuado con un programa de todo el día durante varios días, que incluye instalación, conferencias técnicas, preguntas, prácticas, exámenes y clausura. A veces se ha incluido una conferencia de comunicación, en la cual un experto en ese campo llega, da una magnífica charla sobre lo que a él le ha parecido más indicado, y luego desaparece. Al final del curso, los participantes regresan a sus sedes con muchos documentos, que quizás no vuelvan a leer jamás, y se concentran otra vez en sus funciones diarias. No llevan objetivos, o éstos están confundidos con las actividades de rutina. En consecuencia, los participantes se convierten en nuevos depósitos pequeños de información que no comparten. No se convierten en nuevas fuentes de información. Así las cosas, los problemas siguen como antes, y no empeorar es tomado como medida de éxito.

Capacitación por objetivos de comportamiento

Toda persona (A), que ayude a capacitar, debe definir especialmente sus **objetivos de comportamiento**. Esto es, debe definir qué es lo que espera que otras personas (B) queden en capacidad de hacer como fruto de participar en actividades de capacitación o comunicación que realice (A). Los objetivos de comportamiento pueden ser generales o específicos, fluyen lógicamente de la necesidad de resolver el problema, bien definidos, sirven para:

- concretar con un verbo de acción lo que se espera ver cumplido.
- facilitar la búsqueda de información pertinente.

- darle a las personas (B) un índice y un plazo para medir sus logros.
- establecer la base para la evaluación de resultados.

Diferencia entre los objetivos y actividades

En el campo agrícola es preocupante la confusión entre los objetivos y actividades, porque dentro de esa confusión, lo que se realiza son actividades generalmente de rutina. Como consecuencia, no mejoran ni la producción ni el productor.

Por actividad se entiende en capacitación lo que una persona (A) debe realizar para que otras personas (B) queden en capacidad de realizar para cumplir los objetivos de comportamiento establecidos por (A) o de común acuerdo entre A y B. Las actividades pueden ser generales o específicas y fluyen lógicamente de los objetivos.

La mayoría de nosotros puede explicar cuáles son sus actividades. Como estudiantes nuestras actividades han sido ir a clase, tomar notas, estudiar, etc. Como funcionarios, sabemos que las actividades son ir al trabajo, y atender los asuntos de la oficina. Pero pocas personas tienen claro en su mente cuáles son los objetivos generales, y cuáles los específicos, porque, en general, los confunden con las actividades.

En resumen, actividades son las realizaciones del educador para que los educandos queden en capacidad de cumplir los objetivos.

LA CAPACITACION SOBRE COMUNICACION

No es lo mismo saber bien el tema que saber compartirlo, es decir comunicarlo. Conocemos profesores que saben la materia pero no saben enseñarla. Cuántos técnicos agrícolas han recibido capacitación

aplicable en principios y técnicas de comunicación social? De otro lado, quién duda de la necesidad que hay de comunicarse eficientemente con los productores y consumidores de productos agrícolas? Finalmente, no son los técnicos agrícolas las personas más indicadas para compartir información agrícola con otras personas?

Por eso insistimos en que se debe incorporar la capacitación sobre comunicación en toda actividad de capacitación para técnicos sobre aspectos de la producción agrícola.

Capacitación sobre comunicación como actividad continua en cursos de producción agrícola.

En esencia, se trata de que ustedes, en varias sesiones nocturnas de trabajo, durante la realización del curso, y con la orientación de especialistas de comunicación, identifiquen su clientela, definan problemas agrícolas que tiene esa clientela, redacten objetivos, definan sus actividades, y, sobre todo, busquen en toda la información técnica presentada y disponible en el curso, la recomendación técnica más adecuada y económica para ayudar a que sus clientes resuelvan los problemas definidos.

Hecho lo anterior, se trata de que ustedes preparen bocetos de mensajes para compartir esa información con sus clientes. Los coordinadores del curso buscarán que diversos especialistas en comunicación trabajen sobre esos bocetos para producir los mensajes. Con estos mensajes ustedes se ayudan para lograr que sus clientes queden en capacidad de realizar los objetivos.

No se trata, pues, de una conferencia más. Tampoco de aprender técnicas de comunicación en cuatro o cinco horas. Se trata de ayudar a capacitar comunicativamente, para trabajar comunicativamente.

Este enfoque ha sido aplicado por el CIP y el IICA en Bolivia, y por el CIP en el Perú y en Colombia. Los resultados han sido buenos, pero pueden ser mejores. En cursos anteriores varios investigadores y profesionales del campo han producido borradores para carteles, rotafolios, cartas circulares, notas de prensa, o grabaciones para radio. Varios han redescubierto con felicidad sus capacidades para poner en papel--al alcance de los demás-- borradores e ideas que antes estaban solamente en su cabeza. Vieron que al grabar fuera de su cabeza algunos bocetos de sus ideas, diversas personas podían pulirlos y producir formas publicables de comunicación. Si esas ideas se hubieran quedado dentro de la cabeza, ninguna otra persona habría podido hacer algo con ellas.

Método para seguir en el curso

Los siguientes pasos resumen el método de trabajo para la capacitación sobre comunicación en el curso de una semana o más. Se espera que los participantes lo adopten y apliquen en sus actividades de capacitación para otros técnicos o para agricultores.

- Identificar problemas, en el cultivo, que cada participante perciba como graves y perjudiciales para las personas con las cuales trabaja, esto es, sus interlocutores.
- Definir los problemas y establecer si se pueden resolver pronto por:

- consulta de información existente.
- investigación adaptativa, posiblemente en fincas.
- investigación científica.

- Redactar objetivos específicos de comportamiento para ayudar a que los interesados resuelvan problemas que los afectan.

- Preparar las actividades necesarias para que usted proporcione la información y orientación necesarias a fin de que sus interlocutores queden en capacidad de cumplir los objetivos.

- Repasar, en las noches, la información técnica compartida y obtenida durante cada día del curso, para buscar en ella la información específica aplicable a la solución de esos problemas percibidos.

- Preparar borradores de mensajes, tanto de contenido técnico como de promoción, dirigidos a las personas que tienen cada problema para ayudar a resolver el problema. Se incluyen:
 - Carta circular.
 - Popularización de un artículo científico.
 - Nota para radio.
 - Discurso de tres minutos.
 - Nota para periódico.
 - Cartel.
 - Letreros.
 - Otros, como preparación de compendios, guiones para radio, o rotafolios.

- Planear metodologías para combinar formas de comunicación que hagan mas factible la aplicación de la información a las decisiones diarias de las personas involucradas, Por ejemplo:
 - un día de campo.
 - una demostración de método.
 - una campaña de comunicación.
- Probar los bocetos de los mensajes con personas representativas de ambos interlocutores, para hacer los ajustes necesarios.
- Identificar recursos y definir tiempo para producir los mensajes.
- Entregar los bocetos a los instructores quienes coordinarán la preparación de los mensajes.
- Hacer llegar los mensajes oportuna y organizadamente a los interlocutores.
- Identificar maneras de mantener activa la comunicación, para el seguimiento, la evaluación y el replanteamiento necesario.

Combinación de medios

Para el éxito en la capacitación, los objetivos y eventos reales son los mejores ayudas audiovisuales y se emplean en combinación con otras formas de comunicación. Para capacitación de técnicos, el CIP emplea clones de papa, equipos para detectar virus, tubérculos y plántulas in vitro, instalaciones, por ejemplo almacenes rústicos o plantas procesadoras de papa, al mismo tiempo que charlas, publicaciones y fotografías como materiales fundamentales de comunicación para propiciar el aprendizaje.

De otro lado, para compartir información con agricultores, por ejemplo, sobre cómo desinfestar la semilla de papa, se sabe que no se logra comunicación eficiente mediante publicaciones repartidas por correo, o con diapositivas o cintas grabadas que se emplean en forma independiente. Se logra comunicación efectiva de información sobre ese tema mediante prácticas demostrativas en las que entran diversas formas de comunicación. Estas prácticas deben ser:

- sobre necesidades reales de estos agricultores,
- efectuadas con objetos reales, y ayudas de comunicación,
- en condiciones reales,
- por personas con experiencia en esa práctica,
- para compartir información con personas que esperan reducir incertidumbres en sus labores.

En la planeación de la capacitación también se da la combinación de corrientes de comunicación y de recursos. Por ejemplo, antes de realizar un curso (que es una actividad de comunicación) el CIP escucha a varias personas expertas que dan sus conocimientos y opiniones al respecto, define el tipo de participantes, presupuesto, responsables, y propósitos. Luego se capacitan personas que coordinarán el curso. Después se redactan los objetivos del curso y se programan y realizan las actividades necesarias para hacer posible que los participantes en el curso cumplan los objetivos.

CONCLUSIONES

El presente enfoque de la capacitación sobre comunicación busca que los participantes en cursos:

- Tomen al agricultor como el centro del trabajo agrícola.

- Dejen de tomar la comunicación como un trabajo más.
- Se convenzan de que pueden hacer su trabajo comunicativamente.
- Reflexionen sobre las conferencias y prácticas de materias técnicas para extraer de ellas mensajes breves y concretos para ayudar a resolver problemas de los "clientes".
- Practiquen formas sencillas de preparar bocetos para mensajes.
- Redescubran el agrado de actualizar herramientas de comunicación como el dibujo y el leguaje.
- Acojan la preparación de objetivos y de actividades como herramientas valiosas en su trabajo.
- Tomen como reto la tarea de compartir con sus clientes la información sobre principios y métodos aprendidos en el curso.

LECTURAS ADICIONALES

1. RAMSAY, J.H, Frías, L.R. Beltrán., 1972. Extensión Agrícola, dinámica del desarrollo rural. Lima, IICA. 578 p.
2. RHOADES, R., R. Booth. 1982. Farmer-back-to-farmer: a model for generating acceptable agricultural technology. Agricultural Administration 11:127-137.
3. RINCON R., H. 1986. La comunicación como un componente continuo de la capacitación. In V curso internacional sobre el cultivo de la papa, con énfasis en la producción de semilla. Lima, Universidad Nacional Agraria. 9p.

CLAVE PARA LA IDENTIFICACION DE LARVAS DE LAS PALOMILLAS (Lepidoptera: Gelechiidae) DE LA PAPA

Dr Luis Valencia V.
Entomólogo del CIP

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

-
- 1.- Larvas que atacan el follaje..... 2
 - Larvas que atacan los tubérculos..... 4

 - 2.- Larvas de color blanco cremoso..... 3
 - Larvas de color blanco cremoso, con bandas longitudinales que recorren todo el cuerpo de color rosado..... *Eurysacca melanocampta*

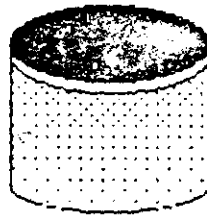
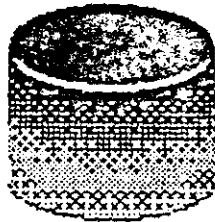
 - 3.- Larvas de color blanco cremoso, segmento proto-torácico de color marrón oscuro, también atacan los tubérculos (Fig. 1) *Phthorimaea operculella*
 - Larvas de color blanco cremoso, casi transparentes en donde se puede ver fácilmente el contenido del tracto digestivo, segmento proto-torácico del mismo color al resto del cuerpo..... *Scrobipalpula absoluta*

 - 4.- Larvas de color blanco cremoso, también atacan en el follaje, es de distribución cosmopolita..... *Phthorimaea operculella*
 - Larvas de color blanco cremoso, con bandas longitudinales de color rosado..... 5

- 5.- Base de los pelos corporales de las larvas (máculas) intensamente pigmentadas. Especie originaria de Centroamérica (Fig. 2).....*Scrobipalopsis solanivora*
- Máculas ligeramente pigmentadas, especie con distribución muy restringida.....*Symmetrischema plaesiosema*

P. operculella

S. absoluta



Placa cervical

Segmento
proto-torácico

Fig. 1.- Diseño de la placa cervical y el segmento proto-torácico de dos especies de palomillas.

Scrobipalopsis solanivora

Otras especies

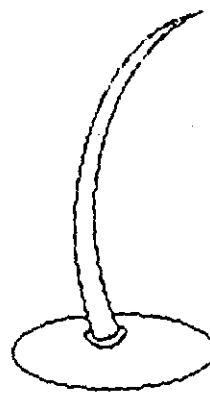
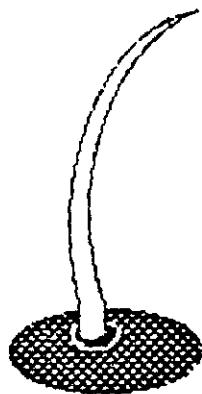


Fig. 2.- Máculas características de algunas especies de palomillas.

Estrategias de Control de las Polillas de la Papa
dentro de un esquema de Control Integrado

Fausto H. Cisneros - Octubre 1988.

El Problema. Identificación de las especies.

Con el nombre de "polillas" o "palomillas" de la papa se conocen en la América subtropical por lo menos cuatro especies de insectos muy dañinos. De ellos, *Phthorimaea operculella* (Zeller) es la especie de más amplia distribución no solo en América sino en todo el mundo. Las otras especies tienen una distribución más restringida. *Symmetrischema plaeseosema* (Turner) está registrada en los Andes de Perú y Colombia, Estados Unidos y Australia; *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick), en Colombia, Perú, Chile, Argentina y Brazil; y *Scrobipalpula solanivora* (Povolny), en Centro América, y más recientemente en Colombia y Venezuela.

Las polillas de la papa constituyen plagas claves para los tubérculos de papa almacenados en todas las zonas productoras; y también pueden serlo en el campo en climas abrigados y de escasa lluvia.

El registro de varias especies en un mismo país no necesariamente significa que todas las especies están presentes en una misma región o en la misma época. En el Perú, por ejemplo, *S. absoluta* sólo se presenta en la Costa; *P. plaeseosema*, solamente en la sierra; mientras que *P. operculella* se presenta en la Costa, en la sierra y en la selva alta. En el almacén esta especie puede ocurrir durante todo el año; pero su presencia en el campo es estacional. Se presenta sólo entrada la primavera y especialmente en el verano; en la sierra prácticamente no se presenta en el campo; y en la selva alta las infestaciones ocurren de preferencia en la época de escasa lluvia.

Naturaleza del daño.

Existen ciertas diferencias en las formas de daños causados por las diversas especies de polillas. Dos de ellas, *P. operculella* y *S. plaeseosema* atacan tanto a la parte aérea de la planta como a los tubérculos y sus infestaciones pueden ocurrir en el campo como en el almacén. En cambio *S. absoluta* sólo daña la parte aérea de la planta; mientras que *S. solanivora* sólo daña tubérculos. Esta última especie se presenta tanto en el campo como en el almacén.

El daño en la parte aérea de la planta se presenta en los brotes y en las hojas. La larva perfora el brote y las yemas axilares penetrando hacia el tallo. Como consecuencia, el

terminal de la planta o de las ramas infestadas muere. Si la infestación es ligera la planta puede recuperarse desarrollando nuevas ramas. Si la infestación es severa el crecimiento de la planta se detiene y la planta se marchita por la perforación del tallo. Las larvitas que penetran a las hojas comen el parénquima formando minas lagunares dentro de las cuales puede distinguirse la larva. Puede producirse también el doblado parcial de la hoja o el pegado de hojas vecinas dando protección a las larvitas. Este daño contribuye a acelerar el marchitamiento de la planta.

Los daños a la parte aérea de la planta son considerados daños indirectos puesto que la parte que se cosecha son los tubérculos. De allí que la planta tenga cierta capacidad para tolerar este tipo de daño sin que se produzca una disminución en los rendimientos.

En los tubérculos, las larvas perforan túneles dentro de los cuales quedan los excrementos del insecto en forma característica. Los tubérculos perforados suelen ser atacados por hongos y bacterias que aceleran su descomposición. En todo caso los tubérculos atacados suelen quedar inaptos para el consumo.

Los daños a los tubérculos son daños directos, donde no queda margen de recuperación para el tubérculo atacado. En ausencia de medidas de control y en condiciones favorables para el desarrollo de la plaga estos daños pueden alcanzar niveles muy altos, inclusive la pérdida total de los tubérculos almacenados en unos pocos meses.

El Proceso de la Infestación.

La infestación inicial en el campo es realizada por los adultos provenientes de otros cultivos de papa, de tubérculos infestados almacenados, o de otras plantas hospederas. Los adultos emergen de cocones localizados en la superficie del suelo o en rastrojo cerca de las plantas. En los lugares de almacenamiento las larvas pueden desplazarse distancias considerables en busca de lugares apropiados como hendiduras, rastrojos, sacos, etc. En los tubérculos de superficie irregular de las yemas del tubérculo pueden ser suficiente protección para las pupas; pero, en general, las larvas prefieren empupar fuera del tubérculo.

Las hembras depositan sus huevos sobre el follaje, brotes, superficie del suelo, rastrojos o tubérculos expuestos. Si el suelo presenta rajaduras, las polillas suelen penetrar en ellas para ovipositar sobre los tubérculos y si el suelo es muy suelto, la hembra también puede excavar ligeramente para así alcanzar la superficie de los tubérculos más superficiales.

Las larvitas recién nacidas perforan el terminal de la planta o penetran al tejido de las hojas. Una buena parte de la población larval suele abandonar el follaje donde encontró su

primer alimento y baja al suelo en busca de tubérculos, introduciéndose por las rajaduras que puede presentar el suelo, o perforando los tubérculos que están expuestos. Los tubérculos quedan particularmente vulnerables en el período previo a la cosecha, cuando comienza la senescencia de la planta. En este período se incrementa rápidamente la infestación de los tubérculos.

La infestación inicial en almacén puede provenir de diferentes fuentes. Si las condiciones de higiene no son adecuadas numerosas pupas pueden quedar en los resquicios y otras partes del almacén de donde emergen los adultos que depositan sus huevos en los tubérculos almacenados. Si los almacenes no están bien cerrados, (puertas, ventanas, paredes) adultos de diversas procedencia pueden ingresar a los almacenes. De igual manera, larvitas de almacenes fuertemente infestados pueden desplazarse distancias relativamente considerables para penetrar en otros lugares de almacenamiento. Una fuente importante de infestación son los tubérculos que vienen infestados desde en campo y que contienen larvas o huevos de la polilla.

En el campo los adultos son activos en el crepúsculo y por la noche. Durante el día los adultos se ocultan entre el follaje o descansan en el suelo. En la oscuridad del almacén las polillas se mantienen continuamente activas. Las larvitas recién nacidas están sometidas a mortalidades muy altas (entre 30 y 40%) en el proceso de penetración al tubérculo.

Ocurrencia estacional.

En los climas con tendencias estacionales marcadas, en relación a los regímenes de lluvias (períodos secos y lluviosos) o de temperatura (períodos fríos y calurosos), suele establecerse también una tendencia estacional para las polillas en el campo (mayor o menor abundancia). En los climas más o menos uniformes, de existir alguna tendencia en la ocurrencia estacional de la polilla ésta suele estar asociada a la presencia de plantas hospederas y otras fuentes de reproducción de la polilla como almacenamientos inapropiados.

De existir una tendencia estacional marcada, como en el caso de Túnez (von Arx et. al, 1988), se dispone de una opción importante para el manejo de la plaga por selección del período de siembra y de cosecha. Es conveniente que en todas las zonas de producción de papa donde la polilla es problema, se determine la ocurrencia estacional de esta plaga.

Análisis de la relación polilla - planta - tubérculo.

La asociación entre la polilla y la planta de papa puede considerarse como una secuencia continua desde la siembra y desarrollo de la planta hasta la cosecha y el almacenamiento de los tubérculos. Durante todo este tiempo existe una situación

continúa de susceptibilidad a las infestaciones. Sin embargo, para entender con mayor claridad las varias estrategias de lucha que pueden emplearse contra esta plaga, se pueden caracterizar cuatro estados o etapas en el proceso de la producción de la papa, cubriendo el ciclo de siembra, cultivo, cosecha y almacenamiento.

1. Desarrollo vegetativo de la planta antes de la tuberización; período en el que sólo pueden ocurrir infestaciones en la parte aérea de la planta.
2. Plantas con tubérculos, período en que pueden ocurrir infestaciones en la parte aérea y en los tubérculos.
3. Cosecha: período en que los tubérculos están directamente expuestos a las poblaciones de la polilla en el campo.
4. Almacenamiento: período en el que los tubérculos pueden estar expuestos a repetidos ciclos de infestación.

Revisión de las estrategias de Control de la Polilla.

Las diversas estrategias de control que se han desarrollado contra la polilla de la papa pueden formar parte de un programa de control integrado adecuándolas entre otras cosas, a las etapas de la producción de la papa mencionadas antes.

A continuación se presenta una breve revisión de las principales estrategias de control.

Resistencia a la polilla.

El grado de resistencia o susceptibilidad de las plantas es un factor fundamental en la protección de cultivo. Es muy difícil proteger plantas muy susceptibles; y, por el contrario, plantas con ciertos niveles de resistencia facilitan el empleo de otras medidas de control complementarias.

En el caso de las polillas de la papa, la evaluación de la resistencia se ha concentrado contra la especie *P. operculella* que es la más ampliamente difundida. La resistencia puede expresarse en términos de no preferencia para la oviposición y de antibiosis o sea el efecto bioquímico de los tejidos de la planta desfavorable para el desarrollo del insecto. En el caso de la papa podría agregarse el efecto mecánico-bioquímico de los tricomas glandulares. Dados los hábitos del insecto, la resistencia contra la polilla puede expresarse en relación con la parte aérea de la planta y en relación con los tubérculos, mecanismos que no necesariamente están ligados.

Resistencia de la parte aérea de la planta. Esta resistencia ha sido poco estudiada a pesar de que estaría afectando a la población del insecto en el campo que, normalmente, antecede a la

infestación de los tubérculos. Por otro lado, al tratarse de un daño indirecto tendría una fácil integración con la acción de sus enemigos naturales. Una de las razones para su limitada investigación podría ser la dificultad para su evaluación.

El CIP ha centrado su investigación en la presencia de tricomas glandulares en la superficie de las hojas y de los tallos de la papa aunque no se trata de un mecanismo específico contra la polilla de la papa. Al contrario, los tricomas glandulares son considerados mecanismos de resistencia mecánico-bioquímico de acción múltiple (Tingey et.al., 1984). Los tricomas han sido encontrados eficaces contra áfidos, cigarritas, arañitas rojas, escarabajos saltadores, crisomélidos y el escarabajo de Colorado de la papa. Todavía falta verificar su efecto contra la polilla de la papa.

El rol de los glicoalcaloides como mecanismo de resistencia a los insectos ha sido revisado por Tingey (1984). Desafortunadamente el contenido de glicoalcaloides en el follaje de papa suele estar altamente correlacionado con su presencia en los tubérculos y algunos de estos compuestos son tóxicos para los mamíferos. Sería necesario independizar el contenido de glicoalcaloides en el follaje o aislar aquellos que no representan un peligro para el hombre.

Resistencia de los tubérculos: Los tubérculos de papa de la mayoría de los cultivares comerciales son susceptibles en mayor o menor grado al daño de la polilla. Estas diferencias parecen no tener interés práctico en el campo pero podrían tenerlo en condiciones de almacenamiento prolongado sin refrigeración. En estos casos si las diferencias en las tasas de incrementos son significativas el valor práctico puede ser importante.

La búsqueda de resistencia a la polilla en parte del germoplasma de papa en el CIP ha dado resultados promisorios (Raman y Palacios, 1982). Se han identificado fuentes de resistencia en papas silvestres y cultivadas, diploides y tetraploides, y la resistencia diploide ha sido transferida a nivel tetraploide (Scurrah y Raman, 1984). En el Perú y Colombia se han seleccionado clones promisorios que están en proceso de evaluación a nivel de los programas nacionales (Raman, 1988, Estrada y Valencia, 1988).

Las investigaciones sobre la resistencia de los tubérculos ha sido perturbada por la posible existencia de razas de la polilla con capacidad para dañar tubérculos encontrados resistentes a otras razas. Este asunto no está del todo dilucidado.

Poco se conoce de los mecanismos de la resistencia detectada y de su control genético por lo que su herencia e incorporación en materiales avanzados resultan complejos (Raman et.al, 1981). La incorporación de los niveles de resistencia deseables a las variedades de preferencia local parece ser un aspecto muy importante. El desarrollo de variedades totalmente nuevas sobre la base de altos niveles de resistencia a la polilla podría tener problemas de aceptación.

Una alternativa transitoria para encarar los problemas de almacenamiento podría ser evaluar las variedades comerciales locales respecto a su efecto en la tasa de reproducción de las poblaciones locales de la polilla. Seleccionar los cultivares menos favorables para la plaga y sobre esta base adicionar todos los otros factores de protección y mortalidad que resulten prácticos en las condiciones locales.

Uso de Feromonas sexuales.

Las feromonas sexuales son sustancias producidas por un insecto que tienen el efecto de atraer a otro insecto de la misma especie con fines de apareamiento. Como en la mayoría de los lepidópteros, las feromonas de la polilla de la papa son producidas por las hembras en un glándula cerca del extremo dorsal del abdomen.

Se conocen dos componentes (PTM_1 y PTM_2) de la feromona sexual de *P. operculella*. Estas sustancias fueron identificadas en 1975 (Roelofs et.al.) y 1976 (Persoons et.al.) y en la actualidad se producen comercialmente. Recientemente se ha identificado y sintetizado la feromona sexual de *S. solanivora* (Nesbitt et.al. 1985) con el apoyo del CIP y en la actualidad se trata de identificar las feromonas sexuales de *S. plaeseosema* y *S. absoluta* en el Institute for Pesticides Research, Wageningn, Holanda.

Las feromonas sexuales pueden usarse con los siguientes propósitos:

- "monitoreo" (captura restringida por medio de trampas).
- trampeo masal (destrucción de machos en gran escala).
- confusión de machos (interferencia en la atracción sexual).
- mezclas con insecticidas (cebos tóxicos).

En el "monitoreo" y trampeo masal se utilizan trampas que tienen como fuente de atracción a las feromonas. La eficiencia de las trampas depende de la proporción de la mezcla de feromonas y de sus dispensores, y del diseño, ubicación, número por área y mantenimiento de las trampas. Después de una serie de ensayos se ha encontrado adecuado para el Perú la mezcla de PTM_1 y PTM_2 en la proporción de 0.4mg + 0.6mg. por trampa pudiendo utilizarse feromonas sin purificar con eficiencia comparable a las feromonas purificadas (Raman 1988). Existe la posibilidad de que diferentes poblaciones de polilla respondan de manera diferente a las diversas proporciones de mezclas de feromonas. Un miligramo de la mezcla impregnada en un tapón de jebe de 9m.m de diámetro tiene su poder atrayente por más de 90 días. El producto puede guardarse por algunos meses a $-5^{\circ}C$ sin pérdida sensible del poder atrayente.

Las trampas de bandeja de agua y de embudo son igualmente efectivos en cuanto al número de polillas capturadas, pero la trampa de embudo tiene la ventaja de no necesitar mantenimiento. Las trampas son igualmente efectivas al nivel del suelo que a 40g y a 80cm. de altura (Raman, 1984).

Prospección o "Monitoreo". Esta práctica tiene como propósito evaluar la presencia y/o la densidad de la población de la polilla con la finalidad de determinar las acciones a tomar o para establecer su ocurrencia estacional. La población de la polilla se estima a base del número de machos capturados por día o por semana en cada trampa. El registro del número de machos capturados/semana/trampa permite un buen estimado relativo de la ocurrencia de la plaga. Pero la real correlación entre el número de machos capturados y la población de polillas en el campo o los daños que se ocasionan a las plantas no está bien documentada. Valencia (1981) encontró una correlación significativa entre la captura de machos y la oviposición obtenida en ciertos dispositivos especiales. Raman (1982) registró capturas de 95 machos/trampa/semana en promedio en un campo que a la cosecha tuvo una infestación de 2% de los tubérculos. En otro ensayo en que registró un promedio de 348 machos/trampa/semana con una máxima de 676 m/t/s. tres semanas antes de la cosecha, la infestación a la cosecha fue de 42% de tubérculos dañados.

Trampeo Masal. El trampeo masal tiene por objeto capturar la mayor cantidad posible de insectos con el fin de bajar su población y disminuir sus daños. Al usar las feromonas sexuales de la polilla sólo se capturan machos pero el efecto esperado es que como consecuencia de ello una gran proporción de hembras queden sin copular; y consecuentemente disminuya la tasa de reproducción de la población.

Raman (1988) ha reportado algunos experimentos de campo al respecto. A las densidades de una trampa por 70m² y una trampa por 200m², se redujo el número de machos atraídos por hembras vírgenes a 3 y 10% respectivamente. A la densidad de una trampa por 225 m², en una área de 0.5 ha se capturó 92,000 polillas machos en 110 días y la infestación se redujo de 42% de tubérculos infestados en el testigo a 19% en el área de trampas.

En condiciones de almacenes rústicos de luz difusa, la colocación de dos trampas redujo los daños a la mitad o a un tercio (de 34% en el testigo, a 17%; y de 60% a 20%) (Raman, 1988).

Las trampas de luz también son muy efectivas atrayendo polillas adultas con la particularidad de atraer hembras y machos. Según Sadik (comunicación personal) las hembras capturadas están oviplenas y en almacenes el número de polillas atrapadas es mayor que en las trampas de feromonas.

Desorientación de Machos. Esta técnica tiene por objeto saturar un ambiente con el olor de la feromona sintética de modo que el macho no pueda detectar la feromona natural que lo orienta hacia la hembra. UN factor importante para este uso es la formulación de la feromona de modo que sea liberada lentamente pero en la cantidad suficiente para que sea efectiva.

Una formulación microencapsulada de la feromona de la polilla asperjada dos veces o la concentración de 0.26% en almacenes, al inicio del almacenamiento y un mes después, en condiciones de alta infestación de la polilla redujo la intensidad de la infestación (Raman, 1988) pero no en grado suficiente para considerarlo de interés práctico. Queda por investigar el efecto en condiciones de menores intensidades de infestación y/o mejorando el sistema de liberación de la feromona.

Mezclas de feromona con insecticida. Una técnica relativamente poco estudiada es la formulación de cebos tóxicos a base de mezclas de la feromona de la polilla con un insecticida. Las ventajas teóricas del sistema de que los insectos atraídos por la feromona mueren al ponerse en contacto con el insecticida. Bastaría aplicar un área relativamente pequeña para lograr este efecto.

Protección mecánica y con plantas repelentes.

La protección de los tubérculos de papa y otros productos agrícolas almacenados utilizando el efecto repelente de ciertas plantas es una práctica muy antigua entre los agricultores del Ande. Esta práctica ha sido rescatada recientemente considerándose una buena alternativa al uso de insecticidas.

La planta de "muña", (*Minthostachys* spp.) ha sido usada por los agricultores nativos del Perú y Bolivia para proteger la papa y otros tubérculos almacenados contra las polilla y los gorgojos. Los aceites esenciales (Gibaja, 1960) de esta planta tienen efecto inhibidor de diversos microorganismos (Hurtado y Munares, 1978) retardador del brotamiento de la papa (Vejarano y Aliaga, 1972) y repelente contra la polilla (Ormachea, 1985).

En el CIP se ha estudiado el efecto de *Minthostachys* y otras especies con alto contenido de aceites esenciales como *Lantana camara*, *Eucalyptus globulus* y *Cymbopogon citratus* (Raman et al, 1987). Esta última especie parece carecer de efecto repelente y su acción se limita a la de una barrera física; similar a aquella que se logra con la cobertura de los tubérculos con paja de arroz o cebada.

Cuando la "presión biológica" de la plaga es muy fuerte, es decir cuando las poblaciones de la polilla son altas y las condiciones favorables, las coberturas protectoras de paja, de 10 a 20cm. no excluyen la penetración de larvitas provenientes de

tubérculos almacenados. En estos casos es preferible adicionar papel periódico entre los tubérculos y la cobertura de paja (von Arx et.al. 1988).

Control Biológico.

Las polillas de la papa son atacadas por diversas especies de enemigos naturales, principalmente parasitoides y patógenos. Los predadores parecen ser de menor importancia. La ocurrencia de estos enemigos naturales en el área andina es concordante con el hecho de que la polilla, su hospedero, sea nativa de esta región.

Parasitoides: De las varias especies de parasitoides identificadas en el Perú las avispa *Apanteles gelechiidivoris* Marsh (Braconidae) y *Copidosoma koheleri* Blanchard (Encyrtidae) parecen ser las más eficientes (Bennet, 1984; Raman & Redolfi, 1984).

A. gelechiidivoris parasita a *P. operculella* y *S. absoluta*. El parasitismo se inicia en el primero y segundo estadio de la larva de la polilla y se desarrolla dentro de ella hasta que ambas completan su desarrollo larval. La duración del ciclo es de tres a cuatro semanas según la temperatura. (Redolfi y Vargas 1978).

La avispa *C. koheleri* es un parasitoide huevo-larval poliembriónico con una extraordinaria capacidad de multiplicación. Cada larva del parasitoide da lugar a varias decenas de avispas, de modo que una sola avispa hembra tiene la potencialidad de producir algunos miles de nuevas avispas. Su crianza masal es relativamente sencilla y su introducción a nuevas áreas o sus liberaciones para reforzar las poblaciones del campo han dado buenos resultados. A 27°C se logran de 9 a 10 generaciones por año.

Las infestaciones de la polilla en el campo, particularmente en la parte aérea de la planta, en oposición a las infestaciones en el almacén, son más apropiadas al control por parasitoides. Por un lado, los huevos y las larvas de la polilla están más accesibles a la acción del parasitoide; y por otro lado, existe un margen de tolerancia en el nivel de infestación de la planta antes que se presenten efectos en la cosecha.

Predadores: Poco se sabe de la acción de predadores en el campo. Sin embargo, von Arx et.al. (1988) sugiere que el rol de las arañas y otros predadores merecen ser estudiados sobretodo en condiciones de almacenamiento rústico.

Patógenos: Otro importante grupo de enemigos biológicos de las polillas son los patógenos que producen enfermedades en la plaga. Por lo menos dos microorganismos tienen importancia práctica: la

bacteria *Bacillus thuringiensis* (Berliner) cuyas formulaciones comerciales se usan contra diversas larvas de lepidópteros; y un baculovirus que produce granulosis en las larvas de la polilla. Este virus ha sido identificado por investigadores del CIP (Raman y Alcazar, 1988) como un eficiente patógeno de la plaga.

La efectividad de *B. thuringiensis* ha sido demostrada en el Perú (Raman et.al., 1987) y en Túnez (von Arx et.al., 1988). La bacteria produce un cristal proteínico que intoxica a la polilla que lo ingiere; su acción es similar a la de un insecticida de ingestión. Si bien puede aplicarse en aspersiones y en espolvoreos, se considera que los espolvoreos son más apropiados para tratar tubérculos almacenados ya que el agua de las aspersiones podría favorecer las pudriciones del tubérculo.

El empleo del baculovirus de la granulosis está en proceso experimental. Aunque, originalmente fue aislado de larvas de polillas enfermas colectadas en el Perú, se ha comprobado su existencia en otros países. Lo extraordinario de este patógeno es su alta efectividad y la facilidad para ser multiplicado a nivel del agricultor. Con este fin, las larvas enfermas, que se vuelven inmóviles y de color blanco opaco, se trituran y maceran en agua (Raman y Alcázar, 1988). Cinco larvas por cada dos litros de agua da la concentración suficiente para ser aplicada contra la planta en el campo y en el almacén. Para papa almacenada se prefiere espolvoreos. Esta formulación se logra mezclando el macerado con un polvo inerte (talco), se seca, muele, y tamiza.

Prácticas Culturales.

Las prácticas culturales están orientadas a explotar las condiciones que desfavorecen el desarrollo de la plaga. Podemos considerar la elección de la fecha de siembra, las prácticas agrícolas propiamente dichas como riegos y aporques, y la cosecha.

Fecha de siembra: Se ha indicado anteriormente que las bajas temperaturas y la lluvia son factores que afectan drásticamente las poblaciones de las polillas en el campo. De esto surge la primera recomendación que consiste en evitar que el cultivo se desarrolle en condiciones de alta temperatura y en la época de ausencia o escasa lluvia. Si fuera posible debe utilizarse la información de la ocurrencia estacional de la polilla para determinar mejor la época de siembra.

No se conoce con certeza en que formas la lluvia afecta la población del insecto. Valencia (1987) ha demostrado que los huevos de la polilla son capaces de soportar hasta dos días sumergidos en agua sin perder significativamente su viabilidad.

En cuanto a la extensión del período de siembra es bien conocido que cuanto más reducido sea este período mejores suelen ser las condiciones sanitarias del cultivo. Los cultivos

retrasados suelen ser los más afectados por las plagas. Por otro lado no pueden ignorarse los efectos que tienen las cosechas simultáneas (gran oferta) en los precios de venta del tubérculo.

Prácticas agronómicas: Se ha mencionado que los tubérculos superficiales son fácilmente atacados por la polilla y que cuando se producen grietas en el terreno se facilita el acceso de polillas y larvitas neonatas hasta los tubérculos. Estas dos condiciones deben ser evitadas mediante la adecuada profundidad de siembra, un buen aporque, oportuno paso de cultivadora, y control de riegos, cuando ésto es posible. Al mantener el terreno húmedo se evita la formación de rajaduras en el suelo.

Cosecha: Un factor crítico en la secuencia de las infestaciones de las polillas es el tiempo en que la papa cosechada queda expuesta al ataque de la polilla en el campo. Es absolutamente necesario que este período sea lo más corto posible. Las polillas son muy activas al atardecer y por la noche, de modo que los tubérculos dejados de un día para el otro pueden recibir muchos huevos de la polilla que se desarrollarán posteriormente. Hay que tener presente que la infestación inicial de los tubérculos, que suele pasar desapercibida, es un factor clave en la infestación que posteriormente se desarrolla en el almacén.

Campo limpio y eliminación de hospederos: La polilla suele pasar de una campaña agrícola a otra como población de campo o en el almacén.

Quando las condiciones ambientales no son adversas a las polillas, las infestaciones de campo pueden disminuirse con la eliminación de plantas solanáceas y otras hospederas de la polilla (tomate, berenjenas, pepino, ají, tabaco, datura, tomatillos, etc.) y si fuera posible, reglamentando el cultivo para asegurarse que no se cultive papa durante todo el año.

Si las fuentes iniciales son los almacenes hay que tomar medidas para evitar la salida de las polillas adultas y las larvitas del primer estadio. Estas suelen abandonar los almacenes cuando los niveles de infestación son muy altos (von Arx, 1988) y pueden pasar a través de mallas que son efectivas contra los adultos.

Selección de los tubérculos para almacenamiento: La primera consideración, a parte de la limpieza del almacén, es una selección cuidadosa de los tubérculos que van a ser almacenados. Pequeñas diferencias en los niveles de infestación inicial se magnifican grandemente con el transcurrir del tiempo.

Control Químico.

Las polillas de la papa han demostrado tener una gran capacidad para desarrollar resistencia a los insecticidas. Determinaciones de niveles de susceptibilidad a los insecticidas realizados en CIP (Collantes et. al., 1986) han demostrado altos niveles de resistencia a los piretroides. Estos mismos productos habían sido señalados como eficientes contra la polilla en años anteriores. En Túnez todavía se recomienda aplicar Permetrina y Deltametrina para controlar polilla en condiciones de almacén. En CIP - Perú los mejores resultados se han obtenido con fentoato en espolvoreos (Cidial 3% polvo, 1-2Kg/ton). Todos estos tratamientos están orientados a proteger los tubérculos de nuevas infestaciones. La acción del insecticida se ejerce contra los adultos, contra las larvitas neonatas antes de la penetración al tubérculo y contra las larvas que abandonan el tubérculo para empupar.

El control de la larva dentro del tubérculo sólo podría hacerse con insecticidas fumigantes y en este aspecto se ha investigado muy poco. El confinamiento hermético temporal de los tubérculos para el tratamiento puede lograrse con mantas plásticas (polivinilo) o pegando papel en las ventanas de los almacenes. Los productos y las dosis no deben afectar la viabilidad de los tubérculos ni dejar residuo tóxico para los consumidores. La desinfestación prácticamente eliminaría la población inicial en el momento del almacenamiento. Pruebas experimentales con fosfamina a dosis bajas por 24 horas de exposición han dado buenos resultados.

Citas Bibliográficas

- Bennet, F.D., 1984. Biological Control in IPM. CIP, XXII Planning Conference. Integrated Pest Management. Lima, Perú. 189-197.
- Collantes, L.G.; Raman, K.V. and Cisneros, F.H., 1986. Effect of six synthetic pyrethroids on two populations of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), in Perú. Crop Protection. 5:355-357.
- Estrada, N. y Valencia L., 1988. Desarrollo de cultivares de papa resistentes a la palomilla *Phthorimaea operculella* (Zeller), en Colombia. Revista Latinoamericana de la Papa. 1 (1): 64-73.
- Gibaja, O.S., 1960. Investigaciones químicas de la muña (*Minthostachys mollis*). Tesis sin publicar. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 98 pp.
- Munares, E.M. 1983. Estudio del aceite esencial de la muña (*Minthostachys mollis*) en almacenaje de papa como inhibidor de brotamiento y microorganismos. Tesis sin publicar. Departamento de Tecnología de Alimentos y Productos Agropecuarios. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima, Perú. 121pp.
- Nesbitt, B.F.; Beevor, P.S.; Cork, A.; Hall, D.R.; Murillo, R.M. and Leal, H.R., 1985. Identification of components of the female pheromone of the potato tuber moth, *Scrobipalopsis solanivora*. Entomol. Exp. Appl. 38:81-85.
- Ormachea, A., E.C. 1985. Determinación de los efectos de la muña (*Minthostachys glabrescens* Epling) y sus extractos contra la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella* Zeller). Tesis sin publicar. Departamento de Entomología. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima, Perú. 94pp.
- Persoons, C.J.; Voerman, S.; Verwiël, P.E.J.; Ritter, F.J.; Nooijen, W.J. and Minks, A.K., 1976. Sex pheromone of the potato tuberworm moth, *Phthorimaea operculella*: isolation, identification and field evaluation. Entomol. Exp. Appl, 20:289-300.
- Raman, K.V. 1982. Field Trials with sex pheromone of the potato tuberworm. Environ. Entomol. 2:367-370.
- Raman, K.V. 1988. Control of Potato tuber moth *Phthorimaea operculella* with sex pheromones in Peru. Agriculture, Ecosystems and Environment. 21:85-99.

- Raman, K.V. and Palacios, M. 1982. Screening potato for resistance to tuber moth (*Phthorimaea operculella*) in *Solanum tuberosum*. J. Econ. Entomol. 75:47-49.
- Raman, K.V. and Redolfi, I. 1984. Progress in Biological control of Major Potato Pests. CIP, XXII Planning Conference. Integrated Pest Management. Lima, Perú. 199-208.
- Raman, K.V.; Booth, R.H. and Palacios, M. 1987. Control of potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) in rustic potato stores. Trop. Sci. 27:175-194.
- Raman, K.V.; Iwanaga, M.; Palacios, M. and Egúsqüiza, R. 1981. Breeding for resistance to potato tuberworm *Phthorimaea operculella* (Zeller). Am. Potato J. 58:516.
- Roelofs, W.L.; Kochansky, J.P. and Cardé, R.T. 1975. Sex pheromone of the potato tuberworm moth *Phthorimaea operculella*. Life Sci. 17:699-706.
- Scurrah, M. and Raman, K.V. 1984. Breeding and screening to major potato pests. CIP, XXII Planning Conference. Integrated Pest Management. Lima, Perú. 103-113.
- Tingey, W.M. 1984. Glycoalkaloids as pest resistant factors. Amer. Potato J. 61:157-167.
- Tingey, W.M.; Gregory P.; Plaisted, R.L. and Tauber, M.J. 1984. Research Progress: Potato Glandulars trichomes and Steroid glycoalkaloids. CIP, XXII Planning Conference. Integrated Pest Management. Lima, Peru. 115-124.
- Valencia, L. 1987. CIP Progress Report. Información no publicada.
- Vejarano, G.A. y Aliaga, O.T. 1972. Conservación de tubérculos. Almacenamiento de tubérculos de papa. Páginas mimeografiadas. Departamento de Biología. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima, Perú. 10pp.
- von Arx, R.; Ewell, P.T.; Goveder, J.; Essamet, M.; Cheikh, M. and Ben Temine, A. 1988. Management of the potato tuber moth by Tunisian Farmers. The International Potato Center (CIP). 30pp.

27256

USO DE FEROMONAS EN EL MANEJO DE LAS PALOMILLAS DE LA PAPA

J. Alcázar

INTRODUCCION

La utilización de la conducta instintiva de las plagas insectiles para manipularlos y regular sus poblaciones constituyen uno de los más grandes aportes que se hayan logrado en la protección de los cultivos. Su empleo en el manejo de plagas es preciso, específico, y ecológicamente sano. Se ha establecido que muchas fases en la conducta del insecto en su búsqueda del alimento, lugares de oviposición y cópula son estimulados y controlados por sustancias químicas, denominadas en 1971 por Law y Regnier como "Semiochemicals" (Nordlund et al., 1981). Estas sustancias pueden actuar interespecíficamente (allelochemicals) o intraespecíficamente (pheromones).

Las feromonas son sustancias químicas secretadas por el sistema exocrino de los animales, las cuales causan una reacción específica en los individuos receptores de la misma especie. Se conocen varios tipos de feromonas: sexuales, de alarma, de seguimiento de huellas y de agregación (Shorey, 1973). Las feromonas sexuales poseen excelentes características para ser empleados en programas de manejo de plagas: Son específicos para la plaga que se desea controlar, no tienen efecto nocivo contra parásitos y predadores, y no son tóxicos a las plantas ni a otros animales; de esta manera son totalmente compatibles con los sistemas de manejo de plagas y pueden ser usados en programas de

detección, control directo y en la interrupción de comunicación química para impedir la cópula.

Entre las principales plagas de la papa a nivel mundial "Las palomillas" o "Polillas de la papa" se constituyen como las más dañinas de este cultivo, pertenecen a la familia Gelechiidae, orden Lepidoptera e incluyen a Phthorimaea operculella (Zeller), Scrobipalopsis solanivora (Povolny), Scrobipalpula absoluta (Meyrick) y Symmetrischema plaesiosema (Turner). De estas cuatro especies se han aislado, identificado y sintetizado las feromonas sexuales de P. operculella (Roelofs et al, 1975; Persoon et al, 1976 y Voerman y Rothschild, 1978) y de S. solanivora (Nesbitt et al, 1984). A partir de la síntesis de estas feromonas se han realizado diferentes trabajos de investigación para determinar su eficiencia en campo y almacén, para después emplearlo de la manera más efectiva en el manejo de la polilla de la papa. Una revisión de los avances logrados con el uso de la feromona sexual en el control de P. operculella y S. solanivora serán tratados en el presente documento.

AISLAMIENTO, IDENTIFICACION Y SINTESIS DE LAS FEROMONAS

La feromona sexual en los lepidópteros es producida en cantidades nanogramáticas y su identificación requiere de técnicas muy especializadas. La estructura química y estereoquímica puede ser rigurosamente determinado y frecuentemente consisten de dos o más componentes relacionados estrechamente (Nesbitt, 1978).

Las primeras investigaciones fueron hechas por Hughes (1967) quien descubre la presencia de la feromona sexual en P. operculella. Adeesan et al. (1969), encuentra que la feromona sexual es liberada por una

glándula situada en el último segmento abdominal. Fouda et al. (1975), intentaron identificar la feromona y reportaron, que el principal componente estaría dado por un ester acetato de un alcohol de 13 carbonos doblemente insaturado. Independientemente en ese mismo año Roelofs et al (1975) logra identificar un componente de la feromona de P. operculella el trans-4, cis-7, tridecadien-1-ol- acetato, denominado PTM1, (Fig. 1). Posteriormente, Persoons et al. (1976), logran aislar e identificar el segundo componente de la feromona de P. operculella, el trans-4, cis-10-tridecatrien-1-ol acetato, denominado PTM 2, (Fig. 1).

En relación a la feromona sexual de S. solanivora, ésta ha sido identificada como (E) -3 dodecenyl acetato con 2% del isómero Z aproximadamente (Nesbitt et al., 1984).

APLICACION DE LAS FEROMONAS SEXUALES EN PROGRAMAS DE CAMPO

Actualmente, con la disponibilidad de las feromonas sexuales sintéticas de P. operculella y S. solanivora se ha dado un gran impulso para que puedan ser empleadas en los programas de:

- Detección y seguimiento
- Captura masal
- Interrupción de la cópula

Detección y Seguimiento

Las feromonas son usadas principalmente como instrumento de encuesta para evaluar y determinar las fluctuaciones poblacionales de la polilla, con el fin de escoger el momento oportuno para aplicar el insecticida, ubicar las fuentes de infestación, detectar su presencia en áreas nuevas y tomar la decisión de aplicar o no un insecticida. El empleo de trampas

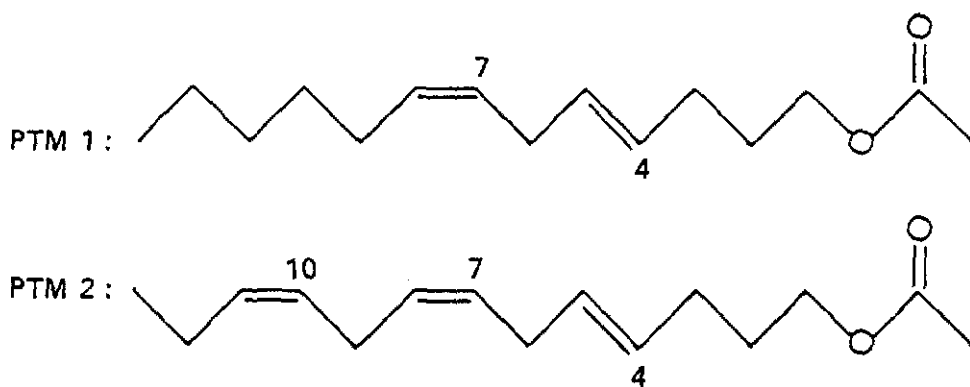


Fig. 1. Fórmula estructural de los 2 componentes de la feromona de *Phthorimaea operculella* (Zeller).

PTM 1: *trans*-4,*cis*-7-tridecadien-1-ol acetate.

PTM 2: *trans*-4,*cis*-7,*cis*-10-tridecatrien-1-ol acetate.

Fuente: Voerman, 1984.

constituye un instrumento muy importante para la captura de polillas y es necesario considerar ciertos factores de vital importancia que se deben investigar. Diseño de las trampas, atracción química de la feromona, proporción adecuada de los componentes de la feromona, la dimensión, forma y color de la trampa. Asimismo, la altura y ubicación de la trampa también podrían influir sobre el número de polillas capturadas.

Diseño de Trampas

Se han utilizado diferentes tipos de trampas con la feromona sexual para la detección de la polilla de la papa (Fig. 2). Entre las reportadas para P. operculella se cita a la trampa de pegamento Pherocon IC, la cual demostró ser efectiva (Kennedy, 1975). Mejores resultados se obtuvo con la trampa de agua propuesta por Bacon et al. (1976). Un nuevo diseño de trampa, el de embudo fue reportado por Raman (1983), cuya eficiencia de captura fue similar a la de agua. Posteriormente, Rocha (1983) evaluó 5 tipos de trampa, incluyendo los de pegamento, agua y embudo; De sus resultados concluyó, que las trampas de agua fueron las más eficientes. Recientemente, Murillo y Ochoa (1987) evaluaron 2 tipos de trampas: el de embudo y el de agua, para capturar a S. solanivora, concluyendo que ambos tipos de trampa resultaron igualmente eficientes en la captura de polillas.

Concentración, Estabilidad y Pureza

La efectividad de una feromona sexual sintética depende mayormente de su pureza, estabilidad y concentración correcta para inducir una respuesta adecuada. La feromona sexual de P. operculella esta formado por dos compuestos mayores llamados PTM 1 y PTM 2, estos compuestos en forma aislada son menos eficientes. Por ello es esencial la mezcla de los dos,

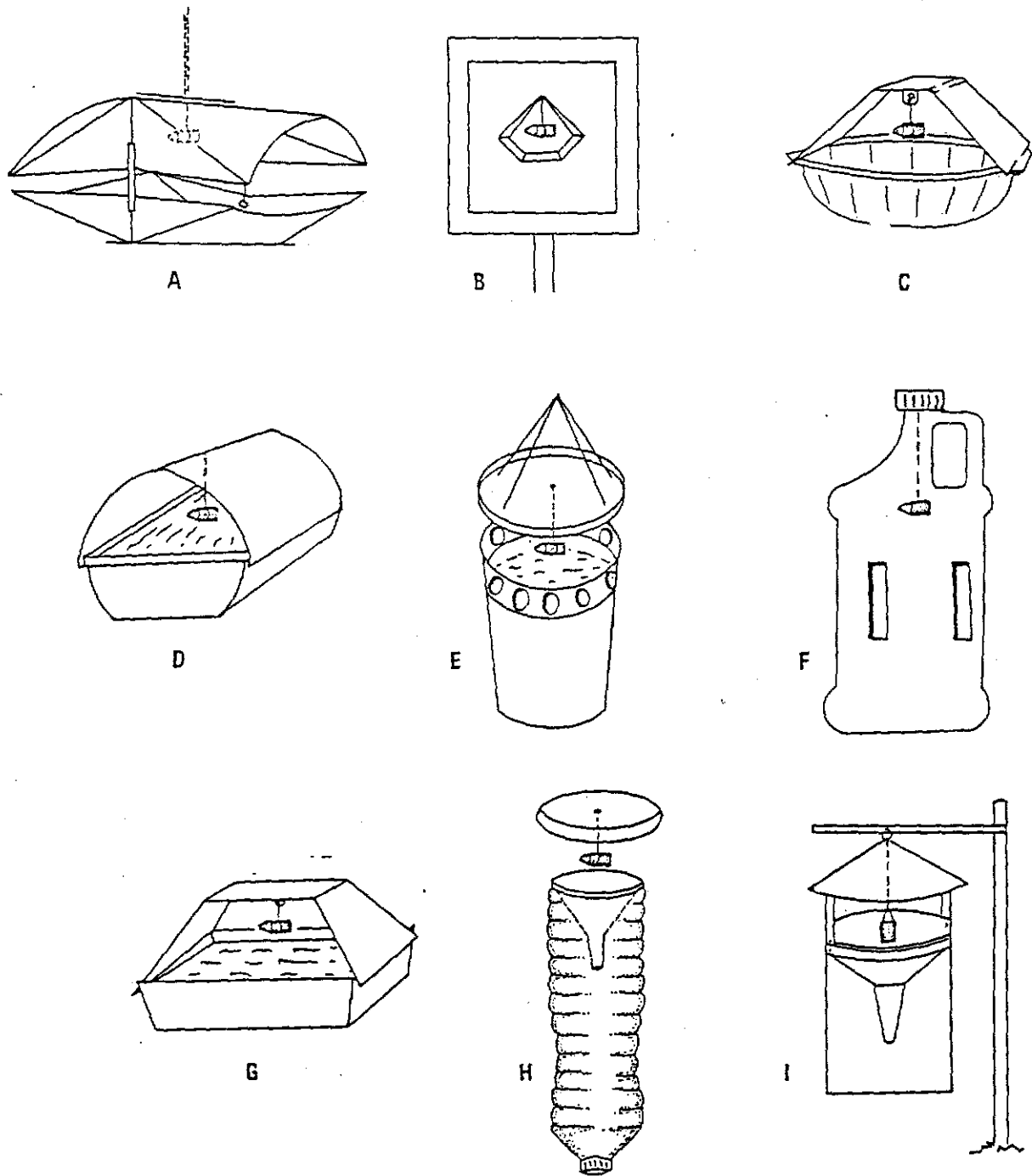


Fig. 2. Diseños de trampas con feromonas usados para la captura de *Phthorimaea operculella*. Trampas de pegamento: (A) Pherocon IC (Kennedy, 1975), (B) Tabla (Rocha, 1983); Trampas de agua: (C) Bandeja (Bacón, 1976), (D) Carreta (Rocha, 1983), (E) Multiple (Rocha, 1983), (F) Galonera, (Murillo y Ochoa), (G) Bandeja (CIP, 1981); Trampas de embudo: (H) Botella (CIP, 1981) y (I) Embudo (Raman, 1984).

en una proporción adecuada para obtener mejores resultados (Voerman et al., 1977). Continuando sus investigaciones en Australia Voerman y Rothschild (1978) obtuvo altas capturas con proporciones que variaron entre 1:9 y 9:1 con 0.1 mg. Sin embargo Krambrias (1979) en Cyprus halló que la mezcla de 1:3 a 0.4 mg dió la mayor captura, mientras que la mezcla 9:1 a 0.2 mg fué inferior a la trampa con hembras vírgenes. En el Perú, Raman (1988) evaluó 9 diferentes mezclas. De acuerdo a sus resultados (Cuadro 1), las más altas capturas las obtuvo con las mezclas 9:1, 1:1 y 3:1 a 1.0 mg. Estos resultados indican que la atractividad varía de un lugar a otro, siendo necesario la identificación correcta de la mezcla para usarlo en la detección o captura masal.

Refiriéndonos a la estabilidad de la feromona, se han reportado que su eficiencia de captura puede mantenerse por varios meses (Voerman y Rothschild, 1978), por más de un año (CIP, 1977) y hasta 2 años (Shelton y Wyman, 1979). En un estudio para investigar la atractividad de la feromona a través del tiempo, Raman (1988), comparó mezclas de feromonas nuevas, almacenadas a -5°C y usados por 90 días en el campo. Sus resultados (Cuadro 2) indicaron que para la formulación 9:1, las feromonas nuevas capturaron el mayor número de polillas que la feromona usada; Mientras que para 1:1.5 no halló diferencias de captura entre las nuevas, las usadas y las feromonas guardadas en refrigeración y concluyó que esta formulación podría usarse hasta por dos campañas sin perder significativamente su eficiencia.

Otra de las características que hacen de una feromona más eficiente, es su pureza. Raman (1988), también investigó el efecto de la feromona purificada y no purificada en viales de plástico y tacos de jebe

Cuadro 1. Número promedio de polillas machos de *Phthorimaea operculella* capturados con diferentes formulaciones de PTM1 y PTM 2. Lima, 1982.

Formulación de PTM 1 y PTM 2 ¹	Cantidad de PTM 1 y PTM 2	PTM 1 (mg)	PTM 2 (mg)	\bar{X} de captura (trampa/día) ²
9 : 1.0	1.0	0.900	0.100	4.93 a
1 : 1.5	1.0	0.400	0.600	4.52 ab
3 : 1.0	1.0	0.750	0.250	4.41 ab
1 : 1.0	1.0	0.500	0.500	4.15 b
1 : 3.0	1.0	0.250	0.750	4.12 b
1 : 0	1.0	1.000	--	3.61 c
1 : 1.7	0.1	0.037	0.063	3.53 c
1 : 9.0	1.0	0.100	0.900	3.30 c
Hembras vírgenes	--	--	--	1.59 d
Testigo	--	--	--	1.08 e

¹Ensayos conducidos entre el 15 de abril y el 7 de setiembre.

²Promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes por la prueba de Duncan al nivel de P=0.05.

Fuente: Raman, 1988.

Cuadro 2. Número promedio de polillas machos de Phthorimaea operculella capturados con formulaciones de PTM 1 y PTM 2, nuevas, almacenadas a -5°C y usadas. Lima, 1982.

Formulación de PTM 1 y PTM 2	Tratamientos (condición de la feromona)	\bar{X} de captura (trampa/día)
9 : 1	Nueva	6.51 a
9 : 1	Usada después de 90 días en el campo	4.62 b
1 : 1.5	Nueva	5.99 abc
1 : 1.5	Almacenada 6 meses a -5°C, después usadas	4.78 bc
1 : 1.5	Almacenada 2 meses a -5°C, después usadas	6.18 ab
1 : 1.5	Usada después de 90 días en el campo	5.51 abc
Hembras vírgenes		1.87 d
Testigo		1.19 d

¹Ensayos conducidos entre el 21 de setiembre y el 12 de noviembre.

²Cuatro repeticiones por tratamiento; Promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes por la prueba de Duncan al nivel de P=0.05.

Fuente: Raman, 1988

impregnado con PTM 1 (0.4 y 0.7 mg) y PTM 2 (0.6 y 0.3mg) empleando trampas de embudo. De sus resultados (Cuadro 3) concluye, que las capturas con feromona no purificada con 2.5 mg fue significativamente reducido, mientras que las capturas con feromona no purificada con 1.25 mg fue tan efectiva como las feromonas purificadas y concluye que el uso de esta formulación podría reducir significativamente el costo de la feromona. Por otra parte en Costa Rica, Murillo (1987) evaluó diferentes concentraciones del isómero Z, sustancia hallada en pequeñas cantidades en la identificación de la feromona de S. solanivora. De sus resultados, concluye que la feromona con 1% de isómero Z, capturó más polillas machos que 5%, no obstante, aparentemente estas diferencias no fueron significativas, lo cual estaría demostrando que estas sustancias no intervienen en la atractividad de la feromona.

Fluctuación Poblacional y Daño

Se han realizado diferentes estudios sobre la ocurrencia y fluctuación poblacional de la polilla relacionada con los daños en el tubérculo. Entre estos tenemos la fluctuación poblacional de P. operculella estudiada en dos lugares ecológicamente diferentes en el Perú, utilizando trampas de agua. En Lima, el promedio fué de 805 polillas/trampa/semana y 53.6% de tubérculos dañados a la cosecha; mientras que en Junín, el promedio fué de 142 polillas/trampa/semana y a la cosecha no causó daño de importancia económica (CIP, 1981). Asimismo la ocurrencia estacional y el daño fue estudiado por Raman (1982) usando trampas de agua, en Lima durante el invierno la población fué muy baja y ocasionó 2% de tubérculos dañados, mientras que durante el verano fue muy alta con un promedio de 348 polillas/trampa//semana y un 42% de tubérculos dañados a la cosecha.

Cuadro 3. Captura de polillas machos de Phthorimaea operculella en trampas usando diferentes dispersores impregnados con PTM 1 (0.4 mg) + PTM 2 (0.6 mg) purificados y no purificados. San Ramón, 1985.

Tipos de dispersor	Tipo de feromona y cantidad	\bar{X} de captura (trampa/día) ²
Caucho blanco, 17 mm	No purificada, 2.5 mg	8.37 a
Caucho blanco, 17 mm	No purificada, 1.25 mg	10.04 b
Vial	Puro, 1 mg	11.13 b
Caucho blanco, 17 mm	Puro, 1 mg	12.24 b

¹Promedios seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes por la prueba de Duncan al nivel de $P = 0.05$.

Fuente: Raman, 1988.

En 1982, Martel y Raman (1986) evaluaron el nivel poblacional de la polilla y el daño en 7 zonas productoras de papa Huánuco, Perú, empleando trampas de embudo. El promedio de captura varió de 7.6 a 98.9 polillas/trampa/semana y el daño a la cosecha de 2.4 a 5.6% de tubérculos dañados. Además observaron una correlación significativa para el promedio de captura y el porcentaje de tubérculos dañados ($r = 0.97$, $P = 0.05$).

Captura Masal

Cuando la población de polillas es baja, la captura masal puede proporcionar un medio de control para disminuir la población a niveles aceptables. En lugares donde la mano de obra es barata para el despliegue de numerosas trampas, puede ofrecer un método más económico y conveniente que el tradicional control químico (Raman, 1986). Para una eficiente captura masal es necesario disponer de una trampa efectiva, barata, con un mínimo esfuerzo de mantenimiento, una adecuada formulación para que sea más atractiva y de largo período de duración y sobre todo de bajo costo. Algunos experimentos realizados para capturar a la polilla en forma masiva han demostrado su factibilidad como control directo en condiciones de campo y almacén.

Estudios de Campo

Para investigar el principio de este método se realizaron algunos experimentos en diferentes partes del mundo. En el Perú (Circular CIP, 1981) se compararon trampas de agua con polillas hembras vírgenes, no rodeadas de feromona sintética y de trampas similares pero rodeados de 8 trampas (una trampa/70 m²) con feromona sintética. La presencia de feromona sintética redujo hasta en 97% la cantidad de polillas

capturadas en las trampas de agua que tenían hembras vírgenes, estos resultados demostraron que la mayoría de polillas machos no pudieron distinguir la feromona natural y confundidos fueron a las trampas con feromona sintética. En otro experimento (Raman, 1984) en un campo de 5000 m² sembrado de papa, se colocaron 21 trampas de embudo (una trampa/225 m²), solo una aplicación de Tamarón fue hecha en este campo. En la cosecha se halló un 19% de tubérculos dañados y una infestación de 6 larvas/planta y se capturaron 92.000 machos de P. operculella en 112 días; Mientras que en un campo sin feromonas se halló un 42% de tubérculos dañados y 9.4 larvas/planta.

También se han reportado estudios sobre el control de la polilla con feromona sexual en el Medio oriente (CIP, 1986): En Kalubiah (Delta), durante la primavera se emplearon 10 trampas/0.004 ha. A la cosecha se halló 8.6% de tubérculos dañados en campos tratados y 27.5% en campos sin feromona; Mientras que en Egipto (Minia), se halló un 10.6% en campos tratados y 31.2% en campos sin feromona. Recientemente, se han venido realizando en Costa Rica (Murillo, 1987) algunos experimentos para evaluar la capacidad de control de S. solanivora y P. operculella, utilizando feromonas, insecticidas y tratamientos con feromona y feromona más insecticida presentaron significativamente los menores daños, con 1.6 x 3.3 % de tubérculos dañados, respectivamente; Mientras que los tratados con insecticida y el campo del agricultor presentaron 14 y 18.1% de tubérculos dañados, respectivamente y concluye anotando que la bondad de las feromonas como control directo es factible cuando la infestación es baja.

Estudio en Almacén

Algunos experimentos de control masal de la polilla en condiciones de almacén fueron conducidos en el Perú en dos zonas (Raman, 1988): En Huanuco se emplearon 3 almacenes rústicos de luz difusa de 5.5 m² con tubérculos de papa, en 2 almacenes se colocaron 1 y 2 trampas de agua con feromona, respectivamente y el tercer almacén no se colocó nada, luego estos, fueron infestados con 100 pupas sexadas/almacén. A los 90 días del almacenamiento se capturaron 90 y 135 polillas en los almacenes con 1 y 2 trampas respectivamente y se registró un menor porcentaje de tubérculos dañados en relación al almacén sin feromona. En otro estudio efectuado en San Ramón, se utilizó un almacén de 10 m² con tubérculos. El almacén fue dividido en dos secciones, en uno se colocó 2 trampas de embudo con la feromona y en la otra sección no se colocó nada. Al momento de la evaluación efectuado a los 120 días se capturó un total de 13.000 machos de polilla. Los resultados (Cuadro 4) del daño en los brotes y número de huecos por tubérculo fue significativamente reducido presentando 20.1% y 1.18 huecos, respectivamente, mientras que el testigo presentó 60.72% de brotes dañados y 2.06 huecos por tubérculo. De acuerdo a estos resultados, el uso de feromonas dentro de almacenes rústicos de papa ofrece un buen potencial para reducir la población y consecuentemente el daño.

Interrupción de la Cópula

En colaboración con Herculite Industries Ltd., N.Y, U.S.A y la Imperial Chemical Industries (I.C.I.), United Kingdom, se han desarrollado dos formulaciones para la interrupción de la cópula de la polilla de la papa: la cinta cebo de varias capas (Dispersores Hercon) y la feromona microencapsulada (I.C.I.), (Raman, 1984).

Cuadro 4. Efecto de la captura masal de Phthorimaea operculella, empleando feromona sexual en trampas de embudo. San Ramón, 1982.

Tratamientos	Daños a los 120 días % de brotes dañados	\bar{X} de huecos/ tubérculo	Daño del tubérculo Grado ¹	Polillas machos capturados
Dos trampas/almacén	20.01	1.18	1.0	13,800
Testigo	60.72	2.06	3.0	--
DLS 5%	5.40	0.11	--	--

¹Basado en el área minada por larvas de polilla en tubérculos al corte. 1 = daño muy leve (0 - 1/8); 3 = dañado (1/4 - 1/2).

Fuente: Raman, 1988.

La Cinta Cebo de Varias Capas

La Hercon, ha manufacturado dispersores en forma de cinta, el cual esta compuesta de 3 capas de plástico con la feromona PTM 1 y PTM 2 concentrada en la capa interior, las dos capas de afuera actuan para regular la liberación de la feromona y protegerlo del sol y la humedad. La concentración de feromona de PTM 1 + PTM 2 que esta siendo probada por unidad es de 2 mg, 1 mg y 2 mg de feromona + 40 mg de permetrina. Esta formulación aparte de causar la interrupción de la cópula puede matar al macho de la polilla cuando es atraida por el dispersor, debido a la presencia del insecticida, el cual es altamente efectivo contra los adultos de la polilla (Raman, 1984). Mayores detalles de esta formulación manufacturada por la Hercon han sido publicados por Kydonieus y Beroza (1977).

Feromona Microencapsulada

La formulación microencapsulada de la feromona de P. operculella ha sido preparada en colaboración con la Imperial Chemical Industries (I.C.I.) del United Kingdom en la proporción de 1:15 de PTM 1: PTM 2, como aspersión microencapsulada. En ensayos conducidos por el Instituto de Investigación para el desarrollo de los trópicos, Reino Unido, indicaron que 80% de la feromona persistió sobre las plantas en la prueba por 24 días bajo condiciones de sombra y 3% sin sombra (CIP, 1985).

Uno de los primeros trabajos con esta formulación en condiciones de almacén se realizó en 1986 en el Perú. La feromona fue aplicada 0.26% en almacenes rústicos de luz difusa. Se realizaron 2 aplicaciones, al momento del almacenamiento y a los 30 días, con un

pulverizador manual. La interrupción de la cópula fué evaluada colocando trampas con hembras vírgenes en almacenes pulverizados y no pulverizados. En los almacenes tratados (Cuadro 5) la interrupción de la cópula fue por encima del 95% y la infestación larval en tubérculos almacenados fué reducido durante los 90 días de almacenamiento, Raman (1988) considera que este método podría tener un mayor potencial con bajas condiciones de polilla.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a la información presentada, se ha demostrada claramente que las feromonas sexuales son altamente efectivas para atraer y capturar los machos de la polilla de la papa con la ayuda de trampas. Gracias a los esfuerzos en la identificación y síntesis de los componentes de la feromona sexual de P. operculella y S. solanivora, éstas se hallan disponibles para su empleo en programas de detección, captura masal e interrupción de la cópula, pudiéndose de esta manera desarrollar un sistema de Manejo de la polilla de la papa para cada lugar en particular.

El uso de las feromonas en programas de detección y seguimiento de la polilla, es el que mayor atención ha recibido en diferentes lugares del mundo y se viene utilizando con gran énfasis. Asimismo, se han evaluado diferentes diseños de trampas, siendo las de bandeja con agua y las de embudo con insecticida las que mayor aceptación han recibido por su eficiencia en la captura. También se ha comprobado que la proporción, estabilidad y pureza de la feromona son factores muy importantes que se deben considerar. Por otro lado, el empleo de la feromona en programas de captura masal de la polilla ha demostrado su factibilidad como uso directo para el control en campo y almacén a nivel experimental. Su uso

Cuadro 5. Efecto de la feromona microencapsulada en el control de Phthorimaea operculella. San Ramón, 1986.

Tratamientos	No. de larvas por tubérculo		
	30	60	90
Feromona microencapsulada ¹	0.76	3.44	0.45
Testigo	2.70	5.50	1.34
DLS P = 0.05	0.81	0.93	0.60

¹Dos aplicaciones, al momento del almacenamiento y a los 30 días, a 0.26%.

Fuente: Raman, 1988.

en almacén ofrece un buen potencial para reducir la población sobre todo cuando las infestaciones son bajas. Se recomienda la captura masal junto con otras medidas de control, especialmente cuando los niveles poblacionales son muy altos. El uso de las feromonas en programas de interrupción de la cópula, experimentalmente se ha demostrado que este método podría funcionar y ofrecer grandes facilidades para su empleo, sin embargo consideramos que está en una etapa inicial y se necesita mayor investigación.

Finalmente, consideramos que el conocimiento de la preparación e impregnación de la feromona sexual de P. operculella y S. solanivora sobre tacos de jebe, que para muchos es desconocido, constituye un gran aporte para los que los países interesados puedan producir feromonas sexuales a partir de feromona sintetizada en su propio país o con feromona pura importada, logrando de esta manera reducir los costos.

LITERATURA CITADA

- ADEESAN, C., A.J. Tamhankar, & G. W. Rahalkar. 1969. Sex feromone gland in the potato tuberworm moth, Phthorimaea operculella. Ann. Entomol. Soc. Amerc. 62(3): 670-671.
- BACON, O.G. J. N. Seiber, and G.C. Kennedy. 1976. Evaluation of survey trapping techniques for potato tuberworm moth with chemical baited traps. Jnl. of Econ. Entomol. 69(5):569-72.
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1978. Informe anual del Centro Internacional de la Papa 1977. Lima - Perú. 172 p.
- _____ 1981. Informe anual del Centro Internacional de la Papa
1981. Lima - Perú. 134 p.
- _____ 1984. Informe anual del Centro Internacional de la Papa
1983. Lima - Perú. 176 p.
- _____ 1985. Informe anual del Centro Internacional de la Papa
1984. Lima - Perú. 186 p.

- _____ 1986. Informe anual del Centro Internacional de la Papa
1985. Lima - Perú. 175 p.
- _____ 1987. Informe anual del Centro Internacional de la Papa
1986. Lima - Perú. 232 p.
- CIRCULAR CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1981. Técnica de confusión de los machos para el control de la polilla de la papa. Vol. IX, No. 6, 3 p.
- FOUDA, H. G., J.N. Seiber, and O.G. Bacon. 1975. A potent sex attractant for the potato tuberworm moth. J. Econ. Entomol. 68, 423-427.
- HUGHES, I.W. 1967. Reproductive behaviour of the potato tuberworm, Phthorimaea operculella (Zeller), (Lepidoptera: Gelechiidae) and the effect of the chemosterilant metepa. Thesis Ph.D., University of Florida. 104 p.
- KENNEDY, G.G., 1975. Trap design and other factors influencing capture of male potato tuberworm moths by virgin female baited traps. J./ Econ. Entomol. 68:305-308.
- KRAMBIAS, A. 1979. The development of an integrated control programme for potato tuber moth in Cyprus. Thesis, Ph.D., University of Reading, Dept. of Zoology. 21 p.
- KYDONIEUS, A.F. & M. Beroza. 1977. Insect control with multilayered luretape TM dispenser. Controlled Release Pesticide Symposium, Oregon State University. U.S.A. 1-4 p.
- MARTEL, C.L. & K.V. Raman. 1986. Phthorimaea operculella en campos de papa en Huánuco, Perú en 1982. Rev. Per. Ent. 29:65-67.
- MURILLO, R., 1987. Estudio de las feromonas sintéticas de Scrobipalopsis solanivora Povolny y Phthorimaea operculella (Zeller) para su control. Dirección General de Investigaciones Agrícolas, PRECODEPA. 80 p.
- MURILLO, R. & F. OCHOA. 1987. Evaluación de dos tipos de trampas para feromona sexual de la polilla de la papa Scrobipalopsis solanivora Povolny. XUUU Reunión de la Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP). Memoria, Marzo 9-13, 1987. Panamá, Panamá. 422-430.
- NESBITT, B.F. 1978. A review of work on insect pheromones at the Tropical Products Institute. Tropical Science. 20: 1-10.
- NORLUND, D.A., R.L. Jones & W.J. Lewis. 1981. Semiochemicals: " Their role in pest control". New York., J. Wiley & Sons, 306 p.
- PERSPPMS, C.J. S. Woerman, S. Verwiel, P.E. Riterr, W.J. Novijen, & A.K. Minks. 1976. Sex pheromone of the potato tuberworm moth, Phthorimaea operculella, isolation, identification and evaluation. Ent. Exp. Appl. 20: 289-300.

- RAMAN, K.V. 1982. Field trials with the sex pheromone of the potato tuberworm. *Environ. Entomo.* 11(2):367-370.
- _____ & R. Booth. 1983. Evaluation of technology integrated control of potato tuber moth in field and storage. Technology Evaluation Series No. 10, International Potato Center, Lima - Perú. 18p.
- _____ 1984. Progress in pheromone utilization and other new control practice. In: Report of the XXII Planning Conference on Integrated Pest Management. International Potato Center. Lima - Perú. 217-233 p.
- _____ 1986. Insect pheromones and their applications to potato pest management in developing countries. For presentation in "FAO/IAEA advisory group meeting on isotope-aided studies of insect attractants for pest management. Wageningen, The Netherlands, 1 April.
- _____ 1988. Control of potato tuber moth Phthorimaea operculella with sex pheromones in Perú. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 21(1988):85-89.
- ROCHA, R. 1983. Evaluación de cinco diseños de trampas con feromona sexual para la captura de machos adultos de palomilla de la papa en la región de León, Gto. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chapingo, México. 50 p.
- ROELOFS, W.L., J.P. Kochanski, R.T. Cardé, G.G. Kennedy, C.A. Henry, J.N. Labovits, & V.L. Corvin. 1975. Sex pheromones of the potato tuberworm moth. Phthorimaea operculella. *Lif. Sci.* 17:699-706.
- SHELTOIN, A.M. & J.A. Wyman, 1979. Time of tuber infestation and relationships between pheromone catches of adult moths, foliar populations and tuber damage by the potato tuberworm. *Jrnl. of Econ. Ent.* 72(4): 599-601.
- SHOREY, H.H. 1973. Behavioral responses to insect pheromones. *Ann. Ent. Soc. Am.* 18:349-380.
- VOERMAN, S., A.K. Minks, C.J. Pearsons. 1977. Elucidation of the pheromone systems of the potato tuberworm moth Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae): a short review. *Potato Res.* 20:123-126.
- VOERMAN, S., G.H.L. Rothschild. 1978. Synthesis of the potato tuberworm moth Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae): field experience with them. *J. Chem. Ecol.* 4:531-542.
- VOERMAN, S., 1984. PTM pheromone synthesis for developing countries. Report of the XXII Planning Conference on Integrated Pest Management. International Potato Center. Lima - Perú. 235-237.

PRACTICA: IMPREGNADO DE TACOS DE JEBE CON LA FEROMONA SEXUAL

Generalidades

La preparación e impregnación de la feromona sexual para el manejo de plagas de la papa, es un campo poco conocido en muchos países en vías de desarrollo. Para el caso de Phthorimaea operculella, la feromona se halla comercialmente disponible a través de la compañía americana Zoecon Corporation, California y del Institute for Pesticide Research The Netherlands. El costo de cada taco de jebe con feromona impregnada (0.4 mg de PTM 1 + 0.6 mg de PTM 2) fue de U.S.\$1.24, este precio puede ser reducido hasta un 70% si los países interesados podrían formular la feromona bajo sus propias condiciones (Raman, 1986). La feromona se halla comercialmente disponible por el Institute for Pesticide Research The Netherlands.

Algunas recomendaciones dadas por Raman, 1986, para reducir los costos de la preparación de las formulaciones de las feromonas son:

- Buscar un especialista en Química de su país, para ver si la síntesis de la feromona puede hacerse localmente utilizando procedimientos ya descritos por Persoons et al, (1976) y Voerman et al, (1977) para P. operculella y por Nesbitt et al (1984) para solanivora.
- Si no existen instalaciones y la síntesis no es posible, importar la feromona pura del Institute for Pesticide Research o de otros lugares.
- Desarrolle procedimientos de formulación utilizando los dispersantes disponibles localmente.

- Comparar las formulaciones preparadas localmente con la formulación importada, para determinar su efectividad bajo condiciones de campo y almacenamiento.

Generalidades

- Polvo de aluminio (Alumina).
- Hexano (grado analítico).
- PTM 1 + PTM 2, o feromona de S. solanivora.
- Antioxidante BHT (2,6-di-tert-butyl-r-methylphenol).
- Tacos de jebe.
- Lana de algodón.
- Bureta de vidrio
- Microjeringa hipodérmica con un dispersor de repetición.
- Erlenmeyer.

Procedimientos

Filtrado y Mezcla de las Sustancias Químicas.

El primer paso es purificar el hexano de grado analítico, para esto coloca un poco de algodón en el fondo de la bureta de vidrio y luego agrega alumina activada, una cantidad equivalente a 6 pulgadas seguidamente se agrega el hexano para que ésta pueda ser filtrada través de la alumina. En un erlenmeyer colocado debajo de la bureta recibe la sustancia filtrada y los primeros 25 ml de hexano deber descartados para eliminar algunas impurezas, luego seguir colectando resto del hexano.

Teniendo en cuenta que un gramo de feromona pura alcanza para preparar 1.000 tacos de jebe y que en cada taco se impregna con 0.25 ml.

solución; pesar la cantidad necesaria de feromona, según la cantidad de tacos de jebe que se desea impregnar (0.4 mg de PTM 1 y 0.6 mg de PTM 2 para cada taco de jebe. En otro erlenmeyer agregar un poco de hexano y adicionar el antioxidante BHT en una cantidad en peso de 10% de la feromona que se está preparando. Agitar bien la mezcla a fin de lograr que la feromona se disuelva. Luego se completa el volumen necesario agregando el resto del hexano. Si la solución no se usa inmediatamente ésta debe guardarse en el refrigerador a 5°C.

Distribución de los Tacos de Jebe e Impregnación.

En láminas de polystyrene (espuma plástica) hacer agujeros del mismo diámetro de los tacos de jebe, esto puede hacerse fácilmente con un filete caliente. Luego colocar los tacos invertidos sobre estos agujeros manteniéndolos en una posición fija para recibir a la feromona.

Una vez que la microjeringa hipodérmica ha sido calibrada para que cada disparo aplique 0.25 ml. de la mezcla, se procede a impregnar los tacos que están sobre la lámina de polystyrene, luego dejar secar unos 30 minutos a temperatura ambiental. Juntar los tacos de jebe en grupos de 50 y luego envolverlos en papel aluminio de preferencia y almacenarlos en el congelador a -10°C, dentro de recipientes de plástico herméticamente cerrados hasta cuando se necesiten.

Ejemplo para Impregnar 500 Tacos de Jebe con Feromonas

Si un gramo de feromona pura es suficiente para preparar 1.000 tacos de jebe y cada taco se impregna con 0.25 ml de la solución hexano que contiene 0.4 mg (PTM 1) + 0.6 mg (PTM 2) + 0.1 mg de BHT, entonces para impregnar 500 tacos con feromonas necesitaremos:

-500 x 0.4 mg = 200 mg de PTM 1

-500 x 0.6 mg = 300 mg de PTM 2

-500 x 0.1 mg = 50 mg de BHT (Antioxidante)

-500 x 0.25 ml. = 125 ml de hexano purificado.