

## EVALUACION DEL *Baculovirus phthorimaea* VG EN LARVAS DE LA POLILLA DE LA PAPA *Phthorimaea operculella* (Zeller)

Luz E. Pérez\*  
Martha C. Puerta\*  
Alex E. Bustillo\*\*  
Alejandro Madrigal\*\*\*

### RESUMEN

Larvas de *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelichidae) fueron expuestas a siete concentraciones del *Baculovirus phthorimaea* del tipo granuloso, las que variaron entre  $4,9 \times 10^2$  a  $9,9 \times 10^9$  cápsulas/ml. Las concentraciones se evaluaron bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones; en cada repetición se emplearon 25 larvas del tercer instar (9 días de edad a 21°C). El virus mostró ser patógeno a larvas de *P. operculella*, la mortalidad varió entre 39,2 y 98,7% para la menor y mayor concentración evaluada. El tiempo letal medio varió inversamente con la concentración, para ( $9,9 \times 10^9$  cápsulas/ml) fue de 3,2 días, mientras que para ( $4,9 \times 10^2$  cápsulas/ml) fue de 16,2 días. La concentración letal media fue de  $5,6 \times 10^3$  cápsulas/ml. No se encontró diferencia significativa ( $P = 0,05$ ) en la susceptibilidad del virus entre las poblaciones de insectos de Antioquia y Cundinamarca.

### SUMMARY

Evaluation of *Baculovirus phthorimaea* VG in larvae of the Tuber Moth *Phthorimaea operculella* (Zeller)

Larva of *Phthorimaea operculella* (Zeller) were exposed to seven concentrations of a granulosis virus *Baculovirus phthorimaea*, which varied from  $4,9 \times 10^2$  to  $9,9 \times 10^9$  capsules/ml. Concentrations were tested using a complete randomized design with four replications. In each replication 25 third-instar larvae (9 days-old at 21°C) were used. The virus was pathogenic to larvae of *P. operculella*, mortality varied from 39,2% to 98,7% for the lower and higher concentrations tested. The lethal medium time varied inversely with the concentration, this time was 5,2 days to the highest concentration and 16,2 days to the lowest concentration. The lethal medium concentration was  $5,6 \times 10^3$  capsules/ml. There were not significant differences ( $P = 0,05$ ) in virus susceptibility between the Antioquia and Cundinamarca insect populations.

### INTRODUCCION

La polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) es una plaga cosmopolita de la papa, el tabaco y otras solanáceas de importancia económica, así como de especies silvestres 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 más frecuente es el uso de insecticidas químicos, que aunque efectivos en parte, originan problemas de residuos tóxicos, riesgos para la salud hu-

mana 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 virales.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el virus granuloso *Baculovirus phthorimaea* que ha demostrado ser patógeno a larvas de la polilla de la papa en diferentes partes del mundo.

Para este estudio fue necesario obtener la 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.

### 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, 30). En el follaje deposita los huevos preferiblemente en el haz de las hojas terminales. Algunas larvas

\* I.A. Universidad Nacional. Apartado Aéreo 568 Medellín

\*\* Sección Entomología ICA, "Tulio Ospina". Apartado Aéreo 51764 Medellín.

\*\*\* Sección Entomología Universidad Nacional. Apartado Aéreo 568 Medellín.

pueden minar tallos ocasionando la muerte de los terminales lo cual resulta en una reducción significativa de los rendimientos (Awate y Pokharkar, 2). 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, 24).

En los tubérculos se comporta como barrenador y puede presentarse en el campo sobre papas expuestas y bajo condiciones de almacenamiento (Saldarriaga, 29). 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, 25; Valencia, 30). López y Perry (18), 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: el primero dirigido a hojas iniciales y puntos de crecimientos del tubérculo-semilla, si éste no ha sido bien cubierto; el segundo ocurre entre el aporque y la floración, el cual no afecta el rendimiento, y el tercer ataque, próximo a la cosecha en tubérculos destapados, los cuales llevarán la infestación al lugar de almacenamiento. Aunque no se ha establecido el nivel económico de daño para nuestras condiciones, se han calculado algunos registros de evaluación de daño en almacenamiento. Según el CIP (11), 60 larvas en 20 kg de papa dañan 100 tubérculos en 110 días a partir de la infestación.

En cuanto a su incidencia en el clima cálido, cuando no se hace un control adecuado, las pérdidas alcanzan un 50% de daño en campo y un 90% en almacenamiento (CIP, 13). 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, 12).

En Colombia se han llevado a cabo varias evaluaciones de su incidencia y tamaño. Benavides (3), halló que de 16 municipios de Boyacá y tres de Cundinamarca, el 10% del área sembrada estaba infestada y los rendimientos significativamente afectados para cultivos menores de 90 días. En Toca, Boyacá dos años más tarde, se registraron ataques del 100% en tubérculos almacenados donde las pérdidas sobrepasaron los 100 millones de pesos (Vergara, 31). 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. Su presencia se atribuyó a la entrada de semilla de otros departamentos donde se había presentado inicialmente (Piedrahita y Muñoz, 21).

Según evaluaciones realizadas en la misma zona en 1985, el municipio de Sonsón presentaba un daño en campo de 11% en promedio y en papa almacenada de 4,8%. En los demás municipios el daño fue bajo, pero en general la zona mostraba porcentajes de infestación más altos en toyas y en papa almacenada que en tubérculos en el momento de la siembra (Bustillo y Muñoz, 10).

La polilla de la papa es afectada por numerosos enemigos naturales y por microorganismos. Actualmente se le está dando énfasis al desarrollo del *Baculovirus phthorimae* del tipo granuloso para su control. El virus fue aislado de larvas de *P. operculella* en Australia (Reed, 26). El 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, 9). Este virus infecta principalmente el cuerpo graso del insecto. La infección se manifiesta en el cambio de color de cutícula de la larva; la

larva enferma deja de alimentarse, presenta diarrea y movimientos lentos, lo cual hace que sea presa fácil de los predadores. Las larvas enfermas mueren antes de empupar (Reed, 27).

De acuerdo con Amonkar et al. (1) el virus granuloso de *P. operculella* tiene las siguientes dimensiones: virión 355,3 mm x 65,3 mm y 470,3 mm x 270,5 mm para el cuerpo de inclusión.

En pruebas de campo el patógeno ha mostrado ser tan efectivo como los insecticidas químicos (Dieldrín, DDT, Methildemeton) para prevenir daños, y bajo condiciones favorables el virus ha persistido de un cultivo al siguiente. En pruebas de campo y de laboratorio Amonkar et al. (1), verificaron su acción y encontraron que el virus mantiene su efecto hasta por 60 días. Bajo condiciones de laboratorio Red y Springett (28) obtuvieron mortalidades entre 90 y 100%.

Durante pruebas realizadas en campo Reed (27) comparó la producción del virus usando larvas alimentadas con tubérculos y con follaje y halló una mayor producción del virus en follaje, cuando empleó una concentración de  $6 \times 10^6$  partículas del virus por mililitro de agua.

Para propagar el virus a gran escala Matthiesen et al. (20), hicieron aplicaciones de una suspensión acuosa de larvas pulverizadas y filtradas previamente almacenadas a -20°C con una dosis equivalente a 6250 larvas enfermas. Este material se asperjó en cultivos experimentales de 500 hectáreas; cuando el 50% de larvas mostraron síntomas de la enfermedad, se efectuaron recolecciones masivas de insectos afectados para macerar, filtrar y conservarlo en una solución buffer (ph = 7,5) centrifugada y almacenada a 4°C hasta por cuatro semanas. El virus fue purificado 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 r.p.m. Después de evaluar su efecto se calculó que en 35 g de polvo seco hay  $1,35 \times 10^{15}$  partículas del virus. El equivalente por larva es de  $3 \times 10^5$  partículas granulosas. El peso de una partícula es  $2,54 \times 10^{14}$ g.

Reed (27) encontró que el período 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 de 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 efectos 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, 27).

Briese y Mende (7) hallaron 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 más resistentes. Briese (6) 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 (8) 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.

## MATERIALES Y METODOS

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

El virus fue 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.

### Biología del Insecto

Para obtener la información básica sobre la biología y comportamiento de la polilla se realizaron los siguientes ensayos: se usaron vasos plásticos de 10 cm de largo por 7,5 cm de diámetro y orificio lateral de 0,7 cm donde se colocó una mota de algodón impregnada con una solución de miel de abejas; en cada uno de ellos se confinaron una hembra y un macho de la polilla de 24 horas de emergidos. Este recipiente se cubrió con tapa hermética provista de tela negra (Fig. 1b). En un diseño completamente al azar con 10 repeticiones por cada tratamiento se evaluó el efecto de adicionar: 1) solución de miel al 5% más una rodaja de papa sobre la tapa del recipiente. 2) solución de miel al 5%. 3) un testigo al cual no se le suministró nada. Tanto la solución de miel como la rodaja de papa se cambiaron diariamente y se tomaron los registros del 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 utilizando vasi-

tos plásticos de 3,8 cm de largo por 4,0 cm de diámetro tapados herméticamente; en cada uno de ellos se colocó una rodaja de papa fresca con una larva de menos de 24 horas de emergencia por rodaja; en total se utilizaron 50 larvas. La duración de la prepupa y pupa se obtuvo de grupos de 20 a 25 larvas del cuarto instar colocados en vasos plásticos sobre una fina capa de arena esterilizada, anotando la fecha de iniciación y emergencia de adultos.

### Cría Masiva

La cría masiva de la polilla se desarrolló basándose en estudios previos (Platner y Oatman, 22; Finney et al, 15; Briese 4), utilizando tres unidades diferentes para la cría.

### Cámara de Alimentación Larval y Empupamiento

Consiste en una bandeja plástica de 25 x 25 x 7,5 cm con cubierta aireada; en su interior se colocó una capa fina de arena esterilizada sobre la cual se depositaron larvas del primer instar. Una vez llegan al estado de pupa se separan a través de tamices, y si hay necesidad de sexarlas se extraen manualmente de sus capullos.

### Unidad de Emergencia de Adultos y Oviposición

En el experimento se usaron vasos plásticos transparentes de 10 cm de largo por 7,5 cm de diámetro y orificio lateral de 0,7 cm de diámetro donde se colocó una mota de algodón impregnada con una solución de miel de abeja; en cada uno de ellos se depositaron pupas macho y hembra. Este recipiente se cubrió con una tapa hermética, provista de tela negra (Figura 1a y 1b). De esta unidad se retiraron las tapas con los huevos adheridos y se pasaron a un dispositivo para emergencia de larvas; éste consiste en un vaso plástico similar al anterior, sin orificio. Las larvas al emerger se transfieren a los tubérculos mediante un pincel fino, humedecido con agua para facilitar la manipulación de las mismas (Figura 1c).

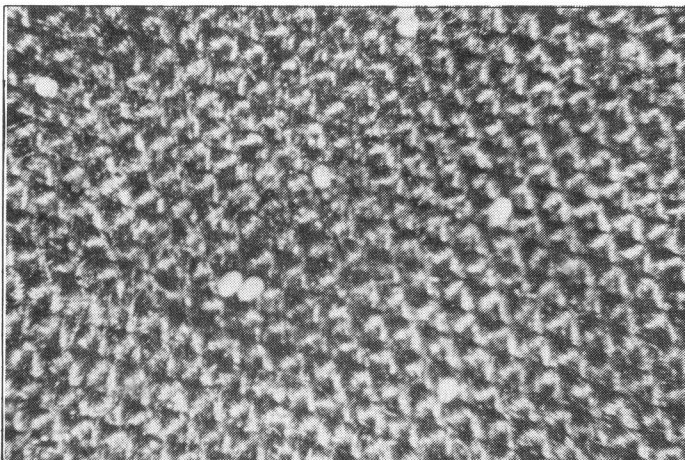
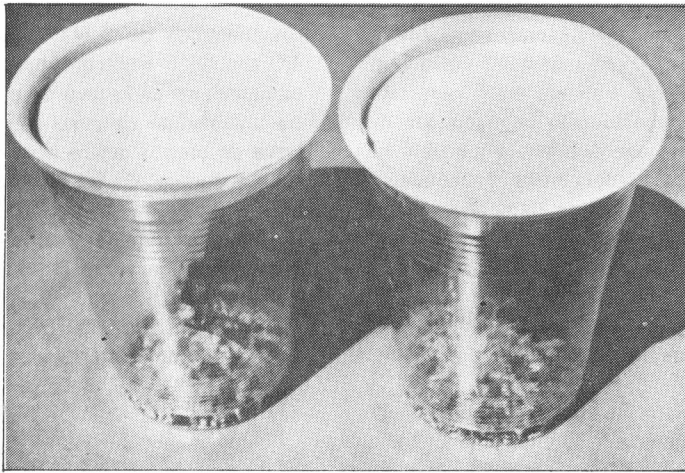


Figura 1. Unidades para la cría masiva de la polilla a) emergencia de adultos; b) copula y oviposición y c) detalle de la tapa de la unidad de eclosión de larvas.

Las larvas al emerger se transfieren a los tubérculos mediante un pincel fino, humedecido con agua para facilitar la manipulación de las mismas.

#### Patogenicidad del Virus

Las pruebas de patogenicidad del virus se llevaron a cabo con larvas del tercer instar para facilitar su manipulación. Haciendo variaciones al método de Briese y Mende (7), se utilizaron vasitos plásticos de 3,8 cm de largo por 4,0 cm de diámetro, en cada uno de ellos se colocó una rodaja de tubérculo de papa de 1,5 cm de diámetro por 0,2 cm de espesor a las cuales se les aplicó 0,1 ml de concentración del virus; sobre los tubérculos se depositaron las larvas. Transcurridas las 48 horas de inoculación se cambió la porción de papa por otra de igual tamaño, libre de virus, la cual fue renovada constantemente para mantener alimento fresco a las larvas.

Las concentraciones evaluadas se prepararon mediante diluciones en agua esterilizada, utilizando el equivalente larval de  $3,86 \times 10^{10}$  partículas del virus por mg del polvo seco del virus calculado por Matthiessen et al. (20). Las concentraciones evaluadas fueron  $9,8 \times 10^9$ ;  $4,8 \times 10^9$ ;  $1,54 \times 10^9$ ;  $7,72 \times 10^8$ ;  $4,89 \times 10^4$  y  $4,89 \times 10^2$  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 se mantuvieron a una temperatura de 3°C. Antes de ser utilizadas se realizaron observaciones cada dos días, hasta la muerte de la larva o emergencia de los adultos; se registró la fecha de aparición de síntomas, fecha de muerte y número de larvas muertas por día, en cada uno de los tratamientos. 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 empleando la fórmula de Henderson y Tilton.



Para cada concentración se calculó tanto el porcentaje de mortalidad diario como el tiempo letal medio (TL<sub>50</sub>), éste 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<sub>50</sub>) se obtuvo gráficamente por el método de Probit (Hubert, 17).

Para hacer comparaciones entre las poblaciones de polillas de Cundinamarca y Antioquia se aplicaron dos concentraciones del virus, 1,54 x 10<sup>9</sup> y 7,72 x 10<sup>8</sup> 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 la población de la polilla de Antioquia.

**RESULTADOS**

**Biología del Insecto**

En cuanto a la longevidad y oviposición los adultos de *P. operculella* alimentados presentaron diferencias altamente significativas (Tabla 1) con relación al testigo sin alimento.

El hecho de adicionar una rodaja de papa, además de la solución de miel no incrementó la oviposición, tampoco se encontraron diferencias entre los tratamientos con respecto al porcentaje de eclosión de huevos, y la longevidad fue mayor en machos que en las hembras, lo cual contrasta con lo registrado por Zenner (32). De lo anterior se concluye que se justifica alimentar los adultos de *P. operculella* durante el proceso de cría masiva, este resultado concuerda con los obtenidos por Briesse (4) y Fenemore (14).

El número promedio de huevos depositados por una hembra fue de 204,5 (± 69,6) con un intervalo de 76-390 huevos. Los huevos tomaron 5-6 días para 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).

**Cría Masiva de la Polilla**

En general el sistema de cría masiva fue de manejo fácil, económico y eficiente, adaptable a diferentes tipos de recipientes. Sin embargo, el procedimiento de sexar pupas se justifica al

iniciar la cría para manejar más eficientemente el material recolectado, pero al manipular grandes cantidades de individuos requiere mucho tiempo para su realización y se puede omitir ya que la relación de sexos encontrada (1:1,16) favoreció ligeramente a los machos, lo cual asegura un número casi igual de individuos de ambos sexos.

**Patogenicidad del Virus**

El virus de la granulosis demostró ser patógeno en larvas de *P. operculella*. Para establecer su acción las observaciones se basaron en los síntomas típicos de la enfermedad (Figura 2). Al iniciar la enfermedad, la larva cambia su color natural verdoso claro con dor-

**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 (X̄) por hembra	Huevos eclosionados (% X)	Longevidad (X̄) 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 (X̄) en días de los estados de *Phthorimaea operculella* (Zeller) y ancho promedio de la cápsula cefálica (21°C, 70-90% HR.).

Estado	Duración en días			Ancho promedio cápsula cefálica		
	N*	X̄	± DE**	N	X̄ (mm)	± 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

so generalmente rosado (Figura 2a) a un color claro y posteriormente se torna blanca opaca (Figura 2b). 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 (Figura 2c y 2d).

Para las concentraciones de  $6,72 \times 10^8$ ;  $4,89 \times 10^6$ ;  $4,89 \times 10^4$  y  $4,89 \times 10^2$  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.

Con relación a los días que tomó la enfermedad para mostrar los primeros síntomas, se presentaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos (Tabla 3). Las larvas tratadas a concentraciones altas ( $10^9$  cápsulas/ml) presentaron síntomas al cabo de cinco días; y en las contaminadas a las otras concentraciones los síntomas se observaron después de 7 y 8 días. El tiempo que tardan en morir las larvas

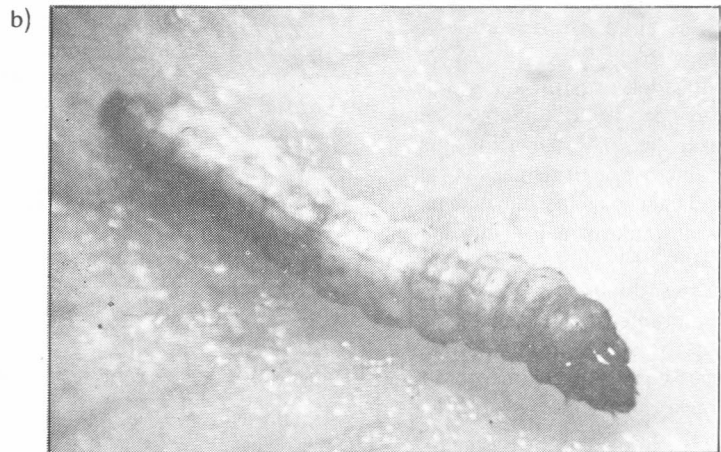
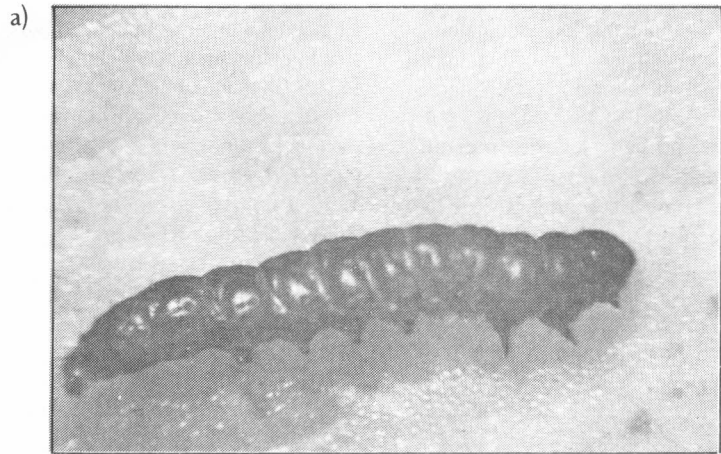


Figura 2. Síntomas de la enfermedad originada por el virus a) larva sana; b) larva opaca ligeramente blanca; c) síntoma de desintegración del contenido interno y d) estado flácido y lechoso.

resultó altamente significativo. Las concentraciones inferiores a 10 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 de las larvas varió entre 50 y 100% para la menor y mayor concentración. Debido a que el testigo presentó una mortalidad del 16%, los datos se ajustaron para determinar la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) (Tabla 3). La concentración letal media se estimó de acuerdo con la prueba probit (Tabla 4), se encontró una dosis de 5,85 x 10 cápsulas del virus/ml; similar a las encontradas por Briese y Mende (7) en poblaciones de campo y de laboratorio de la polilla en Australia. En condiciones de campo y de laboratorio, se confirmó que la mortalidad es directamente proporcional a la concentración, siendo más alta a mayor dosis (Tabla 5); el TL varió de 5,2 a 16,2 días. De los tratamientos evaluados, sólo las concentraciones bajas permitieron al insecto alcanzar el estado adulto. Un 3% para las concentraciones de 4,89 x 10<sup>6</sup>; 32,69 y 38% para las concentraciones de 4,89 x 10<sup>4</sup> y 4,89 x 10<sup>2</sup>, respectivamente.

La población de *P. operculella* procedente de Cundinamarca no presentó diferencia con la población de Antioquia en cuanto al tiempo de aparición de los primeros síntomas, tiempo y porcentaje de mortalidad total, a las dos concentraciones evaluadas (1,54 x 10<sup>9</sup> y 1,72 x 10<sup>8</sup>) (Tabla 6).

**CONCLUSIONES**

- En general las pruebas de patogenicidad del virus de la granulosis larval de *P. operculella* indicaron que las poblaciones fueron altamente susceptibles; sin embargo, se hace necesario realizar estudios más detallados sobre técnicas de aplicación del virus, dosis y condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de la enfermedad en condiciones de campo y almacenamiento.
- La mortalidad larval de *P. operculella* varió entre 39,2 y 98,7% para

**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 <sup>9</sup>	100	5,0 c	7,4 c	100,0 a*	98,78
4,89 x 10 <sup>9</sup>	99	5,0 c	9,2 c	100,0 a	98,77
1,54 x 10 <sup>9</sup>	92	5,2 c	8,6 c	100,0 a	98,67
7,72 x 10 <sup>8</sup>	91	7,0 b	12,1 b	93,38 b	90,64
4,89 x 10 <sup>6</sup>	100	7,5 ab	14,3 a	96,0 a	96,35
4,89 x 10 <sup>4</sup>	98	8,1 a	15,6 a	66,0 c	62,25
4,89 x 10 <sup>2</sup>	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.

**TABLA 4.** Cálculo de la CL<sub>50</sub> 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 <sup>9</sup>	100,0	82,3	100,0	9,995	8,09
4,89 x 10 <sup>9</sup>	99,0	81,3	98,8	9,689	7,33
1,54 x 10 <sup>9</sup>	100,0	82,3	100,0	9,187	8,09
7,72 x 10 <sup>8</sup>	92,3	74,6	90,6	8,887	6,34
4,89 x 10 <sup>6</sup>	95,0	77,3	93,9	6,689	6,55
4,89 x 10 <sup>4</sup>	70,4	52,7	64,0	4,689	5,36
4,89 x 10 <sup>2</sup>	46,0	28,3	34,4	2,689	4,59
Testigo	17,7	0	-	-	-

\* C= % de mortalidad en el testigo  
 \*\* P=  $\frac{P' - C}{100 - C} \times 100$   
 CL<sub>50</sub> = 5,6 x 10<sup>3</sup> cap. del virus/ml

**TABLA 5.** Tiempo letal medio (TL<sub>50</sub>) para diferentes concentraciones del virus de la granulosis en larvas de tercer instar de *Phthorimaea operculella*.

Concentración cap. del virus/ml	Tiempo letal medio (TL <sub>50</sub> ) en días
9,89 x 10 <sup>9</sup>	5,2
4,89 x 10 <sup>9</sup>	9,7
1,54 x 10 <sup>9</sup>	7,3
7,72 x 10 <sup>8</sup>	12,0
4,89 x 10 <sup>6</sup>	14,9
4,89 x 10 <sup>4</sup>	16,2

la menor y mayor concentración. La concentración letal media fue de 5,6 x 10 cápsulas/ml.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. Amonkar, S.V.; Pal, A.K.; Vijayalakshmi, L.; Rad, A.S. 1979. Microbial control of potato moth *Phthorimaea operculella* (Zeller). Ind. J. of Exp. Biol. 17:1127-1137.
2. Awate, B.G.; Pokharkar, R.N. 1976. Comparative efficacy of different insecticides against potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller). Pesticides 10:18-19.

**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.

3. Benavides, R.M. Reconocimiento y evaluación de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller). **En:** Seminario la Palomilla de la Papa, Bogotá Diciembre 4 de 1981. Memorias Bogotá, 1982. p.1-13.

4. Briese, D.T. 1980. Characterization of a laboratory strain of the potato moth *Phthorimaea operculella* (Zeller). Bull Entomol. Res 70:203-212.

5. Briese, D.T. 1981. The incidence of parasitism and disease in field population of the potato moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) in Australia. J. Aust. Entomol. Soc. 20:319-326.

6. Briese, D.T. 1982. Genetic basis for resistance to a granulosis virus in the potato tuber moth *Phthorimaea operculella*. J. Invert. Pathol. 39:215-218.

7. Briese, D.T.; Mende, H.A. 1981. Differences in susceptibility to a granulosis virus between field populations of the potato moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller). Bull. Entomol. Res 71:11-18.

8. Briese, D.T.; Mende, H.A. 1983. Selection for increased resistance to a granulosis virus in the potato moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) Bull. Entomol. Res. 73:1-9.

9. Bustillo, A.E. Enfermedades virósicas en insectos **En:** Memorias Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, 6o., 1979 SOCOLEN, Cali p. 25-27.

10. Bustillo, A.E.; Muñoz, B. 1985. Evaluación de daños en tubérculos causados por la palomilla de la papa en zonas paperas de Antioquia, Medellín, ICA, (Mimeografiado).

11. Centro Internacional de la Papa. Lima (Perú). 1979. Informe anual. Lima, p.42-44.

12. Centro Internacional de la Papa. Lima (Perú). 1980. Informe anual. Lima, p. 45-49.

13. Centro Internacional de la Papa. Lima (Perú). 1983. Control de la polilla de la papa con feromonas. Lima, p. 3. (Circular; No. 11).

14. 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.

15. Finney, G.L.; Flanders, S.E.; Smith, H.S. 1947. Mass culture of *Macrocercus ancylovorus* and its host, the potato tuber moth. Hilgardia. 17:437-483.

16. Gallego, F.L. 1946. Catálogo de insectos II nocturnas: Heteroceras o Chaliptera. Rev. Fac. Nac. Agron. 6:459.

17. Hubert, J.J. 1980. Bioassay Kendall/Iowa, Hunt publishing company Dubuque, 164 p.

18. López, A.; Perry, M. 1981. La Palomilla de la papa plaga que causa grandes daños. ICA Informa 15:7-11.

19. 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.

20. Matthiessen, J.N.; Christian, R.; Grace, T.D.C.; Filshie, B.K. 1978. Large scale field propagation and the purification of the granulosis virus of the potato moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller). Bull. Entomol. Res. 68:385-391.

21. Piedrahita, S.; Muñoz, B. 1983. Inventario sobre *Phthorimaea operculella* palomilla de la papa en el departamento de Antioquia, Medellín, Secretaría de Agricultura de Antioquia. 47p.

22. Platner, R.; Oatman, E.R. 1968. An improved technique for producing potato tuber moth eggs for mass production of natural enemies. J. Econ. Entomol. 61: 1054 - 1057.

23. Posada, L.; Zenner de Polanía, I.; López A. 1978. Al fin se encontró en papa. Notas y Noticias Entomológicas. Bogotá, ICA, p. 67.

24. Radcliffe, E.B. 1982. Insect pests of potato. Ann. Rev. Entomol. 27:173-204.

25. Raman, K.V. 1980. Technical information. Lima, CIP Bulletin.

26. Reed, E.M. 1969. A granulosis virus of the potato moth. Aust. J. Sci. 31:300-301.

27. Reed, E.M. 1971. Factors affecting the status of a virus as a control agent for the potato moth (*Phthorimaea operculella*). Bull. Entomol. Res. 61: 207-221.

28. Reed, E.M.; Springett, B.P. 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.

29. Saldarriaga, A. 1978. Plagas de la papa y su control. ICA Compendio 24:129-131.

30. Valencia, L. Insectos que afectan a plantas de papa provenientes de semilla botánica **En:** Curso Internacional de Semilla Botánica. Lima, 1985. Informes p. 5-12.

31. Vergara, R. 1983. Se agrava situación. Notas y Noticias Entomológicas Bogotá, ICA, p. 33.

32. Zenner de Polanía, I. 1986. Guía general de manejo de plagas en el cultivo de la papa, ICA-PROCIPA, Bogotá, 36p.