

ESTUDIOS DEL NIVEL ECONOMICO DE DAÑO DE LA POLILLA DE LA PAPA, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)

Jorge E. Jaramillo N.¹
Angela María Álvarez A.¹
Alfredo Saldarriaga V.²

RESUMEN

En el Centro Regional de Investigación "La Selva" del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en el Municipio de Rionegro (Antioquia) y durante dos semestres, 1986B y 1987A, se estudiaron los factores que permitieron establecer los parámetros relacionados con el nivel económico de daño de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller).

El daño del área foliar por larva en el campo fue de $6.29 \pm 1.32 \text{ cm}^2$, porcentajes de defoliación simulada de 0, 25, 50 y 75% por una sola vez y cuando las plantas tenían 35, 55 y 75 días de edad, indicaron que defoliaciones superiores al 25% afectaron los rendimientos y calidad de los tubérculos.

Los análisis de regresión para medir la relación entre el daño foliar y su efecto en la producción para la época de estos estudios, para cada edad del cultivo estudiada y asumiendo una o tres aplicaciones de insecticidas, mostraron los siguientes niveles de daño económico:

Para el cultivo de 35 días, con una o tres aplicaciones de insecticidas, los niveles de daño fueron 3.19 y 9.6 larvas/planta, respectivamente. A los 55 días de edad del cultivo, con una o tres aplicaciones, los niveles de daño fue-

ron 2.44 y 7.35 larvas/planta, respectivamente y en el cultivo de 75 días de edad, con una y tres aplicaciones de insecticidas, los niveles de daño fueron 4.48 y 6.65 larvas/planta, respectivamente.

SUMMARY

A study was carried out at "La Selva" Experiment Station, located at Rionegro (Antioquia, Colombia), during the second semester of 1986 and the first of 1987. The objective was to determine the parameters related with the economic level of damage caused by *Phthorimaea operculella* (Zeller).

The leaf are damaged by the insect at the field was $6.29 \pm 1.32 \text{ cm}^2$ simulated percentages of 0, 25, 50 and 75% of defoliation at once and when the plant was 35, 55 and 75 days old, indicated that, the levels above 25% affected the yield and the tuber quality.

A regression analysis to measure the relationship between foliar damage and yield for each one of the crop ages studied and one to three insecticide applications showed the following results: For the 35 days old crop with one and three insecticide applications, the damage levels were 3.19 and 9.6 worms by plant. For the 55 days old crop with one and three insecticide applications the damage levels were 2.44 and 7.35 worms by plant. An for the 75 days old crop the damage levels were 4.48 and 6.65 worms by plants, respectively.

INTRODUCCION

Phthorimaea operculella (Zeller) es un insecto que ataca el follaje de las plantas de papa y sus tubérculos, tanto en el campo como en el almacenamiento. En Colombia, en los últimos años, se han registrado frecuentes ataques en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y más recientemente en Antioquia.

En Colombia, poco se conoce en relación con el nivel económico de daño de *P. operculella*. Este desconocimiento obliga a los agricultores al uso indiscriminado de insecticidas que, muchas veces, ha resultado contraproducente económica y ecológicamente.

El objetivo principal del presente estudio fue cuantificar el efecto de defoliaciones simuladas en la producción del cultivo de la papa y relacionarlo con el daño causado por la polilla de la papa, para establecer un nivel económico de daño.

REVISION DE LITERATURA

Al *P. operculella* se le conoce con los nombres comunes de: "gorgojo de la papa" (H. Berton en 1954), "el gusano del tubérculo de la papa" (Zeller, según su descripción hecha en 1873) y, en Colombia, como "palomilla del tubérculo de la papa" y "palomilla de la papa" (Benavides, 1981; CIP, 1980; López et al., 1981, Piedrahita et al., 1983, Posada et al., 1986, Valencia, 1985).

Según Povolny (16), las sinonimias del insecto son: *Phthorimaea terrella* Walker 1873. El nombre *terrella* no fue

¹ Ing. Agr. Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín. Tesis de Grado. A.A. 66420.

² Entomólogo, Profesor Asesor, Univ. Nal., Medellín. A.A. 1779.

usado. *Gnorimoschema epicentra* Meyrick 1909. *Phthorimaea operculella* (Zeller) 1873.

Aunque el insecto es de origen sudamericano, su distribución es cosmopolita, localizándose principalmente en las regiones cálidas tropicales y subtropicales. Aparentemente, no prospera en climas muy fríos con temperatura anual promedio por debajo de los 10°C (Benavides, 1981; Haines, 1971; 1977; Povolny, 1967).

En Colombia, Gallego (1946) registró su ocurrencia en tabaco en zonas de Santander y Valle del Cauca y advirtió en 1946 (b) sobre los daños causados en papa por un minador llamado *Gnorimoschema operculella* (Zeller) en el Oriente Antioqueño.

El daño es causado por las larvas, al atacar principalmente al follaje y a los tubérculos, además, puede actuar como barrenador del tallo (Bustillo, 1985; López et al., 1981). En el follaje, penetran y minan los folíolos de las hojas o hacen galerías en el pecíolo y en el tallo (Raman et al., 1986). El área promedio de hoja minada oscila entre 7.8 y 9.8 cm² (Reed, 1971). El daño como barrenador causa debilitamiento y ruptura de los tallos. En los tubérculos la larva construye galerías irregulares y túneles profundos o exactamente por debajo de la epidermis del tubérculo (Maines, 1977; Raman y Booth, 1986; Shields y Wyman, 1984; Vergara, 1981).

En México, el insecto ha afectado la producción hasta un 40% (Delcid-Reyes, 1980). En el Perú, las pérdidas han llegado hasta un 50% en el campo y a un 90% en almacenamiento (CIP, 1980).

En Colombia, en el departamento de Boyacá y durante 1983, la polilla infestó hasta el 100% de los tubérculos en todas las variedades de papa en almacenamiento (Vergara y Varela, 1983). Durante el mismo año, en la zona papera del Oriente Antioqueño se presentaron ataques de importancia económica en siete municipios (Piedrahíta et al., 1983).

La recuperación de las plantas de los daños en el follaje y sus efectos en la

producción están, principalmente, influidos por el estado de crecimiento y el grado de defoliación en el momento del daño (Cranshaw et al., 1980; Midmore, 1986). La ruptura de los tallos, conjuntamente con el estropeo de las hojas, tienen un mayor efecto en la producción que la sola remoción de las hojas (Cranshaw et al., 1980). El daño a las plantas antes de que inicien la formación de tubérculos puede conducir a un incremento en la producción. Los daños ocurridos después de la iniciación de la tuberización anulan la dominancia apical y se produce la emisión de nuevas ramas a expensas del desarrollo de los tubérculos (Midmore, 1986). La pérdida de área foliar es más crítica para las plantas durante el período de formación de tubérculos o en plena floración (Cranshaw et al., 1980; Midmore, 1986; Shields et al., 1984).

En Colombia, para iniciar el control químico, el umbral económico ha sido establecido en tres larvas por planta (Benavides, 1981) y, en Perú, cuando se encuentran más de dos larvas por planta (Raman et al. 1986).

MATERIALES Y METODOS

Las investigaciones se llevaron a cabo durante los semestres 1986B y 1987A, en el Centro Regional de Investigación "La Selva", del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, ubicada en el municipio de Rionegro, departamento de Antioquia, a 2.100 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 17°C, una humedad relativa promedio anual de 78% y una precipitación pluvial de 1800 mm. anuales.

El área foliar promedio de una planta de papa, con las edades de 35, 55 y 75 días se calculó con base en la cantidad de hojas en 10 plantas, cogidas al azar en cultivos comerciales y esta cantidad se multiplicó por el valor del área foliar calculada por el método de Alvin. (Alvin, 1959).

Para establecer el área foliar realmente dañada por larva del insecto se realizaron dos trabajos: 1) Prueba de Laboratorio, que consistió en sembrar 20 tubérculos, uno por matero. Cuando las plantas tenían una edad de 35-50 días,

se colocaron en el ápice de las hojas más desarrolladas 20 a 30 larvas/planta, criadas en laboratorio y recién eclosionadas. Después de cumplido el ciclo larvario, se tomaron las hojas y se dibujaron las minaduras, para evaluar su área según el método de Alvin (Alvin, 1959). 2) Infestación en el campo, tomando, de cultivos de papa infestados naturalmente por la polilla, 100 hojas minadas, donde, presumiblemente, la larva se había desarrollado totalmente y, como en el caso anterior, se evaluó el área foliar dañada.

La incidencia en la producción y calidad de los tubérculos se evaluó teniendo en cuenta cuatro porcentajes de daño simulado: 0, 25, 50 y 75% y cada uno de ellos se realizó por una sola vez y cuando las plantas tenían los 35, 55 y 75 días de edad. Para efectuar el daño simulado de cada uno de los folíolos, se cortó, con tijeras, de la hoja el área representativa del porcentaje de daño preestablecida. Para evitar que la planta sufriera la totalidad del daño, el porcentaje de defoliación de cada tratamiento se hizo en dos etapas y con un intervalo de ocho días entre cada uno.

Para evaluar el daño económico se tomaron, en la cosecha, los siguientes datos:

- 1) Peso de los tubérculos producidos por las cinco plantas centrales de cada surco.
- 2) Cantidad de tubérculos y calidad de tubérculos, en cuanto a su tamaño, clasificados en cuatro categorías, según el diámetro en mm: Primera (65-90 mm), Segunda (45-64 mm), Tercera (30-44 mm) y Cuarta (30 mm).

La cantidad de larvas necesaria, para realizar el porcentaje de defoliación simulada preestablecido, se hizo de acuerdo con la fórmula de Shields et al (Shields et al., 1985): Número de larvas/planta =

$$\frac{\% \text{ defoliación} \times \text{total área foliar}}{\text{Área consumo larva} \times 100}$$

Para conocer el nivel económico de daño, se emplearon los datos y análisis siguientes:

- 1) Area foliar consumida por una larva.
- 2) Area foliar promedio por planta de papa a la edad en la cual se efectuó la defoliación.
- 3) Interacciones entre el porcentaje de defoliación y el rendimiento en la cosecha, según un análisis de regresión que permitió conocer el grado de dependencia de esta relación y la exactitud con la cual la producción esperada puede ser determinada a partir del número de larvas/planta. El modelo de regresión apropiado para la relación producción/ *P. operculella* fue:

$$Y = a - bx, \text{ donde}$$

Y = Producción esperada,

a = Intercepto de Y, o sea, una representación constante del promedio de plantas de papa no defoliadas (testigo).

b = Pendiente de la línea de regresión;

y

x = Número de larvas de *P. operculella* presentes por planta.

- 4) La reducción en la cosecha por el insecto.
- 5) El costo para el control (insecticidas) del insecto; y
- 6) El precio de la cosecha en el mercado.

La cantidad de pérdidas en la producción, que constituye el mínimo de daño económico para una, dos o más aplicaciones, calculada según la fórmula de Stone y Pedigo, citada por Ongulana y Pedigo (Ongulana y Pedigo, 1974):

Pérdida mínima en cosecha =

$$\frac{\text{Costo control plaga (\$/ha)}}{\text{Precio cosecha mercado (\$/carga)}}$$

Esto representaría la cantidad de cargas de papa que cubrirían los costos de aplicación de insecticidas, o sea, el mínimo de daño permisible.

El diseño experimental utilizado fue un factorial 3 x 4, completamente randomizado, 12 tratamientos (cuatro niveles de defoliación y tres épocas del período vegetativo), con cinco repeticiones cada uno. Cada unidad experimental estuvo constituida por un surco de 3 m de longitud con 7 plantas por

surco, distancia entre plantas 40 cm y entre surcos 1.20 m. Las cinco plantas centrales de cada surco se utilizaron para el daño simulado. Se sembró la variedad de papa Diacol-Capiro.

Las plantas se protegieron, desde la germinación hasta la cosecha, con plaguicidas y fungicidas, para evitar al máximo el daño causado por insectos y enfermedades y, también, recibieron las prácticas de fertilización y labores culturales recomendadas para el desarrollo normal del cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSION

EVALUACION DEL AREA Y DAÑO FOLIAR:

La tabla 1 presenta la cantidad y área promedio de hojas por planta de papa a los 35, 55 y 75 días de edad.

La tabla 2 presenta el área foliar promedio consumida por larva de *P. operculella* (Zeller), bajo condiciones de:

- 1) Invernadero: $4.73 \pm 0.01 \text{ cm}^2$; y
- 2) Campo: $6.29 \text{ cm}^2 \pm 1.32 \text{ cm}^2$, que indicaron coeficientes de variación de 9.74% y 14.4%, respectivamente, valores estadísticamente comprendidos dentro del rango aceptable para estas pruebas.

El valor del área minada del follaje colectado en el campo fue inferior al ob-

tenido por Reed (1971), quien reportó valores entre 7.8 y 9.8 cm^2 , lo cual se pudo deber a condiciones climáticas diferentes.

EVALUACION DEL DAÑO ECONOMICO: Una defoliación durante el período vegetativo.

En la tabla 3, se presentan los datos relacionados con el efecto de la defoliación simulada en la producción de tubérculos, dado en g/planta.

En el semestre B de 1986, para ninguna de las edades del desarrollo del cultivo, no se presentaron diferencias significativas en los rendimientos entre los diferentes porcentajes de defoliación, sin embargo, en relación con el testigo, se observaron diferencias absolutas mayores en cada uno de los porcentajes de defoliación.

En el semestre A de 1987 y cuando las plantas tenían 35 días de edad, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre el testigo y los tres porcentajes de defoliación. A los 55 y 75 días de edad, se presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre el testigo y los tres porcentajes de defoliación.

Los resultados no significativos en el semestre 1986B, posiblemente, se debieron a que, durante el período de

TABLA 1. Promedio por planta de: número de hojas, área en cm^2 de una hoja y área total en cm^2 de una planta de papa, variedad Capiro, en tres edades del cultivo.

Edad de la planta (días)	Número Hojas/planta	Area (cm^2) Hojas/planta	Area Total (cm^2)
35	80.5	98.2	7907
55	81.3	112.4	9141
75	112.8	144.4	16293

TABLA 2. Area foliar promedio consumida (minada) por larva de *P. operculella*.

Hojas minadas colectadas en	Area promedio (cm^2)	Desviación Estándar D.E	Coficiente de Variación C.V	Límite de Confianza
Campo	6.29	4.99	14.4%	± 1.32
Laboratorio	4.73	0.003	9.74%	± 0.01

TABLA 3. Efecto en la producción de tubérculos (grs/planta) de diferentes porcentajes de defoliación simulada, realizadas por una sola vez a 35, 55 y 75 días de edad del cultivo, en los semestres 1986B y 1987A.

Defoliación Simulada (%)	Semestre 1986B Edad (días)				Semestre 1987A Edad (días)			
	35	55	75	X	35	55	75	X
25	1.128	1.374	1.196	1.233 ab*	1.222 b*	955**	1.086 b*	1.087**
50	1.014	973	964	984 bc*	1.417 b*	855 b*	900 b*	1.057*
75	1.186	1.138	1.140	1.155 abc*	1.119 b*	952**	965 b**	1.012 b**
Testigo	1.419	1.419	1.419	1.419 a	1.716 a	1.716 z	1.716 a	1.716 a

* Las cifras seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel 5% (Duncan).

** Las cifras seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel 1% (Duncan).

desarrollo del cultivo, predominó tiempo lluvioso en los primeros 70 días, factor que incidió favorablemente en la recuperación del daño simulado hecho a las plantas. En cambio, en el semestre 1987A, predominó tiempo seco con altas temperaturas y, posiblemente, la recuperación por efecto de la defoliación pudo ser más lenta.

Los mayores rendimientos en el testigo en comparación con los de parcelas defoliadas indicaron que cualquier daño mayor del 25% tiene incidencia en la producción y calidad de los tubérculos y que se acentúan a medida que aumentaron el porcentaje y la cantidad de defoliaciones.

La defoliación del 75% dio un rendimiento ligeramente más alto que la del 50%, estos resultados concuerdan con la explicación dada por Harris, citado por Cranshaw y Radcliff (Cranshaw et al, 1980), cuando dice que un mayor desarrollo de brotes auxiliares se logra después de una mayor defolia-

ción temprana y que un daño más leve no tiene la severidad suficiente para quebrar la dominancia apical de las plantas y recuperarse, tal como ocurre con la defoliación por daños mayores.

La tabla 4 contiene los datos del peso promedio, en gramos por planta, cuando las plantas fueron sometidas a una sola defoliación simulada, según una edad de desarrollo en dos semestres de siembra. En el semestre 1986B, no hubo diferencias significativas entre las épocas de defoliación, aunque se observaron diferencias absolutas en el rendimiento entre cada época de defoliación. En el semestre 1987A, se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre las épocas de defoliación. El menor rendimiento se obtuvo con el daño simulado a los 55 días y el mayor a los 35 días de edad.

La defoliación a los 35 días, en la cual aparentemente las plantas de papa podrían haber sido mayormente afectadas, presentó los mayores rendimien-

TABLA 4. Efecto de la defoliación, según edad de la planta. Peso promedio en gramos de tubérculos por planta de papa. Semestre 1986B y 1987A.

Edad desarrollo del cultivo	Semestre 1986B g/planta	Semestre 1987A g/planta
35 días	1.189	1.368 a
55 días	1.226	1.119 b**
75 días	1.180	1.167 b**

** Las cifras seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel 1% (Duncan).

tos en la mayoría de los porcentajes de defoliación. Esto concuerda con las explicaciones dadas por Midmore (1986), cuando dice que a medida que las plantas emergen y los insectos dañan los puntos de crecimiento o el tejido foliar, a menudo, se presenta estimulación del brotamiento de yemas axilares bajas (efecto de ramificación) y generación de nuevo follaje, como consecuencia de la inhibición de la dominancia apical.

Las defoliaciones producidas antes de la iniciación de formación de los tubérculos, tal como la ocurrida a los 35 días, pueden conducir a un incremento en la producción de éstos, mientras que los daños producidos durante su formación o la floración de las plantas pueden reducir la producción, pues el rebrotamiento compite con el proceso de tuberización (Cranshaw et al., 1980; Midmore, 1986).

La defoliación entre 55 y 75 días, edad de la plena floración y de la formación de tubérculos en la variedad Diacol-Capiro y bajo las condiciones de Rionegro, tuvo los más bajos rendimientos.

Las plantas que van alcanzando el período de transición entre el crecimiento y la fase productiva, cuando la mayoría de los nutrientes se están translocando hacia la producción de flores y el crecimiento del tubérculo, hacen más difícil la recuperación de las plantas a la defoliación, con pérdidas significativas en la producción total.

Diferentes estudios (Midmore, 1986; Shields et al. 1985) concuerdan con el hecho de que la pérdida de área foliar es más crítica para las plantas durante el período de floración y la formación de tubérculos.

A medida que el follaje envejece, fenómeno que se observa en la variedad Diacol-Capiro y bajo las condiciones del CRI "La Selva" a los 85 días de edad de la planta, el desarrollo de los tubérculos se mantiene a través de los hidratos de carbono producidos por el tejido todavía activo. Por lo tanto, si la defoliación se hace cuando el tubérculo ha completado su crecimiento,

ésta, posiblemente, no tendría efecto en la producción, según lo indicado por Midmore (1986).

En la tabla 5, se presentan los resultados relacionados con el efecto de cada porcentaje de defoliación simulada en la calidad y cantidad de tubérculos.

En el semestre 1986B no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la cantidad de tubérculos de primera y tercera categoría, pero sí diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en la cantidad de tubérculos de segunda y cuarta categoría de los tres porcentajes de defoliación, en comparación con el testigo, pero no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres porcentajes de defoliación.

En el semestre 1987A, se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en la cantidad de tubérculos de primera, segunda y tercera categoría entre los diferentes porcentajes de defoliación. El tratamiento testigo presentó la mayor cantidad de tubérculos dentro de la categoría segunda, que es el tipo de papa más comercial.

NIVEL ECONOMICO DE DAÑO:

En la tabla 6, se presenta el porcentaje de pérdida en cada una de las edades del cultivo sometido a tres niveles de defoliación en los dos semestres de siembra y la cantidad de larvas por planta necesarias para producir dicha pérdida, calculadas según fórmula de Shields et al (1985), donde se emplean

los datos de área foliar consumida, área foliar total por planta de la variedad Diacol-Capiro en cada edad y las interacciones entre el porcentaje de defoliación y el rendimiento en la cosecha.

Para calcular el nivel económico de daño se requiere conocer: La reducción en la cosecha por el insecto, el costo del control del insecto y el precio de la cosecha en el mercado. En relación con los costos, al tiempo de presentación de este estudio, se estaban recomendando, entre otros, el insecticida Methomyl, en dosis de 0.2-0.25 kgr de i.a/ha para el control de la polilla. En el semestre 1986B, el valor insecticida por aplicación fue de \$2.635/ha. y el costo de la aplicación \$1.120/ha., para un costo total de \$3.755/ha para una aplicación y \$11.265/ha para tres aplicaciones. Para el semestre 1987A, el valor del insecticida por aplicación fue de \$2.974/ha y el costo de aplicación de \$1.368/ha, suponiendo una o tres aplicaciones, el costo total del control sería de \$4.342/ha y \$13.062/ha para una y tres aplicaciones, respectivamente.

El precio en el mercado de una carga de papa (125 kgrs), en el semestre 1986B, fue de \$4.500 y, de \$4.900 para el semestre 1987A y las pérdidas mínimas en cosecha (carga/ha) calculadas para una aplicación fueron de 0.83 y 0.89 y, para tres aplicaciones, fueron de 2.50 y 2.66, en el semestre 1986B y 1987A, respectivamente. El nivel de daño económico para un estado de desarrollo dado es la cantidad de larvas/planta que podría reducir la producción en 0.83, 0.89, o sea, 2.50 y 2.66 cargas/ha.

Según la fórmula $y = a + bx$, despejando $bx = y - a$; $bx = - (a - y)$, pero $(a - y)$ es la reducción (intercepto menos la producción esperada). Entonces bx , para cada uno de los umbrales determinados, sería:

$$bx = - 0.83, bx = -2.50, bx = -0.89, bx = -2.66$$

Analizando, para el estado de los 35 días en el semestre 1986B, con una sola aplicación de insecticida:

TABLA 5. Efecto de cuatro porcentajes de defoliación en calidad (tamaño) de los tubérculos: número promedio de tubérculos/planta en cada categoría, en dos semestres.

Porcentaje de defoliación	SEMESTRE B86 Categorías				SEMESTRE A87 Categorías			
	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
25	0.81	4.45 b*	8.90	10.4*	0.43 b*	17.68**	5.1 b*	7.18
50	0.57	4.02 b**	7.12	8.6 b**	0.38 b**	15.96**	5.38 b*	7.15
75	0.60	4.4 b**	8.48	10.2 b**	0.27 b**	14.4 b**	5.23 b**	7.7
Sin defoliación Testigo	1.15	6.3 a	7.15	7.3 a	1.45 a	35.25 a	7.9 a	6.2

* ¿Cuál es el significado?

** Las cifras seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel 1% (Duncan).

TABLA 6. Area foliar/planta (cm²) en tres edades de la planta, porcentaje de defoliación simulada, rendimiento y porcentaje de pérdidas en cada defoliación y número de larvas de *P. operculella* necesarias para causar el porcentaje de daño simulado.

Edad de la planta (días)	Area foliar/planta (cm ²)	Defoliación Simulada (%)	Rendimiento		% pérdida en relación con el testigo		Número larvas/planta (*)
			1986B	1987A	1986B	1987A	
35	7.907	25	1.128	1.221	20.51	28.79	314.3
35	7.907	50	1.014	1.417	28.54	17.42	628.5
35	7.907	75	1.186	1.119	16.42	34.79	942.8
55	9.141	25	1.374	954	3.17	44.35	363.3
55	9.141	50	973	855	31.43	50.17	726.7
55	9.141	75	1.138	952	19.80	44.52	1.089.9
75	16.293	25	1.196	1.086	15.71	36.71	647.6
75	16.293	50	964	900	32.06	47.55	1.295.1
75	16.293	75	1.140	965	19.66	43.76	1.942.7
Testigo			1.419	1.716			

* Número de larvas/planta calculadas según fórmula de Shields et al

$bx = -0.26 \times 0.83$ entonces $X = \frac{-0.83}{-0.26} = 3.18$ larvas/planta, y, así sucesivamente, para las otras épocas.

La tabla 7 resume la pendiente de la curva (b), las pérdidas mínimas en la cosecha y los niveles económicos de daño, que se traducen en la cantidad de larvas por planta necesarias para causar las pérdidas mínimas de cosecha en tres edades del cultivo y en los dos semestres de siembra.

La figura 1 presenta las líneas de regresión para las épocas de desarrollo, evaluadas en los dos semestres de siembra. Durante los dos semestres evaluados, la producción de las plantas de papa sometidas a una defoliación mostró una consistente tendencia a la disminución del rendimiento a medida que se incrementaba la cantidad de larvas de *P. operculella*.

Las líneas de regresión presentan una mayor pendiente en la época de defoliación de 55 días en ambos semestres, indicando una mayor tolerancia de las plantas a la defoliación en este período de desarrollo vegetativo, lo cual se manifestó en las mayores reducciones en la producción con la menor cantidad de larvas, en comparación con las otras épocas de defoliación.

De igual forma, en los resultados del nivel económico de daño, se observa cómo la época de los 55 días permite la menor cantidad de larvas/planta en ambos semestres, no importando la

cantidad de aplicaciones en el control que se evalúen, lo cual indica que, en esta edad, la planta presenta la menor tolerancia a la defoliación.

El nivel económico de daño para la época de esta investigación, con las mínimas pérdidas en la cosecha, fue de 0.83 cargas/ha, cuando se hizo el control con una aplicación de insecticida y de 2.50 cargas/ha, para tres aplicaciones y se estableció que deben presentarse 3.19 y 9.6 larvas por planta, para una y tres aplicaciones, respectivamente, para el semestre 1986B.

Los parámetros anteriores sirven para calcular la cantidad de larvas/planta que pueden reducir los rendimientos, en igual proporción a los que se requieren para su control (insecticidas).

Hay que anotar que los niveles económicos de daño establecidos en este trabajo son parámetros variables y dinámicos y que ellos cambian de acuerdo con ciertos factores, entre otros, el precio de la cosecha en el mercado, el costo de las medidas de control, las condiciones ambientales, los cambios bruscos que pueden ocurrir en la tolerancia de la planta al daño de la polilla o en el comportamiento alimenticio y control del insecto, etc.

CONCLUSIONES

De los resultados del presente trabajo, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Que defoliaciones a los 35 días de edad del cultivo de la papa, mostraron la mayor capacidad de recuperación de las plantas y, comparativamente, el mayor rendimiento. Las mayores pérdidas en la producción se presentaron en plantas defoliadas a los 55 y 75 días de edad.
- Que, el menor rendimiento se obtuvo con defoliación a los 55 días, cuando la pérdida de follaje fue crítica para la tuberización.
- Que en relación con el efecto de la defoliación en la calidad de los tubérculos, puede decirse que tiene un efecto adverso en el desarrollo de éstos.
- Que la población del insecto puede estar influida por las épocas climáticas, siendo la lluvia favorable para reducir el ataque a la planta; este factor se debe tener en cuenta para tomar la decisión de aplicar medidas de control.
- Que, cuando se presentan poblaciones del insecto después de los 75 días de edad del cultivo y al iniciar la fase de maduración, el daño del insecto es mínimo, pero deben tenerse en cuenta los cultivos vecinos jóvenes, ya que la población puede incrementarse y causar daños económicos.

BIBLIOGRAFIA

1. ALVIN, P. 1959. Métodos prácticos para medir el área foliar. In: Curso Internacional de Bases Fisiológicas de la Producción Agrícola, Lima (Perú), Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. V. 2, 51p.
2. BENAVIDES, R., MIGUEL. 1981. Reconocimiento y evaluación de la palomilla de la papa. *Phthoromaea operculella*, (Zeller). In: Seminario de la palomilla de la papa. Ponencias Bogotá, Sociedad Colombiana de Entomología, p. 1-3.
3. BUSTILLO, A.E., y MUÑOZ, B.E. 1985. Palomilla del tubérculo de la papa. Medellín. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Secretaría de Agricultura de Antioquia. 22p.
4. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1980. La polilla de la papa. Informe Anual CIP. Lima (Perú), p. 45-48.

TABLA 7. Pendiente de la curva; pérdidas mínimas en la cosecha y número de larvas/planta o niveles económicos de daño (NED) para tres edades del cultivo, en dos semestres de siembra.

	Edad cultivo (días)	Pendiente (b)	UNA APLICACION		TRES APLICACIONES	
			Pérdidas mínima de cosecha (carga/ha)	Larvas planta (NED)	Pérdidas mínima cosecha (carga/ha)	No. larvas/planta (NED)
Semestre B86	35	-0.26	0.83	3.19	2.50	9.6
	55	-0.34	0.83	2.44	2.50	7.35
	75	-0.17	0.83	4.88	2.50	14.7
Semestre A87	35	-0.5	0.89	1.78	2.66	5.32
	55	-0.7	0.89	1.27	2.66	3.8
	75	-0.4	0.89	2.23	2.66	6.65

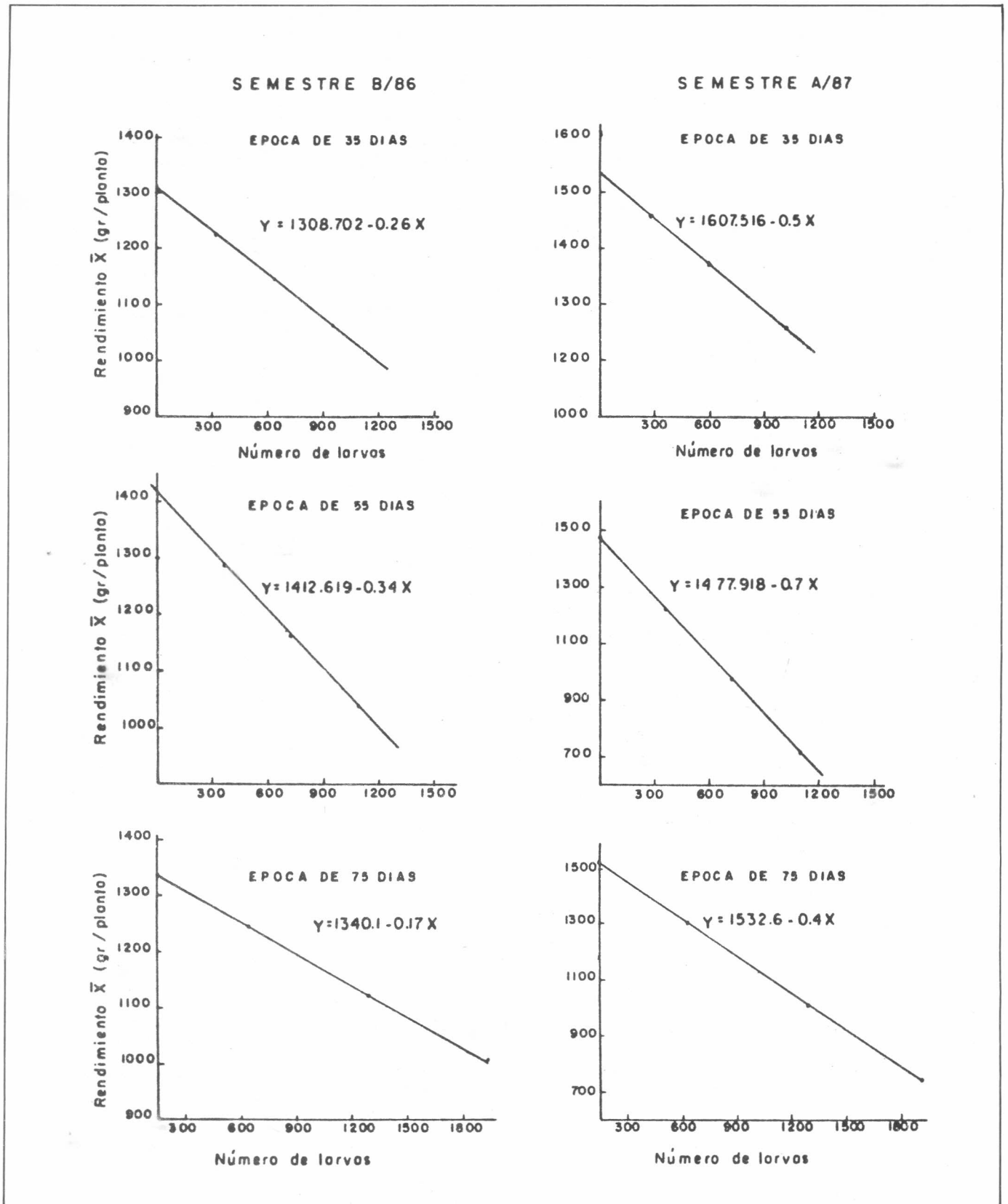


Figura 1. Regresión de rendimiento por planta de papa sobre el número de larvas de *P. operculella* por planta. Semestre 1986A y 1987A.

5. CRANSHAW, W.S. and RADCLIFFE, E.B. 1980. Effect of defoliation on yield of potatoes. *J. Econ. Entomol.* (Bombay), V. 17, No. 1, p. 131-134.
6. DEL CID REYES, Mardoqueo. 1980. Evaluación de doce insecticidas en el control de la palomilla de la papa (*Onorimoschema operculella* Zeller) bajo condiciones de almacenamiento. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 41p.
7. GALLEGO, F.L. 1946. Catálogo de Insectos II. Nocturnas, Heteroceras o Chalinoptera. *Revista Fac. Nal. de Agronomía, Medellín (Antioquia)* V. 6, No. 24, p. 415-473.
8. -----, 1946. Minador de las hojas del tabaco. *Fac. Nal. de Agronomía. Estudio Fundamental Medellín (Antioquia)*, V. 15, No. 1.
9. HAINES, C.P. 1971. The potato tuber-moth *Phthorimaea operculella* (Zeller). (Lep: Gelechiidae). *J. Econ. Ent.*, Bombay (India), V. 64, No. 2 p. 358-361.
10. -----, 1977. The potato tuber-moth, *P. operculella* (Zeller); a bibliography of recent literature and control on potatoes in the field and store. *Tropical Products Institute (London)*, V. 112, p. 1-15.
11. LOPEZ, ARISTOBULO y PERRI M., MARIA CONSUELO. 1981. La palomilla de la papa, plaga que causa grandes daños. *ICA Informa. Bogotá (Colombia)*, V. 15, No. 15, p. 7-11.
12. MIDMORE, D.J. 1986. Respuesta de la planta de papa (*Solanum* spp.) al daño de insectos. Algunos efectos de compensación. En: *Memorias del curso sobre Control Integrado de plagas de papa*. Bogotá, Centro Internacional de la Papa, Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Junio 29-Julio 19, 1986. Bogotá (Colombia). p. 176-200.
13. OGUNLANA, M.O. and PEDIGO, L.P. 1974. Economic-Injury Levels of hopper on soybeans in Iowa. *J. Econ. Entomol. Bombay (India)*, p. 29-32.
14. PIEDRAHITA, V., ESTELLA y MUÑOZ B., BEATRIZ. 1983. Inventario sobre *P. operculella*, palomilla de la papa en el Departamento de Antioquia. *Publicación Técnica. Medellín (Antioquia)* V. 6, p. 1-48.
15. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1983. Se agrava la situación. *Notas y Noticias Entomológicas. Bogotá (Colombia)*. Marzo-abril, 1983. p. 33.
16. -----, 1986. Vuelve la Palomilla. *Notas y Noticias Entomológicas. Bogotá (Colombia)* Marzo-abril, 1986. p. 25.
16. POVOLNY, D. 1967. Gentalia of some nearctic and neotropic members of the tribe gnorimoschemini (Lepidoptera, Gelechiidae). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae. (Praga)*, V. 37. p. 52-127.
17. RAMAN K.V. y BOOTH, R.H. 1986. Evaluación de tecnología para el control integrado de la palomilla de la papa. *Serie de Evaluación de Tecnología. Lima (Perú)*. V. 12, pa. *Serie de Evaluación de Tecnología. Lima (Perú)*. V. 12, p. 1-21.
18. REED, E.M. 1971. Factors affecting the status of a virus as control agent for the potato moth *Phthorimaea operculella* (Zeller). (Lepidoptera: Gelechiidae). *Bull. Ent. Res. (London)*. V. 61. No. 2. p. 207-222.
19. SHIELDS, E.J. ROUSE, D.I. and WYMAN, J.A. 1985. Variegated Cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) leaf-area consumption, feeding site preference, and economic injury level calculation for potatoes. *J. Econ. Entom. (Bombay)*, V. 78, No. 5, p. 1095.
20. SHIELDS, E.J. and WYMAN, J.A. 1984. Effect of defoliation at specific growth stages on potato yields. *J. Econ. Entomol. (Bombay)* V. 77, No. 5, p. 1194-1199.
21. VALENCIA, L. 1985. Insectos que afectan a plantas de papa provenientes de semilla botánica. Lima (Perú), Centro Internacional de la Papa, CIP. p. 5-12.
22. VERGARA, R., RODRIGO. 1981. Importancia económica de la palomilla del tubérculo de la papa, *Phthorimaea operculella*, En: *Seminario de la palomilla de la papa*. Bogotá, Sociedad Colombiana de Etnomología. p. 23-33.