

# **FITO** SANIDAD

**Vol. 3, No. 3, 1999**

**Un enfoque actual de sanidad vegetal**



**Determinación del perfil de ácidos grasos de aislamientos de *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, obtenidos de plantas y tubérculos de papa**

**Influencia del evento meteorológico "el Niño-Oscilación Sur" sobre epifitotias del tizón tardío de la papa y el moho azul del tabaco en Cuba**

**Efectividad de nuevos fungicidas para el control de *Alternaria solani* Sor. en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

**Modelo de pronóstico del tizón temprano (*Alternaria solani* Sor.) en papa y tomate en Cuba**

# Contenido

---

• DIAGNOSTICO FITOSANITARIO	
Detección de <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary mediante la técnica ELISA Caridad Font	5
Determinación del perfil de ácidos grasos de aislamientos de <i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i> , obtenidos de plantas y tubérculos de papa Marusia Stefanova, Yamilé Pollo, B. Suárez y Loreta Larrinaga	9
Estudio de medios de cultivo sobre el crecimiento lineal y la esporulación de <i>Phytophthora infestans</i> María O. López y Yoelquis Tomás	13
• ECOLOGIA	
Ciclo biológico de <i>Thrips palmi</i> Karny en diferentes temperaturas controladas Felicia Piedra, S. Jiménez y M. Milán	17
Influencia del evento meteorológico El Niño-Oscilación Sur sobre epifitotias del tizón tardío de la papa y el moho azul del tabaco en Cuba Guacalupe Gómez, J. Padrón, A. Meulenert	21
Sobrevivencia de los propágulos asexuales de <i>P. infestans</i> a diferentes temperaturas Yoelquis Tomás y María O. López	27
Zonificación bioclimática del tizón temprano ( <i>Alternaria solani</i> Sor.) de la papa en Cuba Guadalupe Gómez, P. Pedroso, Magaly Suárez, M. Figueroa, L. Castellanos, V. M. Pico, A. Hernández, Irina Secada y Marta González.	31
Plantas hospedantes de <i>Thrips palmi</i> Karny (Thysanoptera:Thripidae) en Cuba L. L. Vázquez y E. Rodríguez	37
Interacción <i>Phytophthora infestans</i> -bacterias en el filoplano de la papa y su relación con las condiciones climáticas en Cuba Marusia Stefanova, Irina Pérez, Francisca Coronado y Loreta Larrinaga	41
• LUCHA BIOLOGICA	
Comportamiento de los coccinélidos como depredadores de los áfidos en áreas bajo manejo integrado en el cultivo de la papa Ana I. Elizondo, C. A. Murguido y E. Fernández	47
Producción y evaluación de cultivos de <i>Bacillus thuringiensis</i> (Berl.) con efecto acaricida sobre <i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Banks.) (Acarina : Tarsonemidae) María E. Márquez, Orietta Fernández-Larrea y Lérica Almaguel	53
• LUCHA QUIMICA	
Efectividad de fungicidas de contacto sobre <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary en papa F. Rodríguez, Berta L. Muiño, Julia Almandoz y Angela Porras	59
Efectividad de nuevos fungicidas para el control de <i>Alternaria solani</i> Sor. en el cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) Julia Almandoz, L. Pérez, F. Rodríguez, J. Parra y V. M. Pico	63
Establecimiento de los términos de carencia de insecticidas y fungicidas en papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) R. Hernández, F. Rodríguez, Caridad Ricardo, María N. Llanes y Cecilia Linares.	67
Estudio preliminar de diferentes formulados de acaricidas para el combate de <i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Banks) en papa Marlene M. Veitía, R. Pérez, Ermita Feitó, María Benítez y J. C. Valdés	73
• MANEJO INTEGRADO	
Programa de manejo sostenible de malezas con uso racional de herbicidas en el cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) E. Paredes, R. C. García, F. La O, E. Pérez y Tamara Mateo.	77
Modelo de pronóstico del tizón temprano ( <i>Alternaria solani</i> Sor.) en papa y tomate en Cuba Guadalupe Gómez, J. Rodríguez, Ana Pedroso, A. Sarmiento, L. Castellanos, Mercedes González, Consuelo Álvarez, A. Hernández y V. M. Pico.	89
Naumova modificado: ajuste de un método de pronóstico para el tizón tardío de la papa y el tomate en Cuba Guadalupe Gómez, J. Rodríguez, L. Castellanos, Mary L. González, Inés Figueroa, A.Sarmientos, Daysi Alujas y Ester L. Martín.	95

# Contens

---

• DIAGNOSIS	
Detection of <i>Phytophthora infestans</i> by ELISA method Caridad Font	5
Determination of the fatty acids profile in isolates of <i>Erwinia carotovora</i> substrain <i>carotovora</i> obtained from plants and potato tubers Marusia Stefanova, Yamile Pollo, B. Suárez and Loreta Larrinaga	9
Study of the effect of culture media on the lineal growth and sporulation of <i>Phytophthora infestans</i> María O. López and Yoelkis Tomás	13
• ECOLOGY	
Biological cycle of <i>Thrips palmi</i> Karny at different temperatures Felicia Piedra and M. Milán	17
Influence of the meteorological event El Niño-Oscilación Sur, on epiphytic diseases of late blight in potato and blue mould in tobacco in Cuba Guadalupe Gómez, J. Padrón, A. Meulener	21
Survival of asexual propagules of <i>P. infestans</i> at different temperatures Yoelkis Tomás and María O. López	27
Bioclimatic zonification of early blight ( <i>Alternaria solani</i> Sor) of potato in Cuba Guadalupe Gómez, P. Pedroso, Magaly Suárez, M. Figueroa, L. Castellanos, V. M. Pico, A. Hernández, Irina Secada and Marta González	31
Host plants of <i>Thrips palmi</i> Karny (Thysanoptera: Thripidae) in Cuba L. L. Vázquez and E. Rodríguez	37
Interaction of <i>Phytophthora infestans</i> bacteria in the phylloplane of potato and its relation with the climatic conditions of Cuba Marusia Stefanova, Irina Pérez, Francisca Coronado and Loreta Larrinaga	41
• BIOLOGICAL CONTROL	
Behavior of coccinélida as predators of aphids in areas under integrated pest management of potato Ana I. Elizondo, C. Murguido and E. Fernández	47
Production and evaluation of biopesticides of <i>Bacillus thuringiensis</i> (Berl.) on <i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Banks) (Acarina: Tarsonemidae) María E. Márquez, Orietta Fernández-Larrea, Lérica Almaguel, Ermita Feitó and Esilinda Fernández	53
• CHEMICAL CONTROL	
Effectivity of contact fungicides on <i>Phytophthora infestans</i> Mont de Bary on potato F. Rodríguez, Berta L. Muiño, Julia Almandoz and Angela Porras	59
Effectivity of new fungicides for the control of <i>Alternaria solani</i> Sor. on potato cultivation ( <i>Solanum tuberosum</i> ) Julia Almandoz, V. M. Pico, L. Pérez, F. Rodríguez and J. Parra	63
Pre harvest interval for insecticides and fungicides in potato R. Hernández, F. Rodríguez, Caridad Ricardo, María N. Lianes and Cecilia Linares	67
Preliminary study of different acaricides for the control of <i>Polyphagotarsonemus latus</i> in potato Marlene M. Veitía, R. Pérez, Ermita Feitó, María Benítez and J.C. Valdés	73
• INTEGRATED PEST MANAGEMENT	
Program for sustainable management of the weeds with rational use herbicides in the cultivation E. Paredes, R. García, F. La O, E. Pérez and Tamara Mateo	77
Prognosis model for early blight ( <i>Alternaria solani</i> Sor.) in potato and tomato in Cuba Guadalupe Gómez, J. Rodríguez, Ana Pedroso, A. Sarmiento, L. Castellanos, Mercedes González, Consuelo Álvarez and V. M. Pico	89
Modified Naumova: Adjust of a diagnosis method for late blight in potato and tomato in Cuba Guadalupe Gómez, J. Rodríguez, L. Castellanos, Mary L. González, Inés Figueroa, A. Sarmientos, Daysi Alujas and Ester L. Martín	95
• REVIEW	
The aphids in the cultivation of potato in Cuba: biology, dynamic of populations, noxiousness and monitoring S. Jiménez	101

• RESEÑA

Los áfidos en el cultivo de la papa en Cuba: biología, dinámica de poblaciones, nocividad y señalización 101  
S. Jiménez

• COMUNICACIONES CORTAS

Susceptibilidad de variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) ante poblaciones cubanas de *Meloidogyne* spp. 109  
Emilio Fernández

Ocurrencia de enemigos naturales de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos agrícolas 113  
L.L. Vázquez, E. Rodríguez, E. Blanco, P. de la Torre y Esperanza Rijo

Suplemento de antibióticos contra bacterias para el aislamiento de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary de plantas de papa 115  
(*Solanum tuberosum* L.)

Marusia Stefanova, Loreta Larrinaga y Francisca Coronado

• SHORT COMMUNICATIONS

- Susceptibility of potato varieties before Cuban populations of *Meloidogyne* spp. 109  
E. Fernández
- Presence of natural enemies of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) in agricultural crops 113  
L.L. Vázquez, E. Rodríguez, E. Blanco, P. de La Torre and Esperanza Rijo
- Antibiotic supplement against bacteria for the isolated of *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary from potato plants 115  
(*Solanum tuberosum*)  
Marusia Stefanova, Loreta Larrinaga and Francisca Coronado

## DETECCIÓN DE *PHYTOPHTHORA INFESTANS* (MONT.) DE BARY MEDIANTE LA TÉCNICA ELISA

Caridad Font

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

### RESUMEN

La siembra de papa en Cuba depende de importaciones de semillas de Holanda y Canadá. La presencia en estos países de *Phytophthora infestans* con el grupo de compatibilidad sexual  $A_2$ , caracterizado por aislados de alta variabilidad genética y resistentes al metalaxyl, afecta de forma indirecta el patrón epidemiológico del tizón tardío en nuestro país. Esto implica la necesidad de implementar una técnica de diagnóstico que garantice su detección de una forma rápida y confiable, capaz de disminuir la entrada de este fitopatógeno. El hongo se diagnosticó por la técnica ELISA-Indirecto. Para su desarrollo fue necesario obtener la masa micelial en medio de cultivo líquido, y a partir de ella preparar los antisueros por inmunización a conejos. Estos antisueros se titularon mediante la técnica en estudio, y se determinaron las diluciones de trabajo de este y del conjugado; además se analizó la sensibilidad y se probaron las reacciones cruzadas con los hongos *Rhizoctonia solani*, *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium spp* y otras especies del género *Phytophthora* que integran el patosistema del cultivo de la papa. Se encontró que las diluciones óptimas fueron de 1/1 000 para el antisuero, y 1/500 para el conjugado; la desviación estándar ( $\delta$ ) y el umbral positivo negativo ( $X_s$ ) fue de 0,014 y 0,152, respectivamente, y el límite de detección fue de 100 ng de proteínas/mL. El antisuero producido reconoce sólo las especies de *Phytophthora* y no otros géneros fúngicos.

Palabras claves: *Phytophthora infestans*, ELISA, semillas de papa

### ABSTRACT

The culture of potatoes in Cuba depends of imported seeds from Canada and Netherlands. In this countries exists *Phytophthora infestans* with  $A_2$  mating type, which have a great genetic variability and metalaxyl resistance isolates, this aspect is very important because it can affect the epidemiological pattern of early blight. By this reason was necessary to develop an ELISA test as a sensitive, reliability and quickly diagnostic technique to detect and to decrease its entrance in our country. For develop this technique was necessary to obtain the mycelial mass from the fungus and to prepare antiserum by the immunisation of rabbits with it. The antiserum was titled by ELISA and was determinate the best antiserum and conjugate dilutions, sensibility and cross reactivity of antiserum with *Rhizoctonia solani*, *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium spp* and others *Phytophthora* species were studied too. The dilutions were 1/1000 and 1/500 of antiserum and conjugate, respectively. The positive negative threshold ( $X_s$ ) was 0.152 and the standard deviation was 0.014. The sensitive was 100 ng of proteins/ml. The *P. infestans* antiserum just detected the genus *Phytophthora*.

Key words: *Phytophthora infestans*, ELISA, seeds potato

### INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es el cultivo más importante de las siembras de invierno en Cuba, pues además de constituir una fuente alimenticia considerable, sus tubérculos pueden ser almacenados, a diferencia del resto de las viandas. Entre las principales enfermedades que presenta se encuentra el tizón tardío [Hooker, 1981] (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), y una de las condicionales más importantes para su aparición y posterior desarrollo es el estado fitosanitario de la semilla.

Anualmente se invierte una suma considerable de moneda libremente convertible en la compra de semillas,

fertilizantes y pesticidas. En la actualidad la siembra de papa en Cuba depende de las importaciones de semillas de Holanda y Canadá, en las cuales, desde la década del ochenta, se detectó el grupo de compatibilidad sexual  $A_2$  [Fry *et al.*, 1993], lo que ha posibilitado una gran variabilidad genética que, unida a la detección de aislados resistentes al metalaxyl, ha afectado de forma indirecta el patrón epidemiológico del tizón tardío en el país [Gómez *et al.*, 1995].

En el índice de tolerancia para las pudriciones secas en las semillas importadas está implícita la presencia de *P. infestans*, y en Cuba los análisis para su comproba-

ción se realizan mediante inspecciones visuales, lo cual no permite la detección de tubérculos asintomáticos, posibilitando la introducción de aislados no sólo con una gran variabilidad genética, sino también con resistencia al metalaxyl [Gómez *et al.*, 1995].

Las técnicas serológicas, principalmente la inmunoenzimática ELISA, son muy utilizadas para la detección de virus, bacterias y hongos. Sus principales ventajas se encuentran en la combinación de la sensibilidad con el análisis de un gran número de muestras en un tiempo relativamente corto.

En este trabajo nos propusimos la estandarización de la técnica ELISA-Indirecto en la detección de *Phytophthora infestans* en tubérculos de semillas de papa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los hongos utilizados en este trabajo fueron las cepas 36, C-2, C-5 y C-8 de *P. infestans*, *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium* spp, *Phytophthora nicotianae* y *Phytophthora parasitica* aisladas de papa, excepto las dos últimas, que se aislaron de tabaco y tomate respectivamente. Los hongos se mantuvieron en medio PDA a 25°C, y las cepas de *P. infestans* en V<sub>8</sub> a 20°C. Las masas miceliales se reprodujeron en caldo de esos mismos medios en iguales condiciones, y se utilizaron para preparar las soluciones antigénicas de cada uno de ellos.

La masa micelial de *P. infestans* fue recogida a los 15-20 días de crecimiento -y las de otras especies y géneros a los 7-10 días-, filtrada y lavada con agua destilada estéril. La ruptura de la pared celular se realizó por ciclos de congelación y descongelación, y trituración con mortero. Después de centrifugar a 10 000 rpm, el sobrenadante (solución antigénica) se recogió y almacenó en alícuotas a 4°C.

Las concentraciones de proteínas de cada una de las suspensiones miceliales se determinaron por el método de Lowry *et al.* (1951), utilizando BSA como patrón.

Con la suspensión antigénica del aislado 36 y la mezcla de las suspensiones de los aislados C-2, C-5, C-8 de *P. infestans*, se prepararon los antisueros inmunizando conejos raza chinchilla de aproximadamente dos kilogramos de peso corporal, con inyecciones subcutáneas a razón de 1 mg/mL. Se emulsificó con igual volumen de adyuvante completo de Freund para la primera dosis, e incompleto para las restantes. Las inyecciones se administraron semanalmente durante 35 días. La titulación se realizó por ELISA-Indirecto tomando muestras de sangre de la vena marginal de la oreja.

La técnica ELISA-Indirecto [Mohan, 1988] se estandarizó utilizando el antisuero de mejor titulación. Para estandarizar la técnica ELISA-Indirecto se determinaron las diluciones óptimas de antisuero y conjugado, enfrentando 1 µg/mL de antígeno con diluciones de 1/100-1/5 000 del suero, y diluciones de 1/250-1/2 000 del conjugado anticonejo-fosfatasa alcalina.

El umbral es el valor de absorbancia (D.O.) que marca la diferencia entre los valores negativos y positivos de las muestras. Se calculó para 14 determinaciones de controles sanos, basados en la relación [Sutula y Cuiilet, 1986]:

$$X_s = X + 3\delta$$

donde  $X_s$ : umbral  
 $X$ : media de los controles sanos  
 $\delta$ : desviación estándar

$X$  y  $\delta$  se calcularon por el programa estadístico CCS STATICFF, con un intervalo de confianza del 95%.

La sensibilidad de la técnica se determinó con las concentraciones óptimas de antisuero y conjugado halladas anteriormente, a diferentes concentraciones del antígeno desde 5 hasta 1 000 ng de proteína/mL.

Las reacciones cruzadas se estudiaron enfrentando el antisuero de *P. infestans* con 1 mg de proteína/mL de las suspensiones antigénicas de los diferentes aislados de *P. infestans*, con las otras especies de *Phytophthora* y los otros hongos mencionados anteriormente, para lo cual se determinaron las absorbancias, y se calculó el porcentaje de homología con respecto a la suspensión antigénica del aislado 36.

Las muestras de tubérculos de papa se prepararon triturando en mortero un gramo de la cáscara con tampón de carbonato-bicarbonato, el homogenato se filtró a través de una gasa y la suspensión se utilizó en las distintas experiencias.

El antisuero también se probó con una técnica no enzimática, Dot-Oro [Brada y Roth, 1984], utilizando como control negativo y positivo tubérculos de papas sanas y artificialmente inoculadas con *P. infestans*. Cada experimento se repitió tres veces, con tres réplicas por cada determinación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las concentraciones de proteína de las suspensiones antigénicas se exponen en la *Tabla*.

Microorganismo	Concentración (mg/mL)
Phytophthora infestans	
36	1,3
C-2	0,5
C-3	0,8
C-8	0,6
P. parasitica	1,9
P. nicotianae	3,9
Macrophomina phaseolina	2,4
Sclerotium rolfsii	1,3
Rhizoctonia solani	16,6
Fusarium spp	2,6

La titulación por ELISA-Indirecto de los antisueros producidos de *P. infestans* mostraron reacción positiva hasta la dilución de 1/500 y 1/2 000 para la mezcla de aislados y el aislado 36 respectivamente; sin embargo con el antisuero de la mezcla de aislados hubo reacciones inespecíficas hasta la dilución 1/100; por este motivo, y unido a su bajo título, este antisuero no se utilizó en los ensayos restantes, y fue escogido el antisuero del aislado 36 en los siguientes experimentos para la estandarización de la técnica ELISA.

Las diluciones óptimas de antisuero y conjugado fueron de 1/1 000 y 1/500, respectivamente. Estas diluciones se escogieron por el menor valor de la D.O. de las reacciones inespecíficas con los controles negativos, y que muestran diferencia con los controles positivos [Peralta y Frías, 1987].

La desviación estándar calculada ( $\delta$ ) y el umbral ( $X_0$ ) fueron 0,014 y 0,152, respectivamente, lo que nos indica que los valores de absorbancia que están por debajo del umbral se consideraron negativos, y los que resultaron por encima positivos, según Sutula y Cuillet (1986).

En la curva de sensibilidad (Fig. 1) hay una relación proporcional ascendente entre la concentración de proteínas y los valores de absorbancia, comportamiento esperado para este tipo de ensayo. El intercepto entre el umbral y la curva de sensibilidad fue de 100 ng de proteínas/mL, y esta es la misma concentración de antígeno proteico de *P. infestans* que puede detectarse por ELISA-Indirecto. Utilizando esta técnica, Mohan (1988) obtuvo una sensibilidad de 2 ng/mL para la detección de *P. fragariae* en raíces de fresa. También Amouzon-Alladaye *et al.* (1988) obtuvieron muy buenos resultados en el diagnóstico de este patógeno, y Font *et al.*, (1999) detectaron 60 ng/mL de *P. nicotianae*.

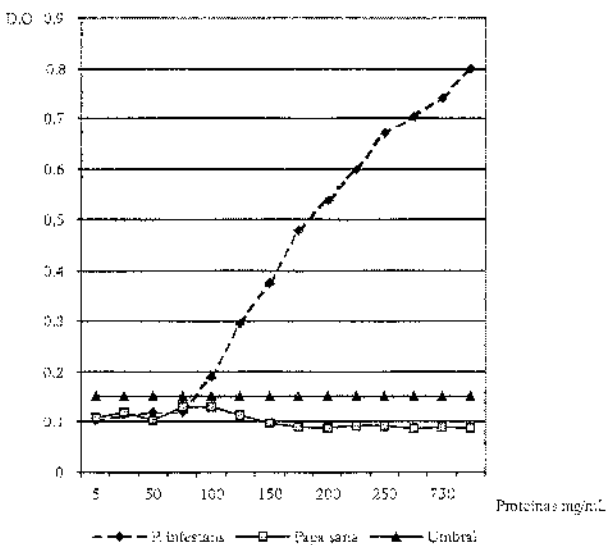


Figura 1. Curva de sensibilidad para *P. Infestans* por ELISA-Indirecto.

En la Fig. 2 se muestra la fuerte reacción con el género *Phytophthora*, y no así con los otros hongos enfrentados que pueden estar presentes como contaminantes en los tubérculos de papa. Estos resultados coinciden con los encontrados por Harrison *et al.* (1990, 1991) y Mohan (1988) para detectar *P. infestans* en hojas de papa, y *P. fragariae* en fresa, respectivamente.

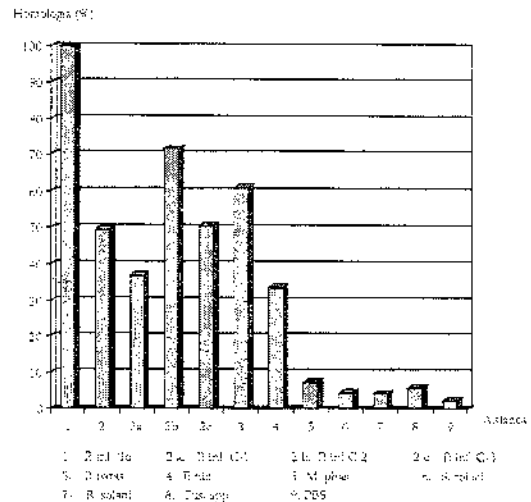


Figura 2. Especificidad del antisuero *P. Infestans* en ELISA.

En la técnica Dot-Oro se observó una fuerte reacción con el tubérculo infectado y, en cambio, ninguna con el sano. Estos resultados demuestran el reconocimiento del antisuero producido con antígenos *in vitro* hacia los antígenos *in vivo* de *P. infestans*.

## CONCLUSIONES

- La sensibilidad de la técnica ELISA para detectar *P. infestans* fue de 100 ng de proteínas/mL.
- El antisuero de *P. infestans* obtenido reconoce al género *Phytophthora* y no otros géneros de hongos que afectan al cultivo de la papa.

## REFERENCIAS

- Amouzon-Alladaye E.; J. Dunez; M. Cierjeau: «Immunoenzymatic Detection of *Phytophthora fragariae* in infected strawberry plants». *Phytopathology* 78(8): 1022-1026, 1988.
- Brada, D.; J. Roth: «"Golden-Blot" Detection of Polyclonal and Monoclonal Antibodies Bound to Antigens a Nitrocellulose by Protein A-Gold Complex», *Analytical Biochemistry* 142: 79-83, 1984.
- Font, C. *et al.*: «Detección de *Phytophthora nicotianae* en suelo mediante ELISA y Dot-Oro», *Fitosanidad* 3, 1999.
- Fry, W. E. *et al.*: «Historical and Recent Migrations of *P. infestans*. Chronological Pathways and Implications», *Plant disease* 77(T): 653-661, 1993.
- Gómez *et al.*: «Manejo integrado del tizón tardío de la papa», X Forum de Ciencia y Técnica, INISAV, 1995.

- Harrison, J. G. *et al.*: «Estimation of Amount of *Phytophthora infestans* Mycelium in Leaf Tissue by Enzyme-Linked Immunosorbent Assay», *Plant Pathology* 39: 274-277, 1990.
- Harrison, J. G.; R. Lowe; M. Duncan: «Use of ELISA for Assessing Major Gene Resistance of Potato Leaves to *Phytophthora infestans*», *Plant Pathology* 40, 431-435, 1991.
- Hooker, W. S. (Ed.): *Compendium of Potato Disease*, American Phytopathological Society, St. Paul, M. N., 1981.
- Lowry, O. H. *et al.*: «Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent», *Journal of Biological Chemistry*, 193: 265-275, 1951.
- Mohan, S. B.: «Evaluation of Antisera Raised Against *Phytophthora fragariae* for Detecting the Red Core Disease of Strawberries by Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA)», *Plant Pathology*, 37: 206-216, 1988.
- : «Cross Reactivity of Antiserum Raised Against *Phytophthora fragariae* with Others *Phytophthora* Species and its Evaluation As a Genus Detecting Antiserum», *Plant Pathology* 38: 352-363, 1989.
- Peralta, E. L.; M. T. Frías: *Manual sobre la técnica inmunoenzimática ELISA*. ENPES, La Habana, 1987, pp. 28-60.
- Sutula, C. L.; J. M. Cuileit: «Interpreting ELISA Data and Establishing the Positive Negative Threshold», *Plant Disease* 78(8): 722-726, 1986.

## DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE AISLAMIENTOS DE *ERWINIA CAROTOVORA* SUBSP. *CAROTOVORA* OBTENIDOS DE PLANTAS Y TUBÉRCULOS DE PAPA

Marusia Stefanova, Yamilé Pollo, B. Suárez y Loreta Larrinaga

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

### RESUMEN

Los estudios de ácidos grasos se han convertido en una valiosa herramienta taxonómica para la identificación de numerosos microorganismos, incluyendo las bacterias patógenas de plantas. Se determinó la composición de ácidos grasos celulares de aislamientos de *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (E.c.c.) obtenidos de plantas y tubérculos de papa. Las células bacterianas fueron saponificadas, esterificadas y analizadas para determinar el tipo de ácido graso presente, usando un cromatógrafo gaseoso con detector de llama. El perfil de los aislamientos estuvo compuesto por los ácidos láurico, mirístico, palmítico, palmitoleico, oleico y metil-3-hidroxitetradecanoico con predominio de los ácidos palmítico (26,44%), palmitoleico (30,58%) y oleico (14,9%). La diferencia entre los aislamientos de E.c.c. y *E. chrysanthemi* consistió en la participación inversa de los ácidos láurico y mirístico.

Palabras claves: ácidos grasos, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, papa

### ABSTRACT

Fatty acid analysis has become a valuable taxonomic tool for the identification of numerous microorganisms including plant pathogenic bacteria. The cellular fatty acid's composition of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (E.c.c.) obtained from potato plants and tubers was determined. Bacterial cells were saponified, sterified and analyzed on fatty acid using a gas chromatography with a flame ionization detector. The profile of the isolates was compound by lauric, myristic, palmitic, palmitoleic, oleic and metil-3-hidroxitetradecanoic acids with a predominance of the palmitic (26,44%), palmitoleic (30,58%) and oleic (14,9%) acids. The difference between E.c.c. and *Erwinia chrysanthemi* isolates consisted in the inverse participation of lauric and myristic acids.

Key words: fatty, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, potato

### INTRODUCCIÓN

La determinación cuantitativa y cualitativa de los ácidos grasos de la pared celular se aplica a la sistemática bacteriana desde principios de la década del ochenta, principalmente en la medicina y más tarde en otras ramas. El método constituye actualmente una potente herramienta de trabajo que permite a los laboratorios microbiológicos distinguir con gran precisión, y en muy poco tiempo, las especies de un aislado bacteriano, definir el origen de la infección detectada y tipificar poblaciones bacterianas prescindiendo de medios selectivos y pruebas bioquímicas [Henningson and Gudnestad, 1991; Cother *et al.*, 1992; Persson and Sletten, 1995].

En Cuba se han determinado los perfiles de ácidos grasos a dos importantes especies bacterianas que afectan la papa, *Ralstonia solanacearum* y *Erwinia chrysanthemi*. Incluso se ha estudiado la posibilidad de detectar ambas bacterias en tubérculos de papa mediante esta téc-

nica [Suárez y Stefanova, 1992; Suárez y Stefanova, 1995].

Otra especie que produce síntomas muy similares a los causados por *E. chrysanthemi* en las condiciones de Cuba es *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, (E.c.c.). Con el motivo de valorar la técnica para el diagnóstico de ambas especies se determinó el perfil de los ácidos grasos de aislamientos de E.c.c. y la diferencia que existe entre ellas en relación con el contenido de los ácidos grasos celulares.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron aislamientos de E.c.c. obtenidos de tallos y tubérculos de papa, previamente caracterizados mediante pruebas morfológicas, fisiológicas y bioquímicas.

### Preparación y procesamiento de las muestras

Los aislamientos objeto de estudio se sembraron en placas sobre el medio de cultivo King B [King *et al.*, 1954]; a las veinticuatro horas de incubación se tomó una cantidad del crecimiento bacteriano correspondiente a un asa de platino de 2,4 mm de diámetro y se depositó en un tubo con tapa de rosca, repitiendo el mismo procedimiento para cada una de las cepas objeto de estudio. El proceso de saponificación, metilación, extracción y lavado con solución alcalina se realizó por el método de Miller y Berger (1985).

### Parámetros instrumentales

Los análisis se realizaron en un cromatógrafo CARLO ERBA, modelo FRACTOVAP 2450, equipado con doble detector de ionización por llama (FID) y programador de temperatura LT modelo 200. Se emplearon columnas de relleno de dos metros por tres milímetros de diámetro interior rellenas con SP-2100 al 3% sobre Chromosorb W HPAW DMCS 100-120 mesh. Se trabajó a un régimen de temperatura programada entre 150-250°C, a una velocidad de ascenso de 5°C/min. La temperatura de la cámara de inyección y de la base de

los detectores se mantuvo a 260°C. El gas portador empleado fue argón con un flujo de 20 mL/min. La sensibilidad del amplificador (Electrometer) fue de 10 x 32, y el registrador trabajó en el rango de 2 mV, a una velocidad de la carta de 5 mm/min.

### Análisis de los picos

Se midieron las áreas de los picos que tienen participación en cada muestra, dividiéndose el área de cada pico entre el área total para hallar el por ciento de participación de cada ácido graso en la composición final de la muestra.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los aislamientos de *E.c.c.* objeto de estudio mostraron un perfil compuesto por ácido láurico (12:0), ácido mirístico (14:0), ácido palmítico (16:0), ácido palmitoleico (16:1), ácido oleico (18:1) y metil-3-hidroxitetradecanoico (14:0 3OH). La mayor parte de la composición total de ácidos grasos resultó constituida por los ácidos palmítico (26,44%), palmitoleico (30,59%) y oleico (14,9%) (Fig. 1).

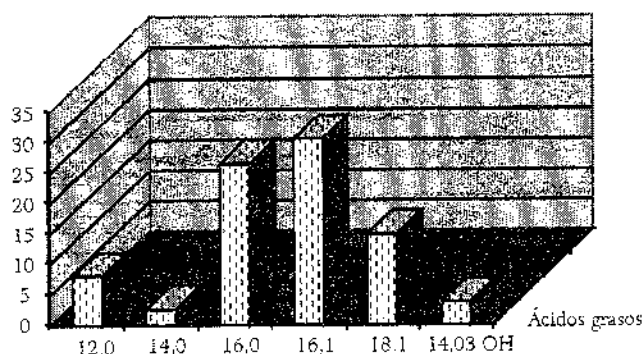


Figura 1. Perfil de ácidos grasos de aislamientos de *Erwinia caratovorae* subsp. *caratovorae* objeto de estudio.

Se observó una variación cuantitativa entre las cepas dentro de un mismo ácido graso, pero siempre se mantuvo la proporción de participación en las cepas entre un ácido y otro (Figs. 2 y 3).

Wells *et al.* (1993) destacaron para la identificación del género *Erwinia* por el sistema experto propuesto por ellos, ocho ácidos grasos (12:0, 14:0, 16:0, 16:1, 18:1 cis + trans9, 14:0 3OH, 15:1 iso y 17:0) como componentes principales, cada uno con participación por encima del 1% en todas o al menos en una de las especies de *Erwinia*. Los autores señalaron los ácidos 16:0, 16:1 y 18:1 como los de mayor porcentaje para este género, seguidos por los ácidos 12:0, 14:0 y 14:0 3OH.

En otro trabajo semejante relativo a las especies de *Erwinia* causantes de pudriciones, Wells y Moline (1991) encontraron los ácidos 12:0, 14:0, 16:0, 16:1, 18:1 y 14:0 3OH, además de otros 21 ácidos grasos, pero de poca importancia (menor de 0,1%). Anteriormente, Sasser (1986) señaló los ácidos 12:0, 14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 16:1, 18:1 y 14:0 3OH como componentes del perfil de ácidos grasos de *E.c.c.*, pero apunta el ácido palmítico, palmitoleico y el oleico como los de mayor participación.

Los resultados en este trabajo relativos a la composición cualitativa de los ácidos grasos y la mayor partici-

pación de los ácidos 16:0, 16:1 y 18:1 concuerdan con los señalados por los autores anteriormente citados. Respecto a la variación cuantitativa entre las cepas dentro de un mismo ácido, esta fue informada por Kori *et al.* (1992) cuando estudiaron la composición de los ácidos grasos de aislamientos de

*E.c.c.* y *E. chrysanthemi* de diferentes cultivos. Estos autores señalaron igualmente que la cantidad del ácido láurico (12:0) y el ácido mirístico (14:0) de forma inversa distingue ambas especies. A conclusión semejante arribaron anteriormente Wells *et al.* (1993).

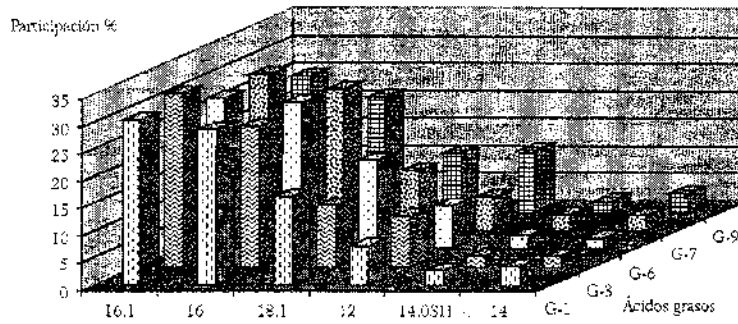


Figura 2. Perfil de ácidos grasos de los aislamientos de *Erwinia carotova* subsp. *carotova* a partir de plantas de papa.

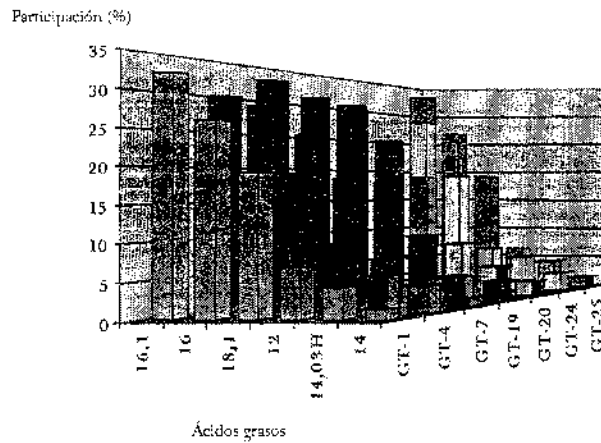


Figura 3. Perfil de ácidos grasos de los aislamientos de *Erwinia chrysanthemi* a partir de tubérculos de papa.

Si comparamos los cromatogramas de los aislamientos de *E. chrysanthemi* según Suárez y Stefanova (1992) y de *E.c.c.*, en el presente trabajo se observa la participación inversa distintiva de los ácidos señalados (Fig. 4), que debe tenerse en cuenta en el diagnóstico de estas dos especies por este método.

En Cuba se detecta la presencia de pudriciones blandas por *Erwinia* spp durante la etapa del cultivo. La identificación de las especies involucradas mediante pruebas fisiológicas y bioquímicas requiere de tiempo, y la serológica puede ser influenciada por las reacciones cruzadas. Las ventajas que ofrece el análisis de ácidos grasos en la diferenciación de estas bacterias, independientemente de su origen [Persson and Sletten, 1995] y los resultados respectivos en el país, sustentan la introduc-

ción más amplia de la técnica como método de diagnóstico rutinario.

Por otra parte, el análisis de los ácidos grasos se emplea en estudios epidemiológicos para determinar el origen de la infección bacteriana. Cother *et al.* (1992) determinaron la existencia de diferentes biovars de *E. chrysanthemi* en dos ríos en Australia, y la relación entre las plantas de papa con pudrición húmeda y la infección por causa del agua de riego contaminada. Zhebylo y Vyshtalyuk (1992) por otra parte, señalan diferencia entre las cepas virulentas y avirulentas de *E.c.c.*, mientras que Kori *et al.* (1992) expresaron el criterio sobre la posibilidad de distinguir el hospedante a partir del cual fue obtenido el aislamiento de *E. chrysanthemi* mediante la técnica en cuestión, lo cual apunta a otra esfera importante de su aplicación.

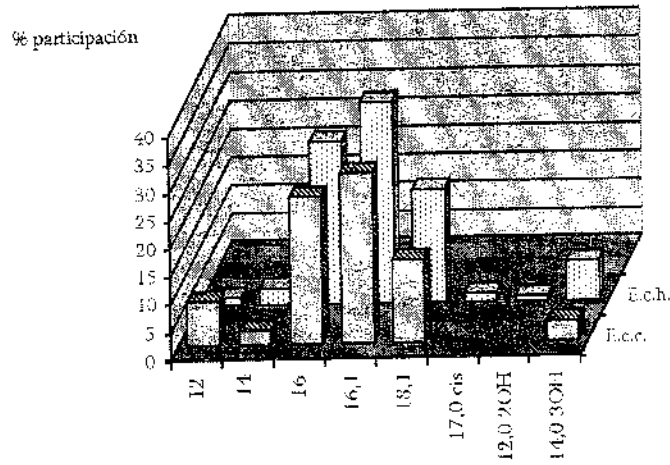


Figura 4. Comparación de perfiles de ácidos grasos de *Erwinia chrysanthemi* y *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*

## CONCLUSIONES

- Se determinó la composición de ácidos grasos celulares de aislamientos de *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (E.c.c.) obtenidos de plantas y tubérculos de papa.
- La diferencia entre los aislamientos de E.c.c. y *E. chrysanthemi* consistió en la preparación inversa de los ácidos láurico y mirístico.

## REFERENCIAS

- Cotter, E. J. et al.: «Characterization of *Erwinia chrysanthemi* Biovars in Alpine Water Sources by Biochemical Properties, GLC Fatty Acid Analysis and Genomic DNA Finger Printing», *Journal of Applied Bacteriology* 73 (2): 99-107, 1992.
- Henningson, P.J.; N.C. Gudmestad: «Fatty Acid Analysis of Phytopathogenic Coryneform Bacteria», *Journal of General Microbiology* 137: 427-440, 1991.
- King, E. O.; M. K. Ward; D. E. Raney: «Two Simple Media for the Demonstration of Pyocyanin and Fluorescin» *J. Lab. Clin. Med.* 44: 301-307, 1954.
- Kori, Y.; N. Furuya; N. Matsuyama: «Differentiation of *Erwinia chrysanthemi* and *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* by Cellular Fatty Acid Analysis», *J. Fac. Agric., Kyushu Univ.*, 37 (2): 173-178, 1992.
- Miller, L.; T. Berger: «Bacteria Identification by Gas Chromatography of Whole Cell Fatty Acids», *Gas Chromatography* no. 43, pp. 228-241, 1985.
- Persson, P.; A. Sletten: «Fatty Acid Analysis for the Identification of *Erwinia carotovora* subsp. *Atroseptica* and *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*», *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 25: 1-2, 151-156, 1995.
- Sasser, M.: «Identification of Bacteria Through Fatty Acid Analysis», *Methods of Phytopathology*, Akademiai Kiado, Budapest, Hungary, 1991, pp. 199-204.
- Suárez, B.; M. Stefanova: «Determinación del contenido de ácidos grasos en aislamientos de *Pseudomonas solanacearum* y *Erwinia chrysanthemi*», *Protección Vegetal*, vol. 7: 1-3, 1992.
- : «Determinación del contenido de ácidos grasos de tubérculos de papa afectados por *Pseudomonas solanacearum* y *Erwinia chrysanthemi*» *Advances in Modern Biotechnology. Book of Short Reports*, Biotechnology Havana 95, november 13-18, 1995.
- Wells, J.M.; H.E. Moline: «Differentiation of the Soft-Rotting *Erwinia* (the *carotovora* group) by Fatty Acid Composition», *Journal of Phytopathology* 131 (1): 22-32, 1991.
- Wells, J.M.; J.E. Butterfield; L.G. Revear: «Identification of Bacteria Associated with Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables by Cellular Fatty Acid Composition: An Expert System for Personal Computer», *Phytopathology* 83: 445-455, 1993.
- Zherebylo, O.E.; M. N. Vyshtalyuk: «Fatty Acid Composition of Cell Lipids of Virulent and Avirulent *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*», *Microbiologicheskii-Zhurnal*, 54(1):33-39, 1992.

## ESTUDIO DE MEDIOS DE CULTIVO SOBRE EL CRECIMIENTO LINEAL Y LA ESPORULACIÓN DE *PHYTOPHTHORA INFESTANS*

María O. López y Yoelquis Tomás

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa,  
Ciudad de La Habana, CP 11600

### RESUMEN

El tizón tardío de la papa causado por *Phytophthora infestans*, una de las enfermedades más importantes de las que afectan a este cultivo a nivel mundial, es de aparición frecuente en Cuba. Con el objetivo de conocer el comportamiento de los medios de cultivo sobre el crecimiento y capacidad esporulativa del hongo, se utilizó el método de siembra en los medios PDA, V3, V8 y V10, de un aislamiento resistente al metalaxyl. Se describieron las características morfológicas de las colonias para cada caso y se determinó la esporulación mediante el conteo de esporangios en cámara de Neubauer. Se lograron resultados importantes concernientes a la biología de esta especie fúngica con la utilización del medio de cultivo V3, en el que se obtuvo un mayor y mejor crecimiento, así como capacidad esporulativa, aspecto que resulta novedoso para los estudios del hongo en nuestras condiciones.

Palabras claves: *Phytophthora infestans*, crecimiento, esporulación, medios de cultivo

### ABSTRACT

The late blight of potato (*Phytophthora infestans*) is one of the most important diseases in the world. It is frequent in Cuba. The objective of this article is to know the influence of different culture media in the *P. infestans* sporulation and growth. In this case was used a metalaxyl resistant isolation on PDA, V3, V8 y V10. The morphologic characteristics were described for each case. The sporulation was determined in a Neubauer cell. This bioassay indicated that V3 culture media is the most important in the biologic studies of this fungus and the better to sporulation and growth. In our conditions these results gave new and important elements about the late blight studies.

Key words: *Phytophthora infestans*, growth, sporulation, culture media

### INTRODUCCIÓN

El tizón tardío de la papa, causado por el Oomycete *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, ha sido una de las enfermedades más importantes en ese cultivo a nivel mundial desde hace más de ciento cincuenta años [Niederhauser, 1993]. A partir de 1842 se desarrollaron epidemias severas de tizón tardío en Estados Unidos, y desde 1845 en Europa. Posteriormente se pensó que el patógeno llegó desde México, región en la que se encontraron los dos tipos de apareamiento (A1 y A2) y sus oosporas resultantes [Fry *et al.*, 1993].

De Bary, en 1876, fue uno de los investigadores que hizo los primeros intentos para cultivar especies de *Phytophthora* en fragmentos vegetales, y Brefeld en 1883 obtuvo por primera vez el crecimiento de *P. infestans* bajo condiciones estrictamente saprofiticas [Erwin y Ribeiro, 1996]. Pero no fue hasta 1930 que se generalizó el empleo de medios orgánicos, tales como avena y frijol lima, descubriéndose más tarde el requerimiento

de vitaminas para el desarrollo de las especies de *Phytophthora* [Leonian y Lilly, 1938].

Los medios orgánicos más recomendados son jugo V8, avena, zanahoria, harina de maíz, papa y arroz, aunque se han descrito diversos medios sintéticos que son frecuentemente utilizados para el crecimiento de estas especies. Antes de 1964 se desconocía la causa por la cual estos hongos esporulaban bien sobre sustrato orgánico, y muy poco sobre sustrato sintético, pero más tarde se determinó que era el esteroil (sitosterol), presente en los medios orgánicos, el que estimulaba el crecimiento micelial y la formación de estructuras reproductivas de estos hongos [Erwin y Ribeiro, 1996], aunque también se determinaron trazas de esteroil en el agar empleado en medios sintéticos [Nes, 1988], lo cual favorece en alguna medida la esporulación de *Phytophthora* spp.

El medio V8-agar es uno de los más usados para el mantenimiento del cultivo, aunque el medio agar-avena es

también usado [Erwin y Ribeiro, 1996]. Algunos aislados de *P. infestans* no crecen tan rápido en medio V8-agar, mientras que crecen mejor en medio centeno-agar [Caten y Jinks, 1968].

Este trabajo tuvo como objetivo el conocimiento acerca de la influencia de los medios de cultivos PDA, V3, V8 y V10 sobre el crecimiento y la esporulación de las colonias de *P. infestans*, con la utilización de un aislamiento obtenido a través de la semilla importada, que resultó resistente al metalaxyl.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En este bioensayo se utilizó un aislamiento de *P. infestans* resistente al metalaxyl, denominado 35.8, procedente de semilla importada de Holanda. Para este ensayo fueron empleadas placas Petri que contenían los medios de cultivo V3, PDA, V8 y V10. El pH se ajustó a seis, y se esterilizaron en autoclave durante veinte minutos a 120°C. Posteriormente se vertieron en placas Petri de 9cm  $\phi$  y se emplearon cuatro placas por variante. Se tomaron discos de agar con micelio del hongo (de 5mm de  $\phi$ ), y se colocó un disco en el centro de cada placa con los diferentes medios de cultivo. Estas se incubaron a la temperatura de  $19 \pm 1^\circ\text{C}$  y se chequearon diariamente, después de la aparición del micelio de *P. infestans*. El crecimiento lineal del hongo fue determinado mediante la medición del diámetro de las colonias (mm) cada veinticuatro horas durante seis días. Las características morfológicas de las colonias de *P. infestans* para cada caso fueron observadas y descritas. A los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza simple al 5% de probabilidad de error, para lo cual se utilizó el programa estadístico Statitcf. Además, se graficó la dinámica de crecimiento micelial de las colonias de *P. infestans* en los diferentes medios de cultivo probados.

Para la determinación de la esporulación en los medios de cultivo anteriormente mencionados, se extrajeron

tres discos de micelio con un perforador de 10 mm de diámetro y 0,9498 cm<sup>2</sup> de área, de diferentes partes de cada placa. Los discos de micelio del hongo se introdujeron en tubos de cultivo que contenían agua destilada estéril, a los cuales se les añadió 10 mL de solución tween 80 al 1% para lograr la homogenización del inóculo. Luego se agitaron, frotándolos suavemente hasta lograr total homogenización, y posteriormente se extrajeron pequeñas alícuotas con micropipetas para determinar la concentración de esporangios/mL, mediante el conteo de esporangios en cámara de Neubauer.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El aislamiento escogido, 35.8, creció en los cuatro medios de cultivo utilizados, aunque en cuanto a la velocidad del crecimiento micelial se observaron diferencias significativas entre los sustratos probados. Los resultados reflejan que en las cuatro evaluaciones realizadas, el mayor crecimiento se obtuvo con el medio V3. Con las evaluaciones pudo comprobarse que el comportamiento de los medios de cultivo se mantenía de igual forma con respecto al tiempo. Existe diferencia significativa entre el medio V3 y los medios de cultivo V8, V10 y PDA (Fig. 1); los medios V8 y V10 no difieren significativamente. De manera que el medio V3-agar, resultó el más idóneo para el crecimiento del hongo *P. infestans*, alcanzando el máximo crecimiento en este medio a los siete días. El hongo mantuvo aproximadamente igual crecimiento en los medios V8-agar y V10-agar, de forma rápida, pero inferior a la alcanzada en el medio V3-agar, mientras que en el medio PDA el hongo demoró varios días en crecer y no llegó a alcanzar el crecimiento que se logró en V3-agar; en este caso se favoreció la contaminación con bacterias y hongos.

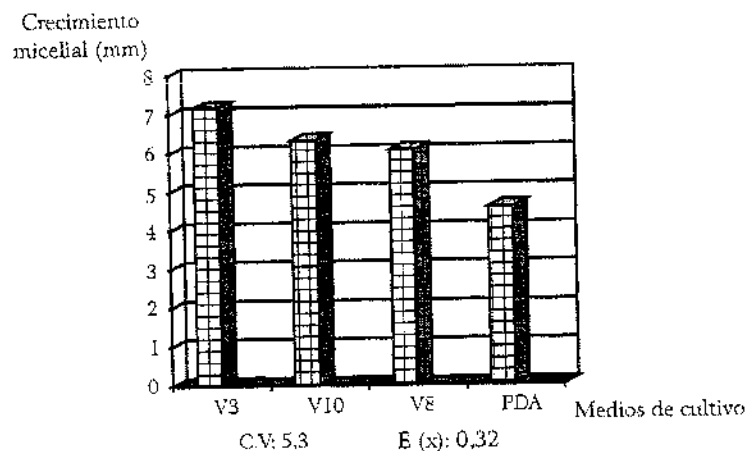


Figura 1. Efecto de medios de cultivo en el crecimiento micelial de *P. infestans*.

El crecimiento micelial en los medios V8 y V10, que fue aparentemente muy semejante, no superó al crecimiento obtenido en V3, excepto al octavo día, por agotamiento del medio de cultivo. A pesar de que V8 y V10 son medios con un contenido mucho más ricos que V3, el hongo creció más en este último, y esto puede deberse a que V8 y V10 contienen ácido cítrico, vitamina C y ácido ascórbico, que aunque no están

presentes en cantidades significativas, podrían influir, aunque el pH del medio se regule. El medio V3 es además menos costoso, más fácil de preparar y más ajustable para nuestras condiciones.

En la dinámica de crecimiento micelial (Fig. 2), se corrobora que en el medio de cultivo V3 el hongo creció de una forma mucho más rápida en comparación con los restantes medios.

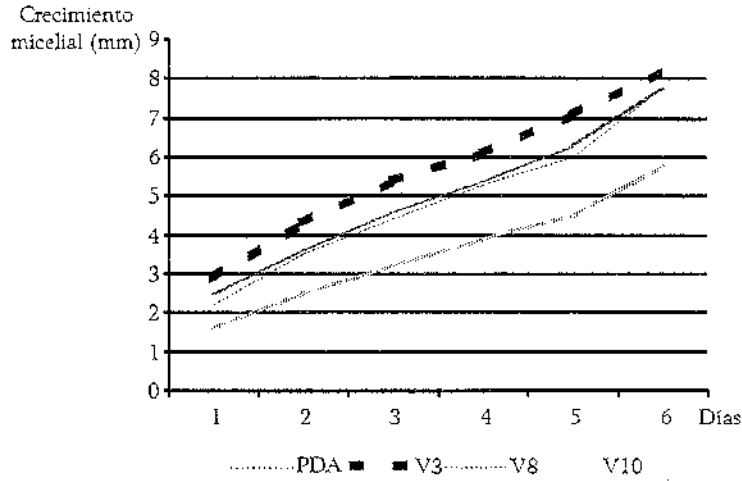


Figura 2. Dinámica de crecimiento micelial de *P. infestans* en los diferentes medios de cultivo.

Los resultados en cuanto a la forma e intensidad del micelio en los medios estudiados se describen a continuación:

**V3-agar:** el crecimiento del micelio es rápido, micelio medianamente algodonoso, poco coposo, colonia de color blanco con bordes regulares.

**V10-agar:** el crecimiento es rápido, pero menos que en V3, micelio poco algodonoso pero un poco más tupido que en V3, colonia blanca con bordes regulares.

**V8-agar:** crecimiento muy semejante al de V10, micelio muy algodonoso y copioso, colonia blanca con bordes regulares.

**PDA:** el crecimiento del micelio es pobre y lento, la colonia es blanca, pequeña, adherida al sustrato y con bordes irregulares.

En cuanto a la esporulación del hongo, esta también varió en dependencia del sustrato utilizado, aunque para los medios V8 y V10 las diferencias en la esporulación son mínimas. En el medio PDA el hongo no esporuló, y en el medio de cultivo V3 se obtuvo la mayor concentración de esporangios. La concentración calculada de esporangios/cm<sup>2</sup> fue de  $2,1 \times 10^5$  (Fig. 3).

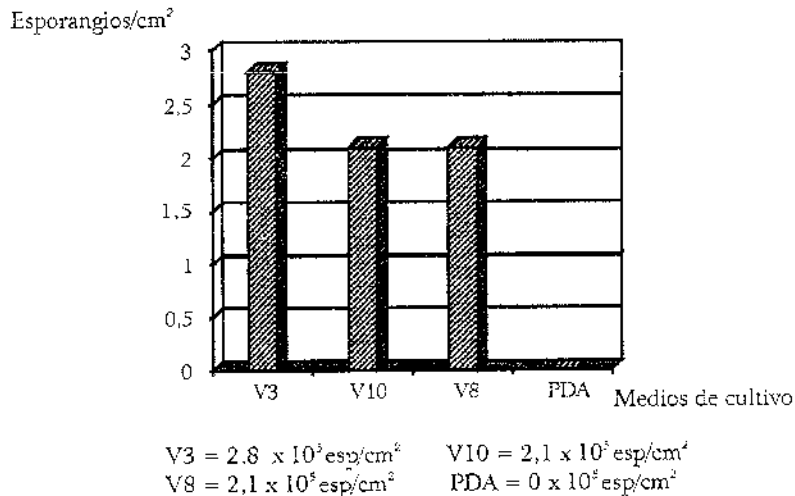


Figura 3. Efecto de medios de cultivo en la esporulación de *P. infestans*.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos en cuanto al crecimiento lineal de *P. infestans*, pues en ambos análisis se comprobó que con el medio de cultivo V3 los resultados fueron muy significativos y novedosos para nuestros estudios, por lo que se corrobora que el medio V3 resulta idóneo para su crecimiento y esporulación. Por tales razones, la introducción del medio de cultivo V3-agar como método de aislamiento de *P. infestans* en los laboratorios provinciales de sanidad vegetal de las provincias que más se afectan con esta enfermedad, contribuirá a profundizar en estudios futuros acerca de la biología de esta especie fúngica. Sin embargo, el medio selectivo compuesto por el jugo V8-agar más antibióticos es considerado y recomendado para la siembra y mantenimiento de aislamientos del hongo *P. infestans* por Goodwin *et al.* (1992), aspecto que no coincide completamente con los resultados del presente trabajo.

## CONCLUSIONES

- El mejor y mayor crecimiento, así como capacidad esporulativa, se obtuvo en el medio de cultivo V3, aspecto que resulta novedoso para los estudios biológicos del

hongo en nuestras condiciones, seguido por los medios V8 y V10.

- En el medio de cultivo PDA el crecimiento del hongo fue muy pobre y sin esporulación.

## REFERENCIAS

- Caten, C. E.; J. L. Jinks: «Spontaneous Variability of Single Isolates of *Phytophthora infestans*. Cultural variation», *Can. J. Bot.* 46: 329-348, 1968.
- Erwin, D. C.; O. K. Ribeiro: *Phytophthora. Diseases worldwide*. The American Phytopathological Society. St. Paul Minnesota. 1996.
- Fry, W. E. *et al.*: «Historical and Recent Migrations of *P. infestans*: Chronology, Pathways and Implications», *Plant Disease* 77:653-661, 1993.
- Goodwin, S. B.; A. Drenth; W. E. Fry: «Cloning and Genetic Analyses of Two Highly Polymorphic, Moderately Repetitive Nuclear DNAs from *P. infestans*». *Current Genetics* 22: 107-115, 1992.
- Leonian, L. H.; Lilly V. G.: «Studies on the Nutrition of Fungi. I. Thiamin, its Constituents, and Source of Nitrogen», *Phytopathology* 28: 531-548, 1938.
- Nes, W. D.: «Phytophthorols. Novel Lipids Produced by *Phytophthora cactorum*», *Lipids* 23: 9-16, 1998.
- Niederhauser, S. J.: «International Cooperation in Potato Research and Development», *Annu. Rev. Phytopathology* 31: 1-21, 1993.

## CICLO BIOLÓGICO DE *THRIPS PALMI* KARNY EN DIFERENTES TEMPERATURAS CONTROLADAS

Felicia Piedra, S. Jiménez y M. Milán

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa,  
Ciudad de La Habana, CP 11600

### RESUMEN

Fue estudiada, en condiciones de temperaturas controlada, la biología de *Thrips palmi* Karny. El experimento fue conducido en el laboratorio del INISAV, a partir de colectas de hojas en campos de berenjena infestadas por este insecto. Las hojas fueron limpiadas y colocadas en cápsula de Petri con un algodón en el peciolo embebido en agua y distribuidas en cámaras refrigeradas a las temperaturas de 15, 20 y 30°C. Diariamente fueron revisadas hasta que emergieron las larvas, continuando las observaciones hasta completar el desarrollo, y se midió el tiempo de duración de las diferentes fases. Los resultados muestran que este trips pasa por la fase de huevo, larva I, II, prepupa, pupa y adulto. La duración del desarrollo embrionario disminuyó de 3,8 hasta 1,5 días con el aumento de las temperaturas de trabajo. El estadio larval (larvas I y II) mostró la misma relación en su duración respecto al aumento de la temperatura (6,29; 5,18; y 3,75 días respectivamente), y esta relación se mantuvo igualmente para el caso de la prepupa y pupa con duración de 6,45; 4,74; y dos días a las temperaturas de 15, 20 y 30°C, respectivamente. Se calculó el umbral mínimo de desarrollo ( $t_0$ ) y la suma de temperaturas efectivas (K) para cada una de las fases del insecto, siendo los resultados del umbral mínimo de desarrollo para huevo 4,23°C; para larvas (I + II) 4,54°C, y para prepupa + pupa, de 9,35, mientras que la constante térmica resultó de 38,45; 71,42; y 42,37, respectivamente. La ecuación de la velocidad de desarrollo para cada uno de los casos fue de  $Y = 0,0260X - 0,1100$  para huevo, siendo para larva  $Y = 0,0139X - 0,0636$  y prepupa y pupa  $Y = 0,0238X - 0,2207$ .

Palabras claves: *Thrips palmi*, temperaturas controladas, umbral de desarrollo, suma de temperaturas efectivas

### ABSTRACT

Biology of *Thrips palmi* Karny was studied, under controlled conditions of temperatures. The experiment was carried out in the laboratory of the INISAV starting from collections of leaves in eggplant fields infested by this insect. The leaves were cleaned and placed in Petri dishes with cotton in the petiole absorbed in water and distributed in refrigerated cameras to the temperature of 15, 20 and 30°C. Daily they were revised until the larvae emerged, continuing the observations until completing the development and the time of duration of the different phases was measured. The results show that this trips goes by the egg phase, larva I, II, prepupae, pupae and adult. The duration of the embryonic development diminished of 3.8 up to 1.5 days with the increase of the exposition temperatures; the larval instar (larvae I and II) it showed the same relationship in their duration regarding the increase of the temperature (6.29, 5.18 and 3.75 days respectively) and this relationship stayed equally for the case of the prepupae and pupae with duration of 6.45, 4.74 and 2 days to the temperature of 15, 20 and 30°C respectively. The minimum development threshold ( $t_0$ ) was calculated and the sum of effective temperatures (K) for each one of the phases of the insect, being the minimum threshold of development for egg 4.23°C; for larvae (I + II) 4.54°C, and for prepupae + pupae of 9.35°C, while the thermal constant was of 38.45, 71.42 and 42.37 respectively. The development velocity equation for each one of the case was of  $Y = 0.0260X - 0.1100$  for egg, being for larva  $Y = 0.0139X - 0.0636$  and prepupae and pupae  $Y = 0.0238X - 0.2207$ .

Key words: *Thrips palmi*, constant temperatures, development threshold, sum of effective temperatures

### INTRODUCCIÓN

*Thrips palmi* K. es la más seria de las plagas reconocida mundialmente por el daño que ocasiona a las cucurbitáceas y otros cultivos agrícolas, tales como berenjena, pimiento, frijol y otros.

En Cuba esta plaga fue introducida a finales de 1996 por la provincia de Matanzas, donde causó daños de consideración al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) y al frijol (*Phaseolus vulgaris* L.); más tarde se distribuyó por diferentes regiones del país, principalmente en la parte occidental [Vázquez, 1997].

La tasa de reproducción de esta plaga es muy alta, por lo que puede proliferar en poco tiempo en un cultivo e invadir otros; posee además una elevada resistencia a los insecticidas comercialmente reconocidos [Kawai, 1985, Matsuzaki *et al.*, 1986].

Los huevos son depositados en el interior de los tejidos de las plantas. Posee dos estadios larvales, y la prepupa y pupa que se desarrolla en el suelo, lo que hace más difícil su control [Kawai, 1985].

El objetivo de este trabajo es determinar el desarrollo de diferentes fases del ciclo del insecto en condiciones de temperaturas, teniendo como alimento hojas del cultivo de la berenjena.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo en el Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal en Ciudad de La Habana, en los meses de noviembre y diciembre de 1998.

El estudio fue realizado utilizando incubadoras refrigeradas con termostato que regula la temperatura  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ , teniendo dos orificios para mantener la circulación del aire. Las temperaturas de exposición fueron de 15, 20 y  $30^{\circ}\text{C}$ .

Se partió de colectas de campo sembrado de berenjena, donde se tomaron hojas supuestamente infestadas de huevos sin una fecha prevista en las puestas, las que se llevaron al laboratorio y se limpiaron previamente antes de colocarlas en cápsulas de Petri, que contenían en su interior un papel de filtro. A las hojas se les colocó en el peciolo un algodón impregnado en agua, y fueron distribuidas en las cámaras refrigeradas a las temperaturas antes mencionadas, un total de 20 cápsulas por cada temperatura. Cada placa fue revisada una vez al día para detectar la eclosión de las larvas, observando su desarrollo hasta el final del ciclo y anotando la fecha en que se produjo cada cambio. No se tuvo en cuenta para el análisis el desarrollo larval, por lo anteriormente expuesto.

Los datos obtenidos fueron procesados para calcular el promedio de duración de cada estadio y a partir de cal-

cular la temperatura mínima de desarrollo, la constante térmica ( $k$ ) o suma de temperaturas efectivas y la ecuación que define la velocidad de desarrollo de los estadios [Davidson, 1944 citado por Valley *et al.*, 1975]. Se estimó el tiempo de duración del adulto, registrando su totalidad sin tener en cuenta el sexo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados acerca de la duración del ciclo de vida del *T. palmi* sobre hojas de berenjena se exponen en la Tabla 1, donde se aprecia el comportamiento y desarrollo a las temperaturas de 15, 20 y  $30^{\circ}\text{C}$ . La duración del desarrollo embrionario disminuyó de 3,8 hasta 1,5 días con el aumento de la temperatura de trabajo. Los valores obtenidos en la duración del desarrollo de la fase larval (larva I + larva II) fueron de 6,29; 5,18; y 3,75 respectivamente, mientras que la duración de prepupa y pupa resultó de 6,45; 4,74; y 2,0 días respectivamente. Para el total de días en el desarrollo del ciclo del insecto, resultó de 12,09 para los  $20^{\circ}\text{C}$  y de 7,25 días a los  $30^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. En el caso de  $15^{\circ}\text{C}$  estos no completaron su ciclo, lo que puede haber sido por el tiempo de duración más prolongado en la exposición. Castro *et al.* (1993), en estudio del ciclo a  $26^{\circ}\text{C}$  desde huevo a adulto fue de 11,5 días en hojas de caraota, y 13,73 días en hojas de auyama a  $25^{\circ}\text{C}$  [Wang & Chu, 1986], disminuyendo su duración a medida que aumenta la temperatura. La diferencia reflejada con estos autores pudo ser debido al alimento y temperatura estudiados.

Tabla 1. Ciclo biológico de *T. Palmi* en berenjena a diferentes temperaturas controladas

Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Duración por estadios (días)					
	Huevo	Larva I	Larva II	Prepupa	Pupa	Long.
15	3,8	3,29	3,0	2,25	4,20	-
20	2,24	2,73	2,45	1,65	3,09	7,05
30	1,5	1,75	2,0	1,0	1,0	7,68

De acuerdo con los estudios realizados por Kawai (1985) y Kawai y Kitamura (1984), citados por Guyot (1988), la duración del desarrollo embrionario difiere de la obtenida por nosotros, lo que posiblemente se deba a la metodología utilizada, en la que partimos de colectas de campo con una infestación desconocida en relación con el tiempo de oviposición, coincidiendo con las demás fases de desarrollo del insecto con las mismas condiciones donde no hubo diferencias.

Los umbrales mínimos de desarrollo y la suma de temperaturas efectivas calculados para los diferentes estadios de la especie resultaron ser (Tabla 2), para el desarrollo embrionario  $4,23^{\circ}\text{C}$  ( $to$ ) y  $38,45$  g/día, para

fase larval (L I + L II)  $4,54^{\circ}\text{C}$  ( $to$ ) y  $71,42$  ( $K$ ), mientras que para prepupa más pupa se calculó  $9,35^{\circ}\text{C}$  el umbral mínimo y  $42,37$  ( $K$ ) respectivamente, siendo la longevidad del adulto para los 20 y  $30^{\circ}\text{C}$  de 7,05 y 7,68 días como promedio, ya que no se tuvo en consideración el sexo.

Los estudios de laboratorio muestran que el umbral de temperaturas para el desarrollo del insecto no es una característica biológica completamente estable que modifica la aclimatación, variaciones de temperatura durante la exposición, otros factores climáticos aparte de la temperatura y la fase de desarrollo del individuo [Rubtzov, 1938; Lin *et al.*, 1954].

Tabla 2. Umbral mínimo de desarrollo ( $t_0$ ) y suma de temperaturas efectivas ( $k$ ) para los estadios preimaginales de *T. palmi* K en berenjena

Estadio	Umbral mínimo ( $t_0$ )	Constante térmica ( $K$ )
Huevo	4,23	38,45
Larva I ÷ Larva II	4,54	71,42
Prepupa + Pupa	9,35	42,37

En las Figs. 1, 2 y 3 se muestran las líneas que expresan la velocidad del desarrollo de cada fase y

las ecuaciones que las describen mediante la tendencia.

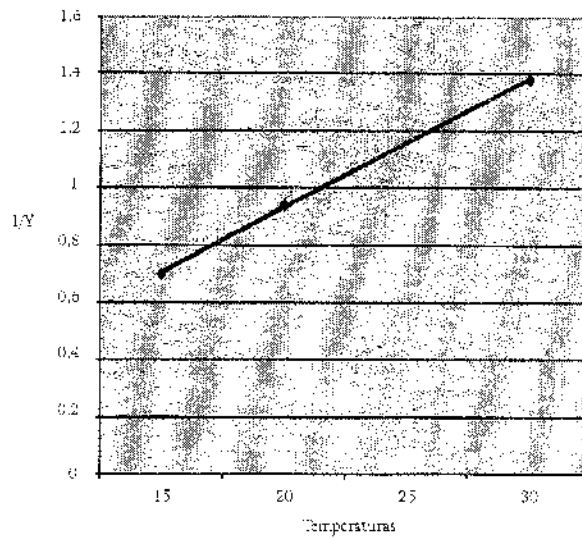


Figura 1. Línea de regresión para la fase de huevo.

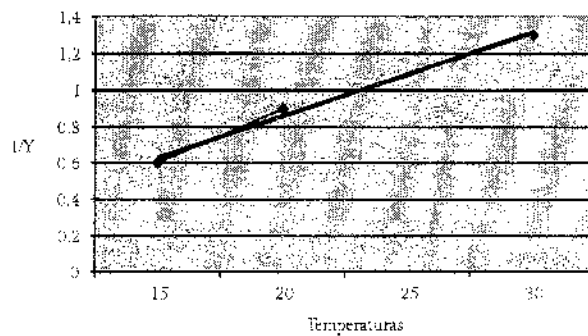


Figura 2. Línea de regresión para la fase larval.

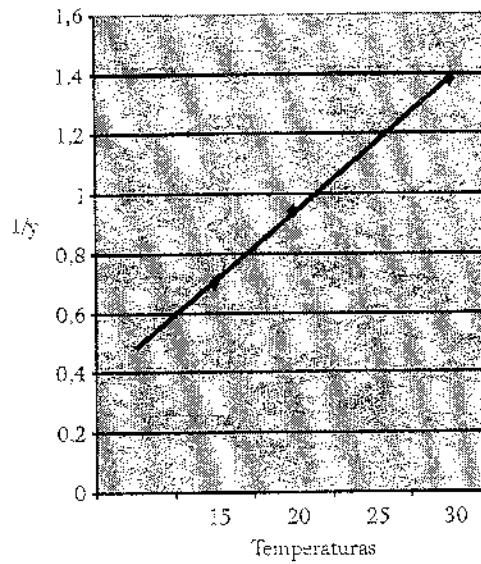


Figura 3. Línea de regresión para la fase prepupa + pupa.

La ecuación de la velocidad del desarrollo en cada caso resultó la siguiente:  $Y = 0,0260X - 0,1100$ , y el coeficiente de regresión 0,9826, así como  $r^2 = 0,99$  en la fase de huevo. En relación con el coeficiente entre la temperatura para la fase larval  $Y = 0,0139X - 0,0636$ , siendo  $r = 0,99$  y  $r^2$  de 0,99, y para la fase de prepupa y pupa  $Y = 0,0238X - 0,2207$ , con  $r = 0,98$  y  $r^2 = 0,97$ .

En general, se reconoce que la velocidad del desarrollo de los insectos determinada por la temperatura es sólo lineal en la porción central de toda (to) la gama de temperatura a la que tiene lugar el desarrollo. Numerosas observaciones sobre el desarrollo de los insectos a temperaturas relativamente extremas, al comienzo y final, han demostrado que, considerando esta gama completa, la relación velocidad-temperatura se torna sigmoideal en lugar de rectilínea, y resulta de los efectos modificados de las temperaturas extremas fisiológicamente inadecuadas para el ritmo de desarrollo [Uvarov, 1931; Davidson, 1942; Andrewartha y Birch, 1954, citados por Barlow, 1978].

## CONCLUSIONES

- Se observó mayor velocidad de desarrollo de la especie a medida que se incrementó la temperatura (15–30°C) en cada una de las fases del insecto.
- A las temperaturas de exposición de 15, 20 y 30°C la duración del ciclo biológico del insecto fue de 16,49; 12,09; y 7,25 días, respectivamente.
- El umbral mínimo teórico de desarrollo de los diferentes estadios de *T. palmi* resultó: huevo 4,23°C; larva (L I + L II) 4,54°C, y prepupa + pupa 9,35°C, siendo

las constantes térmicas de 38,45; 71,42; y 42,37 unidades de calor, respectivamente.

## REFERENCIAS

- Barlow, G.A.: «Development, Survival and Fecundity of the Potato Aphid *Macrosiphum* (Thomas) at Constant Temperature». *Canadian Entomologist* 94 (6) 1962.
- Castro, R.; A. Montagne; M. Cermeli: «Biología de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en caraota *Phaseolus vulgaris* L.», resúmenes V Congreso Latinoamericano y XIII Venezolano de Entomología 1993, p. 10.
- Guyot, J.: «Revue Bibliographique et Premières Observations en Guadalupe Sur *Thrips palmi* Karny», *Agronomie*, (7), 565-575, 1988.
- Kawai, A.: «Studies on Population Ecology and Population Management of *Thrips palmi* Karny», *Bull. Veg and Ornam. Crops Res. Stn., Japan Series C* no. 9, 1986.
- Kawai, A.; C. Kitamura: «Studies on Population Ecology on *Thrips palmi* Karny. Effect of Temperature on Population Growth», *Entomology and Zoology* 29 (2), 140-143, 1985.
- Kitamura, C.; Kawai: «Studies on Population Ecology of *Thrips palmi* Karny. 4. Distribution on Eggplant in Greenhouse», *Jap. J. Appl. Ent. Zool.* 28: 181-183, 1984.
- Matsuzaki, T. et al.: «Studies Control of *Thrips palmi* Karny on Eggplant in a Greenhouse», 1 Chemical Control. *Proc. Assoc. Plant Prot., Shikoku* 21: 75-86 1986.
- Messenger, P.S.: «Bioclimatic Studies with Insects», *Annual Review of Entomology* vol. 4. 1959.
- Varley, G.C.; A. M. Gradwell; M. P. Hassell: *Insect Population Ecology and Analytical Approach*, 2a. ed., University of California, 1975.
- Vázquez, L.: *Guía para el diagnóstico entomológico de Thrips palmi Karny*, INISAV, La Habana, 1994.
- Wang, C.L.; Y. I. Chu: «Rearing Method of Southern Yellow Thrips. *Thrips palmi* Karny, in Laboratory», *Plant Protection*, 28: 407 - 411, Taiwán, 1986.

# INFLUENCIA DEL EVENTO METEOROLÓGICO EL NIÑO-OSCILACIÓN SUR SOBRE EPIFITOTIAS DEL TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA Y EL MOHO AZUL DEL TABACO EN CUBA

Guadalupe Gómez,<sup>1</sup> J. Padrón,<sup>2</sup> A. Meulenert<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

<sup>2</sup> Centro Nacional de Sanidad Vegetal. Ayuntamiento 231 e/San Pedro y Lombillo, Cerro, Ciudad de La Habana

<sup>3</sup> Instituto de Meteorología. Apartado 1732, Habana 17, Ciudad de La Habana, CP11700

## RESUMEN

El tizón tardío de la papa y el moho azul del tabaco son las enfermedades más importantes que tienen ambos cultivos. *P. infestans* y *Peronospora hyoscyami* f. sp. *tabacina*, microorganismos fúngicos que bajo condiciones favorables para su desarrollo son capaces de devastar extensas áreas de las solanáceas, actualmente aparecen todos los años en Cuba, pero no con la misma severidad. Una de las consecuencias de la influencia de El Niño-Oscilación Sur (ENOS) sobre Cuba es un incremento de los totales históricos de las precipitaciones en el período poco lluvioso. Se investigó acerca de la ocurrencia o no de epifitotias de dichas enfermedades, desde 1929 hasta 1990, y mediante un análisis multivariado se relacionó con el acumulado de las precipitaciones desde enero hasta marzo y los años ENOS, donde se puso en evidencia la fuerte relación entre las variables. Con las dos primeras componentes (tipo de epidemia, precipitaciones acumuladas y ocurrencia o no del ENOS) se explica el 83% de la varianza total, y el 99, 75 y 75% de las varianzas de las variables, por lo cual recomendamos las predicciones del evento meteorológico para que se tomen medidas organizativas en relación con los recursos fitosanitarios necesarios para adecuadas campañas de los cultivos.

Palabras claves: tizón tardío de la papa, *Phytophthora infestans*, moho azul del tabaco, *Peronospora hyoscyami* f. sp. *tabacina*, ENOS, pronóstico

## ABSTRACT

Potato late blight and tobacco blue mould are considered the most important diseases for both culture. *Phytophthora infestans* and *Peronospora hyoscyami* f. sp. *tabacina* are fungi microorganisms able to desolate extensive areas of the solanaceas when weather conditions for its development are favourable. They appear in Cuba every year, but not with the same severity. An increase of the historical totals of the rainfall in the not very rainy period is one of the consequences of the influence of "El Niño" (ENSO) in Cuba. It was investigated about the occurrence or not of epifitotias of this both diseases, since 1929 up to 1990, and by means of an multivariate analysis it was related with rainfall accumulated from January until March and the years ENSO. The results obtained put on in evidence the strong relationship among the variables. With the two first components (epidemic type - rainfall accumulated and occurrence or not of the ENSO) it was explained 83% of the total variance and the 99, 75 and 75% of the variances of the variables. For this reason, we recommend the forecasting of this meteorological event in order to take organizational measures in relation to necessary plant protection resources to get optimal results in any crop stations.

Key words: potato late blight, *Phytophthora infestans*, tobacco blue mould, *Peronospora hyoscyami* f. sp. *tabacina*, ENSO, forecasting

## INTRODUCCIÓN

El tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) de la papa y el moho azul (*Peronospora hyoscyami* de Bary f. sp. *tabacina* Adam) del tabaco están consideradas como las principales enfermedades en esos cultivos, debido a las afectaciones que originan en un tiempo relativamente corto: pérdidas por daños en las cosechas, gastos en fungicidas y otros, fundamentalmente cuando las condiciones climáticas son favorables para su desarrollo y no existe un manejo adecuado del cultivo.

Los hospedantes son cultivados en Cuba en el invierno o «estación poco lluviosa», caracterizada por el arribo de los frentes fríos que ocasionan la disminución de las

temperaturas, aumento de la nubosidad, ocurrencia de precipitaciones y, consecuentemente, incremento de la humedad relativa, lo que favorece el ataque y diseminación de estos hongos peronosporales. También pueden presentarse epidemias en inviernos con lluvias atípicas (abundantes), en que se produce mucho rocío y fuertes neblinas, lo que favorece la diseminación del tizón tardío [Mayea, 1975] y reduce el período de incubación del moho azul [Rodríguez, 1983].

El Niño-Oscilación Sur (ENOS) es la combinación de dos eventos, uno de los cuales es conocido como corriente El Niño, y no es más que grandes anomalías de la temperatura en la superficie del mar a lo largo de

Perú y Ecuador, mientras que la Oscilación Sur relaciona de forma inversa las presiones en los océanos Pacífico e Índico, asociado a su vez con bajas temperaturas en ambas áreas, y la lluvia cambia en dirección opuesta a la presión. Cuando se registra la corriente El Niño, las presiones en el Pacífico están por debajo de lo normal y por encima en el Índico [Enfield, 1988].

Una parte de la energía de las fuertes corrientes del oeste asociadas a la corriente en chorro subtropical, que se mueve en la periferia sur de los patrones de onda larga, pasa muy cerca, al norte de grandes concentraciones nubosas en el Pacífico central y oriental, donde tiene lugar en ese momento un intenso intercambio energético océano-atmósfera, se desprende a la alta atmósfera en la zona de las agrupaciones nubosas y es arrastrada en dirección al Golfo de México y al sudeste de Estados Unidos por las fuertes corrientes de aire de la corriente en chorro subtropical [Bjerknes, 1966].

El evento ENOS generalmente comienza y finaliza en los mismos meses del año; sin embargo, sus efectos a escala mundial tienen repercusión en esos mismos períodos o posteriormente, como sucede en nuestro caso. Su influencia sobre la isla de Cuba fue informada por Meulenert y García (1992), observándose, entre otros, un aumento significativo de las precipitaciones por encima de los totales históricos en el período poco lluvioso, fundamentalmente en el occidente del país, lo cual nos hizo reflexionar en la posibilidad de que existiera una relación entre la ocurrencia del ENOS y la incidencia de epifitotias de tizón tardío en papa y moho azul en tabaco en Cuba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se recopiló y estudió cronológicamente la información sobre la ocurrencia o no de epifitotias de tizón tardío en papa y moho azul en tabaco, para lo cual se revisó el archivo de la antigua Estación Experimental de Santiago de las Vegas, en Ciudad de La Habana, actual Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical (INIFAT), desde 1905 hasta 1972. Se estudiaron además informes del Departamento de Bioestadística del Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV) y de las Estaciones Territoriales de Protección de Plantas (ETPP) de la delegación provincial de la Agricultura en La Habana. Fue realizada para todo el período analizado (1890-1990) una recopilación bibliográfica sobre la incidencia de la enfermedad.

Cada campaña del cultivo fue clasificada de forma cualitativa de acuerdo con las siguientes categorías: *L*: no reporte de epifitotia o aparición de brotes ligeros que no desarrollaron la epidemia; *M*: epifitotia moderada, y *S*: epifitotia severa. La serie de acumulado de precipitaciones mensuales de enero, febrero y marzo de la Estación no.15 de Santiago de las Vegas fue obtenida de la red pluviométrica del Instituto Nacional de Re-

ursos Hidráulicos, y los años en que ocurrió el evento ENOS fueron considerados según Shaowu (1991).

Se calculó la matriz de correlaciones lineales entre las variables (severidad del tizón tardío, precipitaciones y ocurrencia o no del ENOS), y a partir de ella se realizó un análisis de componentes principales con el objetivo de examinar las intercorrelaciones entre las diferentes variables, y encontrar una combinación lineal de ellas que tuviera varianza máxima y que nos permitiera la clasificación de las campañas del cultivo en grupos a través de su ubicación en diferentes zonas del espacio. La ejecución de los métodos estadísticos empleados se realizó con el programa Factoría, el cual nos permitió trabajar con variables de diferentes tipos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La primera referencia del tizón tardío de la papa en Cuba es de Cook (1906), quien señaló que el cultivo había estado sujeto, además de a la sarna común (*Streptomyces scabies* (Thaxter) Waksman), a otras enfermedades de origen fúngico. Jehle (1915) informó que, aunque no se sabía cómo y cuándo había sido introducida la enfermedad, indudablemente había existido en la isla desde hacía muchos años. Señaló que era muy constante y que causaba la pérdida de una parte o del total de la cosecha todos los años. Bruner [Calvino, 1920] la informó como muy destructiva en el follaje. Sin embargo, los datos más antiguos sobre la descripción de epifitotias en Cuba son de la campaña 1929-30. El acumulado de las lluvias de enero a marzo, los años ENOS y la incidencia de epifitotias de tizón tardío y moho azul, pueden observarse en la Fig. 1, así como un resumen de los datos biológicos encontrados se brindan a continuación:

Arango (1930) y Montano [citado por Padrón, 1982], informaron sobre una epidemia severa en la campaña de 1929-30. Al año siguiente se reportó un fuerte ataque en Alquizar, y Bruner (1932) indicó que existía una relación muy estrecha entre la propagación destructiva del hongo y el clima. En 1937 y 1939 fueron reseñadas epidemias por Montano [citado por Padrón, 1982]. Otra epidemia severa ocurrió en 1940-41, ya que de Las Villas solicitaban consulta sobre la mancha que se producía en la papa, que cuando le caía, detenía su crecimiento y quemaba las hojas, y le daba olor a podrido, y para el remitente la causa eran las lluvias; Bruner (1941) supuso que la mancha a la cual se refería era de tizón tardío. Tamargo (1941) en La Habana hizo alusión además a la terrible epidemia que los había afectado. No encontramos ninguna otra información durante esta década, pero sí fue señalado y muy comentada la forma tan violenta e inesperada en que incidió en tomate, desde 1945-46 hasta 1947-48, y fundamentalmente en la campaña 1946-47, que afectó a las provincias de Pinar del Río, La Habana, Matanzas, Las Villas y Camagüey [Ruehle, 1947; Martínez, 1948; Fernández, 1948, y Martínez, 1949].

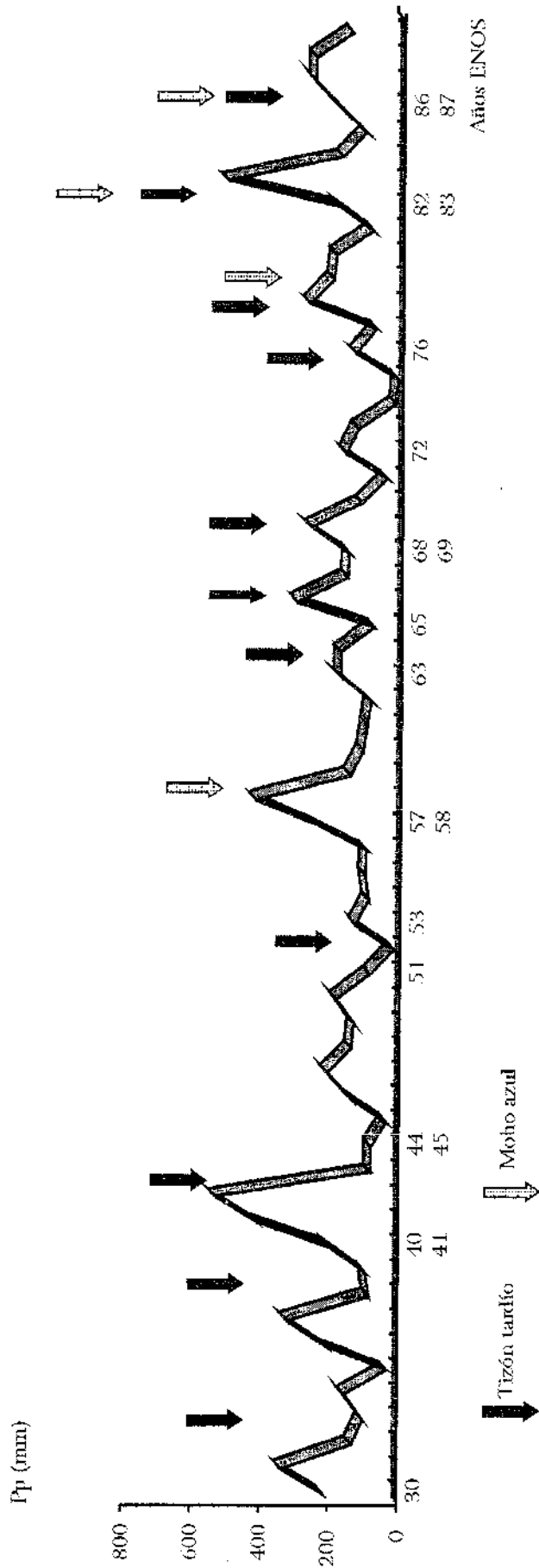


Figura 1. Acumulado de las lluvias desde enero hasta marzo, años ENOS, e incidencia de epifitias de tizón en papa y moho azul en tabaco.

Tamargo (1949) señaló que la temporada 1948-49 resultó muy seca, y que sólo aparecieron algunas manchas en pocas plantas. González (1952) señaló que la Red Pontiac fue muy atacada por la enfermedad en sus parcelas experimentales de variedades de papa en la campaña 1951-52.

El moho azul del tabaco fue registrado por primera vez en Cuba en diciembre de 1957 en La Habana [Pandiello, 1958 y Carone, 1958], y en enero de 1958 se registraron 207 mm de lluvia en Santiago de las Vegas, lo que provocó intensos ataques y grandes pérdidas, que por lo inesperado del desastre suponemos se omitió la divulgación de cualquier epidemia de tizón tardío en la papa. Fueron observados brotes de moho azul hasta 1961, y posteriormente la enfermedad desapareció. Se registraron epidemias de tizón tardío en la papa en las campañas 1962-63 y 1964-65 [López, 1963 y Padrón, 1982], y otras en 1963-64, 1965-66 y 1968-69 [Fernández, 1964 e INIFAT, 1969].

En las primeras seis campañas de la década del setenta no se presentaron epidemias en Güira de Melena, pero

sí en las tres últimas (1976-77 hasta 1978-79), por lo que Padrón (1982) señaló se correspondía en los primeros años con precipitaciones acumuladas insuficientes, y posteriormente superiores a los valores umbrales establecidos.

En febrero de 1979 reapareció el moho azul por Villa Clara. Posteriormente se diseminó a La Habana y Pinar del Río [Rodríguez y Gómez, 1983], y hasta la fecha aparece todos los años. A partir de 1980 comenzaron los tratamientos con el metalaxyl, con lo cual se logró un buen control, y disminuyeron considerablemente los focos de infección, aunque se pudo notar un aumento de ellos en la campaña 1982-83 en La Habana, a pesar de encontrarse todo el tabaco bajo la cobertura del fungicida, lo que no ocurrió en la papa, donde el tizón tardío apareció de forma generalizada, las aplicaciones fueron posteriores a las primeras lluvias caídas en enero y la epidemia fue considerada como una de las más fuertes ocurridas en nuestro país (Fig. 2).

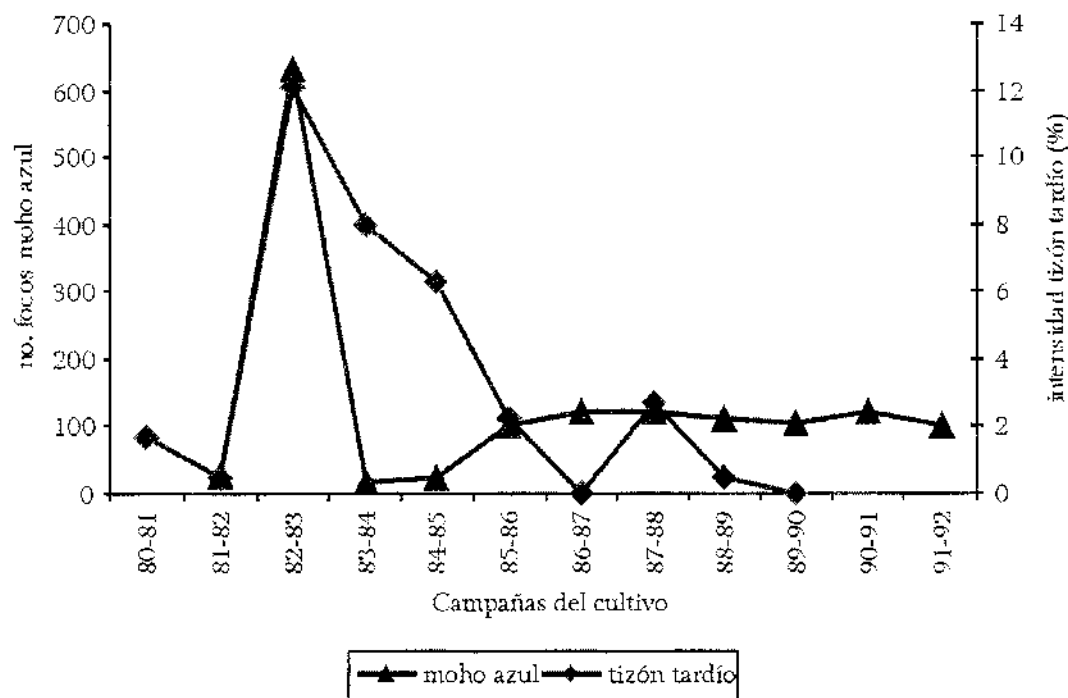


Figura 2. Total de focos de moho azul en tabaco [ETPP, 1992] e incidencia de tizón tardío en papa [ETPP, 1993] en La Habana.

En la campaña 1984-85 comenzaron las primeras señales de fungorresistencia al metalaxyl en el tabaco [Muñoz, 1997]. En la campaña 1986-87 el porcentaje de intensidad del moho azul ascendió a 11,1%. También existieron afectaciones de tizón tardío en la papa en las campañas 1986-87 y 1987-88 en Güines, Güira de Melena, Colón y Jovellanos, aunque no con características severas [CNSV, 1992].

La matriz de componentes principales muestra la existencia de diferencia significativa entre la variable inci-

dencia de epidemias de tizón tardío y las precipitaciones acumuladas en enero, febrero y marzo (Tabla 1). Con respecto a los valores propios y la contribución de cada componente a la variación total se aprecia cómo con las dos primeras componentes se logra explicar un 83,507% de la varianza total (Tabla 2), y el 99,75 y 75 % de las varianzas de las variables ocurrencia o no del ENOS, intensidad de la enfermedad y precipitaciones acumuladas, respectivamente.

En la primera componente, las variables de mayor importancia son: tipo de epidemia y precipitaciones

acumuladas, mientras que en la segunda la variable de mayor importancia es la ocurrencia o no del ENOS (Tabla 3).

Tabla 1. Matriz de correlaciones lineales entre las variables precipitaciones de enero, febrero y marzo, incidencia de la enfermedad y años en que estuvo influyendo el ENOS

Variable	Precipitaciones	Tizón tardío	Años ENOS
Precipitaciones	1,000		
Tizón tardío	0,502	1,000	
Años ENOS	0,026	0,043	1,000

$\alpha=0,01$

Tabla 2. Valores propios y varianza explicada por las componentes principales

Componente	Valor propio	Varianza explicada	Varianza acumulada
1	1,51249	50,416	50,416
2	0,99271	33,090	83,507
3	0,49479	16,493	100,0

Tabla 3. Vectores propios y porcentaje de la varianza de cada variable en las componentes principales

Componentes	1		2	
	Vector propio	Por ciento de la varianza	Vector propio	Por ciento de la varianza
Precipitaciones (ene.-feb.-mar.)	0,697	73,4	-0,151	2,28
Tizón tardío	0,704	74,9	-0,045	0,21
Evento ENOS	0,139	2,93	0,987	96,8

Las campañas en que ocurrió el evento ENOS se agrupan en el primer y segundo cuadrantes, coincidiendo con aquellas en las cuales la enfermedad se comportó de forma severa y moderadamente, mientras que el resto se encuentran en el tercer y cuarto cuadrantes, las que se corresponden en su mayoría con campañas de no-ocurrencia del evento ENOS y afectaciones ligeras de la enfermedad o no incidencia de ella (Fig. 3).

No existen referencias de la influencia del evento ENOS sobre el comportamiento de las plagas en los cultivos agrícolas.

### CONCLUSIONES

- Se demostró la correspondencia entre la ocurrencia de eventos ENOS, y epidemias severas y moderadas del tizón tardío de la papa y del moho azul del tabaco en Cuba.

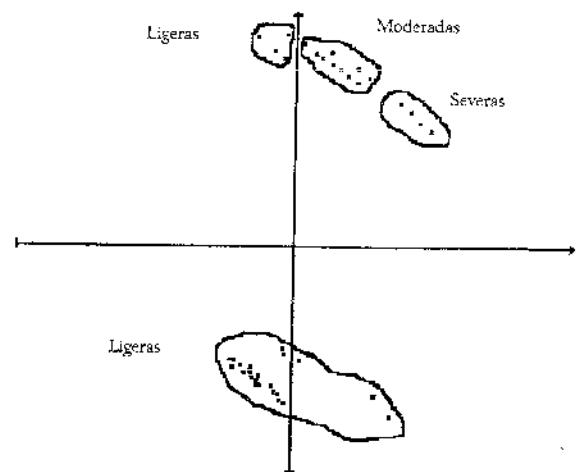


Figura 3. Representación de las campañas del cultivo en las componentes principales.

## REFERENCIAS

- Arango, O.: Carta al director de la Estación Agronómica de Santiago de las Vegas, La Habana, Archivo de la Est. Exp. Agron. de Stgo. de las Vegas, Legajo 403, Expediente 5, 1930.
- Bjerknes, J. A.: «Possible Response of the Atmospheric Hadley Circulation to Equatorial Anomalies of Ocean Temperatures», *Tellus* 18: 820-829, Estocolmo, 1966.
- Bruner, C. S.: Respuesta a la carta de José M. Fernández, La Habana, Archivo de la Est. Exp. Agron. de Stgo. de las Vegas, Legajo 403, Expediente 13, 1932.
- : Respuesta al Sr. José M. Machín, La Habana, Archivo de la Est. Exp. Agron. de Stgo. de las Vegas, Legajo 403, Expediente 49, 1941.
- Calvino, M.: *Informe de los años 1918-19 y 1919-20 de la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas, Secretaría de Agricultura, Comercio y Trabajo, Santiago de las Vegas, La Habana, 1920.*
- Carone, Margarita: «Aparición de la enfermedad llamada hongo azul (blue mold) por primera vez en las plantaciones de tabaco en Cuba», *Agrotecnia*, (La Habana), ene.-feb.: 81, La Habana, 1958.
- CNSV: *Comportamiento de plagas y enfermedades. Modelo bioestadístico 2004. 1978-1991*, Centro Nacional de Sanidad Vegetal, La Habana, 1992.
- Cook, T. M.: *Primer informe anual de la Estación Central Agronómica de Cuba. 1 de abril de 1904 - 30 de junio 1905*, Imprenta y Papelería La Universal, La Habana, 1906.
- ETPP: *Informe de campaña (1991-92). Cultivo de tabaco*, Estación Territorial de Protección de Plantas de Güira de Melena, MINAGRI, La Habana, 1992.
- : Informe de campaña (1992-93). Cultivo de papa, Estación Territorial de Protección de Plantas de Güira de Melena, MINAGRI, La Habana, 1993.
- Enfield, B. D.: «El Niño, Past and Present», *Reviews of Geophysics* 27: 159-187, 1988.
- Fernández, R. M.: «El tizón tardío en el tomate». *Revista del Ministerio de la Agricultura* 31(1): 51-57, La Habana, 1948.
- : Informe fitosanitario de las variedades de papa europeas sembradas en el lote 26 de la Est. Exp. Agron. de Stgo. de las Vegas, La Habana, Archivo de la Est. Exp. Agron. de Stgo. de las Vegas, Legajo 403, Expediente 83, 1964.
- González, D. E.: «Estudio comparativo de variedades de papa Canso y Pontiac», *Agrotecnia* (La Habana) 7: 12-16; jul.-ag., 1952.
- INIFAT: Informe sobre análisis realizado a plantas de papa de Consolación del Sur en Pinar del Río, La Habana, Archivo de la Est. Exp. Agron. de Stgo. de las Vegas, Legajo 403, Expediente 96, 1969.
- Jehle, A. R.: *El tizón tardío y la pudrición de la papa*. Circular 48, Imprenta y Papelería de Rambla, Bouza y Cia. Pi y Margall, 1915.
- López, A.: Memorándum sobre revisión de muestras de diferentes fincas de La Salud, Arémisa y Quivicán, La Habana. Archivo de la Est. Exp. Agron. de Stgo. de las Vegas, Legajo 403, Expediente 81, 1963.
- Martínez, A. A.: «Las plantas enfermas producen pérdidas cuantiosas al agricultor», *Agrotecnia*, abril-mayo: 46-48, 1949.
- : «Medidas preventivas contra el tizón tardío», *Agrotecnia*, marzo: 103-107, 1948.
- Mayea, S. S. et al.: «Algunos métodos para el pronóstico de tizón tardío en la papa y las posibilidades de su utilización en Cuba», *Centro Agrícola* 2(2-3):77-85; may.-dic., La Habana, 1975.
- Meulenert, P. A.; V. G. García: *Efecto del evento El Niño-Oscilación Sur sobre el estado del tiempo en Cuba y su influencia sobre la agricultura*, ACC, INSMET, La Habana, 1992.
- Muñío, Beria: «Manejo de la resistencia a las fenilamidas en especies de Oomycetes en Cuba», tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. INISAV, 1997.
- Padrón, S. J.: *Umbrales de lluvia para el pronóstico del tizón tardío en Cuba*, Ciencia y Técnica en la Agricultura, serie Protección de Plantas, 5(2): 77-85, La Habana, 1982.
- Pandiello, C.: «Presencia del moño azul en la zona de tabaco de partido», *Agrotecnia*, ene.-feb.:32-35, La Habana, 1958.
- Rodríguez, T. J.; Guadalupe Gómez: «Distribución geográfica del moño azul del tabaco en Cuba y su relación con los vientos predominantes en la campaña 1978-79», Ciencia y Técnica en la Agricultura, serie *Protección de Plantas*, 6(1):7-16, La Habana, 1983.
- Ruehle, D. G. «Control del tizón tardío en tomates», *Agrotecnia* 1(3): 268-273, La Habana, 1947.
- Shaowu, W.: «Historical Aspects of ENSO Events», Proceeding of the International Conference on Climatic Impacts on the Environments and Society (CIES), Japón, 1991, pp. A13-A18.
- Tamargo, A. M.: «El control de las fuentes abastecedoras de papa semilla como medida eliminadora del tizón tardío en Cuba». *Agronomía* 194, La Habana, agosto, 1941.
- : Ensayo cooperativo de papas, invierno 1948-1949, La Habana. Archivo de la Est. Exp. Agron. de Stgo. de las Vegas, Leg. 403, Exp. 66, 1949.

## SOBREVIVENCIA DE LOS PROPÁGULOS ASEXUALES DE *PHYTOPHTHORA INFESTANS* A DIFERENTES TEMPERATURAS

Yoelquis Tomás y María O. López

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

### RESUMEN

Una de las enfermedades más importantes en el cultivo de la papa es el tizón tardío, cuyo agente causal es *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. En los países desarrollados causa cuantiosas pérdidas en la producción, y altos riesgos a los que continuamente está expuesto el cultivo. En nuestras condiciones se decidió determinar, a partir de hojas de papa de la variedad Chieftain, la sobrevivencia de los propágulos asexuales (esporangios) a temperaturas de 25, 30, 35, 40 y 45°C y a tiempos de 2, 24, 48 y 72 horas, comprobando la liberación de zoosporas, a una hora y quince minutos. Se comprobó además la germinación directa de los esporangios de *P. infestans* a partir del micelio esporulado, a temperaturas de 20, 25 y 30°C, a través del conteo de esporangios germinados en la cámara de Neubauer. Se preparó además una suspensión de esporangios, para determinar a qué tiempo ocurre la mayor liberación de zoosporas entre 5-6°C. Se obtuvo que a más de 30°C y a tiempo superior a veinticuatro horas los esporangios pierden su capacidad infectiva, y a esta temperatura no ocurre germinación. Se determinó que el tiempo óptimo en que ocurre la mayor liberación de zoosporas a temperaturas entre 5-6°C es entre 2,5 y 3,0 horas. Estos resultados constituyen elementos novedosos para los estudios biológicos de esta especie fúngica.

Palabras claves: *Phytophthora infestans*, sobrevivencia, germinación, zoosporas, temperatura

### ABSTRACT

Late blight of potato caused by *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary is one of the most important diseases in this crop. It causes many losses and is a risk for developed countries. The survival asexual propagules (spores) was studied in our condition at 25, 30, 35, 40 y 45°C and after 2, 24, 48 and 72 hours using Chieftain potato leaves. It was determined by the zoospore release after one hour and 15 minutes. Besides that, it was determined the direct *P. infestans* sporangia germination with sporulated mycelium at 20, 25 y 30°C using Neubauer counting chamber. To determine the right time for a better zoospores liberation between 5-6°C a spore's suspension was prepared. The spores lost the infective ability at temperature higher than 30°C and even did not germinate at this temperature. The best zoospores liberation was obtained between 2,5 and 3,0 hours at 5-6°C. These results are new elements in biological studies of this fungus.

Key words: *Phytophthora infestans*, survival, germination, zoospores, temperature

### INTRODUCCIÓN

El tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) se desplaza rápidamente a través de las regiones productoras de papa, y es capaz de inutilizar en pocos días campos saludables. Actualmente se tiene el conocimiento acerca de los cuantiosos daños y afectaciones para la producción del tubérculo.

Los estudios sobre el hongo continúan intensamente, en los que se han tratado aspectos concernientes a la genética de sus poblaciones. Los análisis adicionales, basados además de estudios moleculares en factores de virulencia, han demostrado que, después de 1980, el nivel de la diversidad genética en las poblaciones del hongo se ha incrementado dramáticamente [Drenth *et al.*, 1994].

También ha sido objeto de estudio de muchos investigadores la producción de zoosporas por *P. infestans* en el campo, y su sobrevivencia en condiciones naturales [Drenth *et al.*, 1995].

Los propágulos asexuales y sexuales (zoosporas) de *P. infestans* en el campo y su sobrevivencia bajo condiciones naturales han sido objeto de estudio desde la introducción de los aislados del tipo A2.

Las zoosporas de los *Oomycetes* son, en general, endógenas, presentan dormancia, toleran condiciones adversas y son capaces de sobrevivir en el suelo por largo tiempo [Ribeiro, 1983]. Las zoosporas de *Phytophthora fragariae*, el agente causal de la pudrición de los estolo-

nes de la fresa, puede sobrevivir al menos tres años en el suelo [Duncan, 1980].

La sobrevivencia y la infectividad de las zoosporas de *P. infestans* no han sido estudiadas detalladamente. Perches y Galindo (1969) mostraron que el suelo colectado de un campo de México dos años después que el campo estuvo afectado por una severa infección de tizón tardío, se encontraba aún infectado. Los experimentos en invernaderos muestran que las papas sembradas en este suelo fueron infectadas en las partes bajas del tallo y sobre las hojas cercanas, y en estrecho contacto con el suelo. Los autores sugieren que las zoosporas fueron responsables de la infectividad del suelo [Drenth *et al.*, 1995].

Las zoosporas de *Phytophthora* spp son resistentes a los funguicidas, pero sensibles a tratamientos con calor (45°C) [Duncan, 1985]. En algunas especies de este género, como *P. cambivora*, *P. cryptogea*, *P. cinnamomi*, estas estructuras pueden ser controladas por solarización al suelo [Juárez-Palacios *et al.*, 1991].

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sobrevivencia de los esporangios en diferentes temperaturas

A partir de hojas de papa de la variedad Chieftain, tomadas de plantas mantenidas en condiciones controladas, se probó la sobrevivencia de los propágulos asexuales.

Las hojas de papa se colocaron en placas Petri estériles que contenían algodón estéril humedecido con agua destilada. Estas se inocularon con un aislamiento de *P. infestans* denominado 15 G, aislado de un campo de papa de la localidad de Güines, y que resultó ser resistente al metalaxyl [Muñío, 1999].

Las hojas de papa se inocularon aplicando alícuotas de la solución de esporangios con una micropipeta sobre su envés. Una vez inoculadas se dejaron incubar a temperatura de 20°C hasta la observación visual de la esporulación del hongo. Posteriormente las placas previamente rotuladas se colocaron a temperaturas de 25, 30, 35, 40 y 45°C. La sobrevivencia de los propágulos asexuales (esporangios) se determinó a las 2, 24, 48 y 72 horas, comprobando la liberación de zoosporas, después de la incubación a una hora y quince minutos, al observar en el microscopio óptico su movimiento.

### Germinación directa de los esporangios de *P. infestans*

La germinación directa de los esporangios se determinó a partir del micelio esporulado del hongo mantenido a temperaturas de 20, 25 y 30°C. En este ensayo se transfirió parte del micelio esporulado a tubos de cultivo que contenían 10 mL de agua destilada estéril, y se dejaron incubar durante una hora a las temperaturas

mencionadas. Transcurrido ese tiempo, se observó una gota del contenido en el microscopio óptico, donde se realizó el conteo de esporangios germinados en campo visual 40x en la cámara de Neubauer, a través de la emisión de tubos germinativos.

### Determinación del tiempo máximo de liberación de zoosporas

Se preparó, además, una suspensión de esporangios, la cual se incubó a temperatura entre 5-6°C. Se hicieron preparaciones cada media hora, hasta cuatro horas, para observar en el microscopio óptico las liberaciones de zoosporas y definir así el tiempo en que estas ocurren masivamente. Se determinó el porcentaje de zoosporas liberadas, teniendo en cuenta el número total de esporangios existentes en cada preparación, y de ellos los que habían liberado las zoosporas. El conteo se realizó en la cámara de Neubauer en el campo visual 40x.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Sobrevivencia de los esporangios en diferentes temperaturas

La sobrevivencia de los propágulos asexuales (específicamente de los esporangios), comprobada en las hojas de papa mediante el ensayo realizado, arrojó que a las 72 horas y a 25°C los esporangios perdieron la viabilidad, mientras que a las 48 horas e igual temperatura, estos se mantenían infectivos. A temperaturas superiores a 30°C y con veinticuatro horas de exposición, los esporangios dejaron de ser infectivos (Tabla).

Tiempo (horas)	Temperatura (°C)				
	25	30	35	40	45
2	+	+	+	+	+
24	+	+	-	-	-
48	-	-	-	-	-
72	-	-	-	-	-

+ : esporangios viables

- : esporangios no viables

La viabilidad o no de los esporangios se comprobó cualitativamente a través de la observación al microscopio óptico del movimiento de las zoosporas liberadas y la presencia de esporangios vacíos en las preparaciones realizadas para cada caso, lo cual indicó que tuvo lugar la germinación indirecta. Según Drenth (1994), a temperaturas inferiores a 12°C son liberadas las zoosporas biflageladas presentes en el interior de los esporangios, las cuales germinan después de enquistarse.

### Germinación directa de los esporangios de *P. infestans*

Se comprobó, además, la germinación de esporangios de forma directa, al incubarlos a temperaturas de 20, 25, y 30°C durante una hora (Fig. 1).

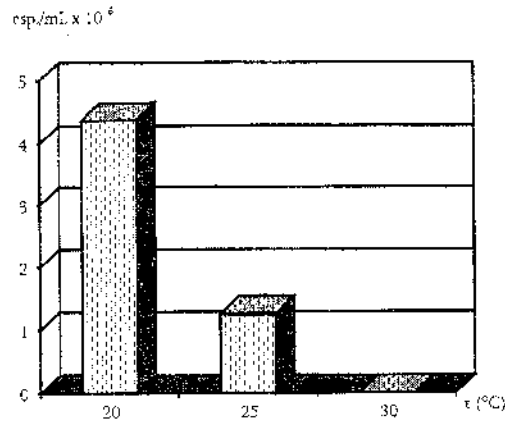


Figura 1. Efecto de la germinación de esporangios por vía directa a 20, 25 y 30°C durante una hora de exposición.

La mayor concentración de esporangios/mL se obtuvo cuando la solución de esporangios permaneció a 20°C. A 25°C esta concentración disminuyó. Sólo se detectaron dos esporangios germinados a través de la emisión de sus tubos germinativos, mientras que a 30°C no hubo germinación directa. Estos resultados coinciden con los aspectos sugeridos por Asscheman *et al.* (1996), quienes afirman que a temperaturas superiores a 25°C los esporangios no germinan directamente. Por otra parte, Drenth (1994) confirma que a temperaturas superiores a 15°C los esporangios pueden germinar directamente.

#### Determinación del tiempo máximo de liberación de zoosporas

En este ensayo realizado para detectar a qué tiempo se obtiene la mayor liberación de zoosporas de los esporangios, por medio de la germinación indirecta, se ob-

tuvo que a partir de una hora de exposición los esporangios comenzaron a liberar las primeras zoosporas, y a las tres horas, hubo un 52% de liberación de zoosporas (Fig. 2). El intervalo óptimo se obtuvo entre las 2,5 y 3,0 horas, cuando existía entre un 38 y un 52% de liberación de zoosporas. Resultados que difieren en cuanto a los estudios sobre germinación de los esporangios realizados por Rivera (1995), quien afirma que en la región del Valle de Toluca, en México, los esporangios germinan indirectamente en un tiempo máximo de una hora y quince minutos. Esto puede deberse a que los esporangios utilizados en sus investigaciones son colectados de las hojas *in vivo* y a la temperatura ambiente de dicha localidad (situada a más de 4 500 m sobre el nivel del mar), que es más fría comúnmente que la utilizada en nuestro experimento, y para el cual se utilizaron esporangios presentes en medio de cultivo *in vitro*.

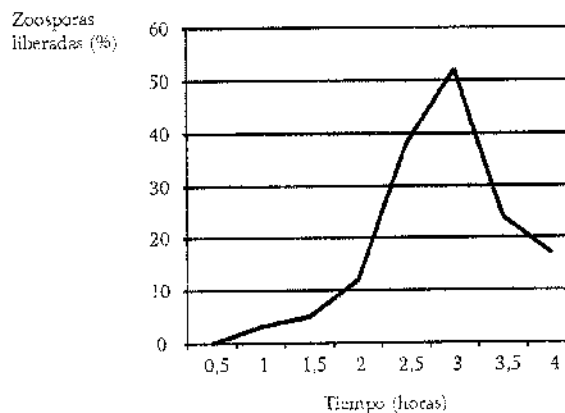


Figura 2. Comportamiento de la liberación de zoosporas a tiempos entre 0,5 y cuatro horas.

## CONCLUSIONES

- A temperaturas superiores a 30°C y a más de veinticuatro horas los esporangios de *P. infestans* pierden su capacidad infectiva, y a igual temperatura no ocurre germinación.
- A temperaturas entre 5-6°C ocurre una mayor liberación de zoosporas, después de un tiempo mínimo de incubación entre 2,5 y 3,0 horas. Estas consideraciones resultan novedosas para la biología del hongo.

## REFERENCIAS

- Asscherman, E. et al.: *Potato Diseases: Diseases, Pest and Defects*, NIVAA, Holanda, 1995.
- CIP: «Crece en el mundo en desarrollo la amenaza del tizón tardío de la papa», *Agroenfoque* 9 (65): 22, Lima, 1994.
- Drenth, A.: *Molecular Genetic Evidence for a New Sexually Reproducing Population of P. infestans in Europe*, Thesis Wageningen, 1994.
- Drenth, A.; I. C. Tas; F. Govers: «DNA Fingerprinting Uncovers a New Sexually Reproducing Population of *P. infestans* in the Netherlands», *European Journal of Plant Pathology*, 1994.
- Drenth, A.; E. M. Janssen; F. Govers: «Formation and Survival of Oospores of *P. infestans* Under Natural Conditions», *Plant Pathology* 44: 86-94, 1995.
- Duncan, J. M.: «Persistence of Mycelium of *Phytophthora fragariae* in Soil», *Trans. British Mycological-Society* 75: 383-387, 1980.
- : «Effect of temperature and Other Factors on *in Vitro* Germination of *Phytophthora fragariae* Oospores», *Trans. British Mycological-Society* 85: 455-462, 1985.
- Juárez-Palacios, C. et al.: «Thermal Sensitivity of Three Species of *Phytophthora* and the Effect of Soil Solarization on their Survival», *Plant Disease* 75: 1160-1164, 1991.
- Muñoz, Berta Lina: Comunicación personal, 1999.
- Perches, E. S.; A. J. Galindo: «Supervivencia de *P. infestans* (Mont.) de Bary de la papa y jitomate», *Agrociencia* 5:92-98, 1969.
- Ribeiro, O. K.: «Physiology of Asexual Sporulation and Spore Germination in *Phytophthora*», *Phytophthora: Its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology*, American Phytopathological Society, St. Paul, Minn., 1983, pp. 55-70.
- Rivera, A.: «Racial Composition of a Population of *P. infestans* (Mont.) de Bary in the Toluca Valley and Slopes of the Volcano Nevado of Toluca During the Period 1989-1994», *Phytophthora infestans* 150, Boole Press Ltd., Ireland, 1995.

## ZONIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DEL TIZÓN TEMPRANO (*ALTERNARIA SOLANI* SOR.) DE LA PAPA EN CUBA

Guadalupe Gómez, P. Pedroso, Magaly Suárez, M. Figueroa, L. Castellanos, V. M. Pico, A. Hernández, Irina Secada y Marta González

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

### RESUMEN

Por la gran importancia que tiene el tizón temprano (*Alternaria solani* Sor.) de la papa en Cuba se estudió su comportamiento en relación con el clima en las principales zonas de producción del tubérculo, por lo que se trabajó en la diferenciación de las zonas en estudio, donde en un análisis multivariado se relacionó la tasa de infección logística de la enfermedad ( $r$ ) y las variables meteorológicas en un intervalo de diez años. Las ocho localidades se clasificaron en dos grupos, uno con las  $r$  mayores y temperaturas mínimas superiores (Consolación del Sur y Sola), y otro, con las  $r$  menores y temperaturas mínimas inferiores (Güira de Melena, Güines, Calimete, Jovellanos, Aguada de Pasajeros y Venezuela), este último dividido en tres subgrupos, atendiendo a la cantidad anual de días con temperaturas mínimas inferiores a 15°C. Con este resultado pueden tomarse decisiones relativas a la regionalización del cultivo, áreas de producción de semilla nacional, así como utilización de los productos fungicidas para el control químico.

Palabras claves: zonificación, epidemiología, *Alternaria solani*, tizón temprano

### ABSTRACT

Early blight is one of the most important disease in potato in Cuba, that is way was studied its behavior and the relation of this disease with the weather in the main area where the potato is seeded. At the beginning the geographic location of these area was studied and macroclimatic study of the meteorological variable more related with the spread of this disease. A multivariate analysis was performed to differentiate the area under study using infection logistic rate ( $r$ ) of the disease and the meteorological variable since 1980 until 1990. Two group were found, one of them with the higher  $r$  and minimum temperatures (Consolación del Sur and Sola) and the other one with the lower  $r$  and minimum temperatures (Güira de Melena, Güines, Calimete, Jovellanos, Aguada de Pasajeros y Venezuela), the last one divided in three sub-groups taking into consideration the number of days with minimum temperatures lower than fifteen degree. This results must be taken into consideration to take decision related with the crop's zonification and also in the use of fungicide to control this disease.

Key words: zonification, epidemiology, *Alternaria solani*, early blight

### INTRODUCCIÓN

Las pérdidas en el rendimiento a causa del tizón tardío oscilan entre 4 y 39% [Harrison y Venette, 1970; Haware, 1968; Piña, 1979 y Arzuaga, 1983], lo que está en dependencia de múltiples factores, entre los que pueden mencionarse, la concentración de inóculo, momento de detección de las primeras manchas, influencia del clima, fecha de siembra, susceptibilidad varietal, condiciones agrotécnicas, tipo de agricultura y otros [INISAV, 1990].

Los estudios realizados por Waggoner *et al.* (1974) señalaron que los conidios de *A. solani* pueden alcanzar el ciento por ciento de germinación en dos horas a 25°C. Stevenson y Pennypacker (1988) obtuvieron resultados positivos en la germinación sólo cuando la humedad relativa fue mayor o igual a 92%, y el conidio estaba rodeado de agua libre. Piña (1979) no observó

germinación a niveles inferiores de 88,5%. Este último autor observó que durante el tiempo en que las temperaturas del aire se mantuvieron a niveles bajos, coincidieron con las etapas de menor incremento de la enfermedad. *A. solani* requiere de temperaturas superiores a las que necesita *Phytophthora infestans*, y el agua libre para la germinación de sus esporas puede ser suplida por el rocío que se forma en las noches durante todo el año en los campos cubanos.

Resultados del análisis y correlación de las fechas de incidencia y desarrollo de la enfermedad con variables meteorológicas diarias indicaron que la evolución general de la epidemia está íntimamente relacionada con valores de humedad relativa media mayor o igual a 84%, temperaturas mínimas mayores o iguales a 18°C, precipitaciones y la fenología [Gómez *et al.*, 1989].

Estos conocimientos sirvieron de base para estudios de zonificación de la enfermedad en la provincia de La Habana [Gómez *et al.*, 1998], en los que se detectaron dos zonas de diferentes comportamientos, Güines y Melena del Sur, donde la enfermedad es menor, y Güira de Melena, Batabanó, Alquizar, Quivicán y San Antonio de los Baños, con mayores índices de intensidad del tizón temprano, resultado que está en correspondencia con el comportamiento opuesto del tizón tardío en esa provincia [Secada *et al.*, 1991].

Investigadores, especialistas y productores conocen que el comportamiento de los tizones en el cultivo de la papa es diferente en las diversas regiones del país. Con respecto al tizón tardío, Gómez (1998) clasificó los municipios de las provincias desde La Habana hasta Camagüey en el caso del tizón tardío (*P. infestans*), de acuerdo con la frecuencia de aparición y epifitotía, pero no se han realizado estudios nacionales sobre el tizón temprano. El propósito de este trabajo fue estudiar el comportamiento de ocho regiones del cultivo en un intervalo de diez años, resultado que, unido a los antes mencionados con el tizón tardío, pueda contribuir, entre otros, a la planificación adecuada de los fungicidas en las estrategias que se elaboran para el cultivo de papa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Selección y ubicación físico-geográfica de las localidades

En Cuba la papa se siembra en todas las provincias del país, aunque La Habana, Matanzas y Ciego de Ávila son las más importantes por el área que siembran, las condiciones agrotécnicas y climáticas. Con el objetivo de garantizar la representatividad de estas, se analizaron y seleccionaron cualitativamente todas las áreas paperas del país, de acuerdo con la importancia económica del cultivo y las diferentes zonas climáticas y geográficas

### Análisis macroclimático

Se confeccionaron isotermas de temperaturas mínimas promedios, isohúmedas de humedades relativas promedios e isoyetas con valores acumulados de precipitaciones de enero y febrero, por ser los meses más fríos en el país [Lecha *et al.*, 1994] y los más propicios para la tuberización de la papa. Se utilizaron los datos climáticos de las 62 estaciones del Instituto de Meteorología del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

### Análisis matemático de la información biológica y meteorológica

Fue recopilada y seleccionada la información biológica (porcentaje de intensidad de ataque para cada fecha de evaluación) que tienen las Estaciones Territoriales de Protección de Plantas (ETPP) sobre la enfermedad a

nivel de campo estacionario, de acuerdo con la metodología de señalización [DGSV-IISV, 1981] en las regiones del cultivo seleccionadas. Posteriormente se determinó la tasa de infección logística o  $r$  [Zadocks y Schein, 1979] para cada uno de ellos, y se calculó su valor promedio. Sólo se tuvo en cuenta la variedad Désirée, sembrada en fecha de siembra intermedia, desde la campaña 1980-81 hasta 1989-90. Se trabajó con los valores promedio de las temperaturas mínimas y humedades relativas medias de enero y febrero, así como el acumulado de las precipitaciones.

Se calculó la matriz de correlaciones lineales entre las cuatro variables, y a partir de ellas se realizó un análisis de componentes principales, que tuvo como objetivo examinar las interacciones entre las diferentes variables y encontrar una combinación lineal entre ellas que tuviera varianza máxima, lo cual nos permitiera la clasificación en grupo a través de su ubicación en diferentes zonas del espacio. Posteriormente se hizo un análisis discriminante para verificar la existencia de los grupos obtenidos antes y determinar cuáles fueron las variables que más influyeron en la formación de estos. La ejecución de los métodos estadísticos empleados se realizó mediante el paquete STAT-ICF, versión 4.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Selección y ubicación físico-geográfica de las localidades

Cuba constituye una provincia físico-geográfica del país de las Antillas, que junto a la América Central ístmica integran el grupo de países o subcontinente de América del Centro. Teniendo en cuenta su relieve, clima, suelos y vegetación, se divide en subprovincias, distritos, subdistritos y paisajes [Acevedo, 1987]. Las ocho localidades seleccionadas —una de Pinar del Río, dos de La Habana, dos de Matanzas, una de Cienfuegos, una de Ciego de Ávila y otra de Camagüey— pertenecen a cinco llanuras de la subprovincia Cuba Occidental Central, donde existe una amplia variabilidad paisajística, según el autor antes mencionado (Tabla 1).

### Análisis macroclimático

Las temperaturas más bajas se detectan hacia zonas del interior, y las más altas hacia las zonas costeras (Fig. 1), lo que según Lecha y Florido (1989a) se fundamenta en el aumento de la oscilación térmica diaria, significando dichos autores que este efecto asigna a las llanuras interiores la existencia de ciertos rasgos de clima continental, acentuados en la llanura La Habana-Matanzas por efectos específicos de la circulación superficial del viento, que favorece la advención de aire frío continental desde el centro de Estados Unidos a través de La Florida.

Tabla 1. Localidades seleccionadas para el estudio de zonificación del tizón temprano y ubicación político-administrativa de las empresas

Localidades	Municipio	Provincia
Empresas de Cultivos Varios (ECV)		
Capitán Tomás	Consolación del Sur	Pinar del Río
Güira de Melena	Güira de Melena	La Habana
Güines	Güines	La Habana
Vladimir I. Lenin	Jovellanos	Matanzas
Calimete	Calimete	Matanzas
Horquita	Aguada de Pasajeros	Cienfuegos
Juventud Heroica	Venezuela	Ciego de Ávila
Soía	Sola	Camagüey



Figura 1. Isotermas de temperaturas mínimas promedios en Cuba.

A diferencia del comportamiento de las temperaturas mínimas, las humedades relativas promedios son más altas en el interior que en las zonas costeras (Fig. 2), debido a la relación existente entre ambos factores climáticos [Vitkievch, 1971].

Las precipitaciones en las provincias más occidentales fueron más abundantes en la región norte, disminuyendo hacia el este, y a partir de Ciego de Ávila se observa similar comportamiento que en el occidente, pero con valores acumulados más bajos.

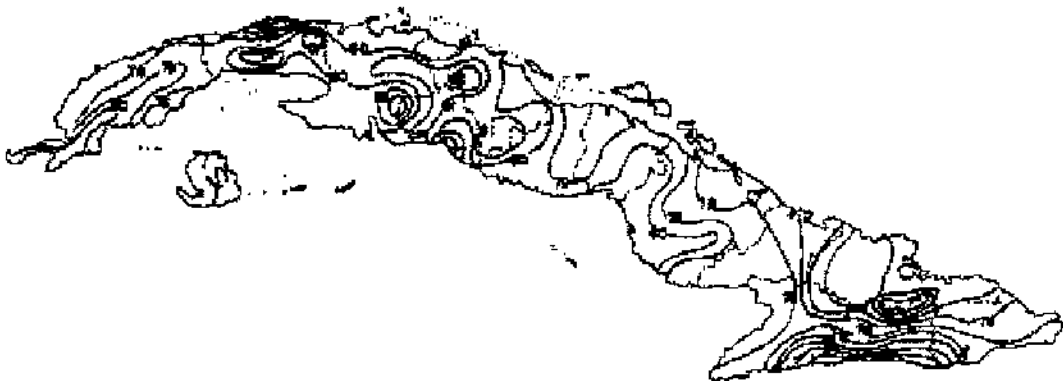


Figura 2. Isohúmedas de humedad relativa promedio en Cuba.

### Análisis matemático de la información biológica y meteorológica

Las medias y desviaciones estándar de las cuatro variables consideradas en las ocho localidades durante las diez campañas analizadas se muestran en la *Tabla 2*, donde en el caso de las precipitaciones puede observar-

se un valor muy alto, debido a la gran variación que tiene este parámetro (oscilaciones entre 10,7 y 529,0 mm), correspondiendo los valores más altos a la campaña 1982-83, caracterizada por abundantes lluvias (campaña influenciada por el evento meteorológico El Niño-Oscilación Sur).

Tabla 2. Medias y desviaciones estándar de las variables

Variables	Promedios	Desviación estándar
Temperatura mínima promedio	16,170	1,5660
Humedad relativa promedio	79,536	2,2687
Precipitaciones acumuladas	85,991	104,0825
Tasa de infección logística ( $r$ )	0,127	0,0438

La *Tabla 3* presenta la matriz de correlaciones de las cuatro variables, donde se puede apreciar que resultaron significativas las correlaciones entre las variables *humedad relativa promedio* y *precipitaciones*, y entre la *temperatura* y la *tasa de infección logística*. Los vectores propios con sus correspondientes valores propios, así

como la contribución de cada componente a la variación total, aparecen en la *Tabla 4*. El vector propio I acumula un 42% de la varianza total, mientras que el II lo hace en un 29,3%, con lo que se asegura entre ambos un 71,3% de la variación total y se descartan los otros dos vectores.

Tabla 3. Matriz de correlación de las variables

Variables	Temperatura mínima promedio	Humedad relativa promedio	Precipitaciones acumuladas	Tasa de infección logística ( $r$ )
Temperatura mínima promedio	1,000			
Humedad relativa promedio	0,182	1,000		
Precipitaciones acumuladas	0,139	0,552*	1,000	
Tasa de infección logística ( $r$ )	0,285*	0,049	0,054	1,000

\* Correlación significativa con probabilidad de error del 5%.

Tabla 4. Matriz de vectores y valores propios, y porcentaje de la varianza total con que contribuye cada valor propio

Variables, valor propio y por ciento de la varianza total	Vectores propios			
	I	II	III	IV
Temperatura mínima promedio	0,4232	0,5457	0,7296	-0,0863
Humedad relativa promedio	0,6261	-0,3129	-0,0275	0,7137
Precipitaciones acumuladas	0,6131	-0,3400	-0,1666	-0,6933
Tasa de infección logística ( $r$ )	0,2637	0,6991	-0,6627	0,0497

La primera componente expresa la mayor contribución de las variables *humedad relativa promedio* y *precipitaciones* de enero y febrero, mientras que la segunda, valora fundamentalmente la contribución de la temperatura mínima promedio de enero y febrero y la tasa de infección logística. En la *Fig. 4* se presentan los datos indivi-

duales sobre las componentes I y II, y teniéndolas en cuenta, se obtuvieron dos grupos fundamentales; el primero (I), formado por Güira de Melena, Güines, Calimete, Jovellanos, Aguada de Pasajeros y Venezuela, caracterizado por los menores valores de las  $r$ , y el segundo (2), integrado por Consolación del Sur y Sola,

con las mayores  $r$ . Este resultado coincide con observaciones de bajos porcentajes de ataque en Colón y Jovellanos [Rodríguez, 1988], así como severas epifitotias características en la provincia de Camagüey [Pico, 1987].

La *Tabla 5* muestra los resultados del estudio por grupos y el análisis de varianza para cada variable, donde se observan las diferencias altamente significativas entre los dos grupos para las temperaturas mínimas promedios de enero y febrero y la  $r$ , mientras que el re-

sultado del análisis discriminante puede ser observado en la *Tabla 6*, en la que se aprecia que los mayores valores de los coeficientes de las variables estandarizadas en la ecuación lineal discriminante corresponden a la temperatura mínima y a la  $r$ . De ello se puede afirmar que estas variables son las que más contribuyen en la formación de los grupos, además de quedar una vez más en evidencia la fuerte relación que existe entre esta variable climática y el desarrollo de la enfermedad, como fue anteriormente expresado por Gómez *et al.* (1989).

**Tabla 5.** Estudio por grupo y análisis de varianza para cada variante

Variables	Grupo I		Grupo II	
	Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar
Temperatura mínima promedio*	15,730	1,403	17,326	1,370
Humedad relativa promedio	79,660	2,479	79,211	1,542
Precipitaciones acumuladas	84,170	108,936	90,784	84,894
Tasa de infección logística ( $r$ )*	0,112	0,037	0,167	0,035

\*Diferencias altamente significativas al 1%.

**Tabla 6.** Coeficientes de las variables estandarizadas en la ecuación lineal discriminante (eje1)

Variables	Coficiente
Temperatura mínima promedio	0,5333
Humedad relativa promedio	-0,3262
Precipitaciones acumuladas	0,1111
Tasa de infección logística ( $r$ )	0,6971

En la *Tabla 7* puede observarse el resultado de la clasificación de los datos de acuerdo con el análisis discriminante, donde se aprecia que de un total de 69 observaciones, 10 de ellas están mal clasificadas, para un 85% de buena clasificación. Con este último

análisis quedan definidos los dos grupos anteriormente explicados, y además aclaramos que los correspondientes a la campaña 1982-83 se encuentran incluidos dentro de las observaciones mal clasificadas.

**Tabla 7.** Clasificación de las observaciones individuales en el análisis discriminante

Grupos	Número de observaciones		
	Total	Bien clasificados	Porcentaje de buena clasificación
I	50	43	86%
II	19	16	84,2%

Lecha y Florido (1989b), en su regionalización del clima de Cuba, fundamentada en las temperaturas extremas diarias del aire, clasificaron en cinco zonas la isla de Cuba, según la cantidad anual de días con temperaturas mínimas inferiores a 15°C. Si tenemos en cuenta que las ocho localidades que hemos estudiado pertenecen a cuatro de las cinco zonas

propuestas por ellos, entonces el grupo I puede dividirse en tres subgrupos, los que se clasificaron con respecto a la cantidad anual de días con temperaturas mínimas inferiores a 15°C en orden descendente de la siguiente forma: a) Calimete y Jovellanos; b) Güines y Aguada de Pasajeros; c) Güira de Melena y Venezuela.

El tizón temprano, al igual que las diversas enfermedades y plagas que afectan a los cultivos, no tiene el mismo comportamiento todos los años debido, entre otros, a la influencia de la variabilidad climática que existe en el país. Posterior a un análisis de los Registros Territoriales Históricos (RTH) del tizón temprano en el país, Rodríguez (1988) recomendó incrementar la plantación de variedades susceptibles al tizón temprano en Jovellanos y Colón, dadas las condiciones de bajas temperaturas mínimas y los bajos porcentajes de intensidad de la enfermedad que se presentan en esas localidades, y que son corroborados por el resultado de nuestros estudios.

Otro resultado que también coincide con el obtenido en este trabajo fue el de Gómez *et al.* (1998) cuando zonificaron a la provincia de La Habana con respecto al tizón temprano, donde detectaron diferencias en el comportamiento de la enfermedad entre Güines y Güira de Melena.

## CONCLUSIONES

- Las ocho localidades estudiadas atendiendo al comportamiento del tizón temprano y las variables meteorológicas que más influyen en su desarrollo, quedan agrupados de la siguiente forma:
- El grupo 1 abarca los subgrupos *a*, *b* y *c*. Las localidades de Calimete y Jovellanos se ubican en el subgrupo *a*, Güines y Aguada de Pasajeros en el *b*, y en el *c* Güira de Melena y Venezuela.
- En el grupo 2 se ubican las localidades Consolación del Sur y Sola.

## REFERENCIAS

- Acevedo, G. M.: *Tipología y regionalización físico-geográfica de Cuba*, informe del Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona, Facultad de Geografía, departamento de Geografía Física, Universidad de La Habana, 1987.
- Arzuaga, J. A.: *Estudio de la resistencia genética a la A. solani en variedades de papa*, resumen de tesis para optar por el grado científico de Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas, La Habana, 1983.
- DGSV-IISV: «Metodología para la señalización del tizón temprano *Alternaria solani* en los cultivos de papa y tomate», *III Reunión Nacional Metodológica de Señalización y Pronóstico de Plagas y Enfermedades*, t. I, 1981, p. 85.
- Gómez, Guadalupe; J. Rodríguez: *Pronóstico a corto plazo de A. solani en papa y tomate*, informe resultado de investigación. Cod. 519-09-02. INISAV, 1989.
- Gómez, Guadalupe: «Zonificación de *Alternaria solani* en papa en la provincia de La Habana», *Fitosanidad* 2 (3-4): 15-20, 1998.
- Harrison, M. D.; J. R. Venette: «Chemical Control of Potato Early Blight and its Effects in Potato Yield», *Am. Pot. Journ.* 47(3): 81-86, 1970.
- Haware, M. P.: «Assesment of Losses Due to Early Blight (*A. solani*) on Potato», *Journ. Nebk. V. V. Res* 2 (1): 67-68, 1968.
- INISAV: *Acta del Taller Nacional de A. solani en los cultivos de papa y tomate*, LPSV de Villa Clara, 1990.
- Lecha, L. B.; A. Florido: a) *Principales características climáticas del régimen térmico del archipiélago cubano*, Editorial Academia. La Habana, 1989.
- : b) «Tipificación del régimen térmico del aire en Cuba», *Revista Cubana de Meteorología*. INSMET, ACC, 2(1): 34-41, 1969.
- Lecha, L. B.; R. L. Paz; B. Lapinel: *El clima de Cuba*, Editorial Academia, La Habana, 1984.
- Pico, V. M.; M. J. Pérez; H. H. Hernández: *Informe resultado de la utilización del caza esporas durante cinco años para la señalización de A. solani en papa*, LPSV de Camagüey, 1987.
- Piña, A.: *Estudio bioecológico y control de A. solani en papa*, informe de investigación, INISAV, 1979.
- Rodríguez, T. J.: *Informe sobre el registro territorial histórico del tizón temprano de la papa*, INISAV, 1988.
- Secada, Irina; J. A. Sosa; Magalys Suárez: *Regionalización agroclimática del territorio de la provincia de La Habana basado en las condiciones de surgimiento de la Phytophthora infestans en el cultivo de la papa*, ACC, INSMET, La Habana, 1991.
- Stevenson, R. E.; S. P. Pennypacker: «Effect of Radiation, Temperature and Moisture in Conidia Germination of *A. solani*», *Phytopathology* 78(7): 926-930, 1988.
- Vitkévich, Y. V.: *Agrometeorología*. Ciencia y Técnica, Instituto del Libro La Habana, 1971.
- Waggoner, P. E.; J. Y. Parlage: «Mathematical Model for Spore Germination at Changing Temperature», *Phytopathology* 64(1): 325-329, 1974.
- Zadocks J. C.; R. D. Schein: *Epidemiology and Plant Disease Management*, University Press, New York, 1979.

## PLANTAS HOSPEDANTES DE *TRIPS PALMI* KARNY (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) EN CUBA

L.L. Vázquez y E. Rodríguez

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa,  
Ciudad de La Habana, CP 11600

### RESUMEN

*Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) es una peligrosa plaga de cultivos anuales, recientemente detectada en Cuba. Con el objetivo de estudiar sus plantas hospedantes, durante los años 1997-99 se visitaron diferentes áreas de cultivos anuales en las provincias de La Habana y Matanzas. Las plantas donde se hallaron poblaciones se clasificaron en tres categorías: I: desarrolla el ciclo en la planta (huevo + larva + adulto) y realiza lesiones ostensibles en los tejidos; II: desarrolla el ciclo en la planta, pero no causa lesiones; III: solamente se observan adultos en la planta y alguna descendencia (huevos + larvas), pero no logran completar su desarrollo ni causan lesiones. Se determinaron más de cincuenta plantas que hospedan a *T. palmi* en las áreas estudiadas, con mayor número de especies representadas en las familias Asteraceae, Fabaceae, Solanaceae y Cucurbitaceae. Las mayores lesiones en las hojas fueron realizadas en *Solanum tuberosum*, *Phaseolus vulgaris*, *Cucumis sativus* y *Capsicum annum*, en esta última planta también provoca la caída de las flores. Entre las arvenses se observaron como preferidas a *Amaranthus* spp., *Pluchea odorata* y *Portulaca oleracea*. El grado de preferencia por los biotipos vegetales fue: herbáceas > arbustos > árboles.

Palabras claves: Thysanoptera, *Thrips palmi*, plantas hospedantes.

### ABSTRACT

*Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) is a dangerous pest of annual crops, recently detected in Cuba. With the objective of study its host plants, during 1997-1999 were visited several areas of annual crops in Habana and Matanzas provinces. Plants where were founded populations were classified in three categories: I: develops the cycle on plant (egg + larvae + adult) and makes ostensible damages in the tissues; II: develops the cycle on plant but don't cause damages; III: only were observed adults and some descendants (eggs + larvae) on plant but they don't succeed complete their development and don't cause damages. More than 50 plants that lodges *T. palmi* in studied areas were determined, with a higher number of species represented in Asteraceae, Fabaceae, Solanaceae and Cucurbitaceae families. The bigger damages in leaves were founded in *Solanum tuberosum*, *Phaseolus vulgaris*, *Cucumis sativus* and *Capsicum annum*, in this plant also provokes the falling of flowers. Between the arvenses were observed as preferred *Amaranthus* spp., *Pluchea odorata* y *Portulaca oleracea*. The preference grade by biotipos vegetales was: herbaceous > shrubs > trees.

Key words: Thysanoptera, *Thrips palmi*, host plants

### INTRODUCCIÓN

*Thrips palmi* Karny es considerada una plaga de reciente introducción en la región neotropical, y particularmente en el Caribe insular ha ampliado su distribución, al extremo de que en la actualidad está presente en diversos países. Se ha documentado en la literatura la alta polifagia de esta especie. Así Walker (1992) compiló la existencia de 159 plantas hospedantes, principalmente en la región de origen de la plaga (Asia), mientras que en el neotrópico, Guyot (1988) en Guadalupe, y Cooper (1991) en Trinidad hallaron 17 hospedantes, principalmente cultivos anuales. En Cuba se detectó a finales del año 1996, y en esa campaña de producción hortícola (1996-97) afectó considerablemente varios cultivos. En las áreas infestadas por la plaga fueron observadas altas poblaciones, tanto en cultivos anuales como en las arvenses, lo que motivó

que se iniciara un estudio para determinar las especies de plantas que la hospedan, resultados que se presentan a continuación.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio de las plantas hospedantes se realizó en áreas productoras de hortalizas, viandas y granos de las provincias de La Habana y Matanzas durante diferentes meses de los años 1997-99, a partir de muestreos y observaciones de campo, realizándose una revisión minuciosa de las poblaciones en los órganos de la planta donde se hospedaban, para lo cual se utilizó un microscopio-estereoscopio. Para clasificar la relación insecto-planta empleamos los criterios siguientes:

Órgano de la planta donde habita: hojas (ho), flores (fl) y frutos (fr)

Tipo de hospedante:

I: Desarrolla el ciclo en la planta (huevo + larva + adulto) y realiza lesiones ostensibles en los tejidos de los órganos donde habita.

II: Desarrolla el ciclo en la planta (huevo + larva + adulto), pero no causa lesiones ostensibles.

III: Solamente se observan adultos en la planta y alguna descendencia (huevo + larva), pero no logran completar su desarrollo y no causan lesiones ostensibles.

La identificación de *T. palmi* en cada muestra de plantas hospedantes se realizó según Vázquez (1994). Las plantas hospedantes se identificaron en el departamento de Herbológia de nuestro instituto. Los biomorfos vegetales se agruparon en herbáceas, arbustos y árboles [Fontenla, 1985], de acuerdo con criterios de Roig (1962).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las localidades estudiadas se determinaron más de cincuenta especies de plantas hospedantes de *Thrips palmi* (Tabla), y el mayor número de especies pertenece a las familias Asteraceae, Fabaceae, Solanaceae y Cucurbitaceae, en las cuales se encuentran también las más preferidas por esta plaga (hospedante tipo I).

Desde que esta plaga se detectó en Cuba se manifestó con un comportamiento oportunista al presentarse en diversidad de plantas, tanto cultivadas como arvenses, entre otras, lo que demuestra lo afirmado por Maiorana (1978) de que un aspecto importante en la preferencia de los fitófagos es la abundancia relativa de las plantas que consumen. Precisamente los agroecosistemas de cultivos anuales en ambas provincias estudiadas se caracterizan por los mosaicos de cultivos y la alta incidencia de arvenses, con mayor diversidad de dicotiledóneas.

En los hospedantes preferidos (tipo I), tanto las larvas como los adultos se desarrollan gregariamente en las hojas y en algunos casos en las flores, los frutos y hasta la parte tierna de las ramas. La superficie lesionada de estos órganos ostenta cicatrices, manchas plateadas o bronceadas, así como deformaciones o muerte del órgano afectado, y en ataques severos pueden provocar hasta la muerte de la planta.

Esto último ha sucedido principalmente en papa (*Solanum tuberosum*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y pepino (*Cucumis sativus*), mientras que en el pimiento (*Capsicum annuum*), además de las lesiones foliares, provoca la caída de las flores.

Este comportamiento es muy similar al observado en otros países cercanos como Venezuela, donde Carmeli

et al. (1993) refieren infestaciones severas en los meses de diciembre a enero en siembras comerciales de frijol, papa y berenjena (*Solanum melongena*), así como en otros cultivos y arvenses. Estas últimas son consideradas por Cooper (1991) como hospedantes alternativos en Trinidad.

Precisamente las malezas *Amaranthus* spp., *Pluchea odorata* y *Portulaca oleracea* fueron muy preferidas, pues en ellas se desarrollaron altas poblaciones de *T. palmi* y las lesiones fueron ostensibles.

En los hospedantes del tipo II, aunque por lo general no se observaron lesiones, había colonias de la plaga (huevos + larvas + adultos), lo que demostraba su preferencia por estos. Es interesante apuntar aquí que excepcionalmente observamos lesiones en boniato (*Ipomoea batata*), lo que sugiere que potencialmente algunas variedades de este cultivo pudieran ser hospedantes tipo I.

Por otra parte, en los hospedantes tipo III la presencia de poblaciones de adultos muchas veces es circunstancial debido a la dispersión por corrientes de aire, efecto de la colindancia, entre otros factores; pero en la mayoría de los casos no se pueden considerar como hospedantes preferidos, aunque sí deben tenerse presentes en el manejo de la plaga, ya que pueden sustentar poblaciones de adultos que constituyen fuentes de infestación para las nuevas siembras de cultivos preferidos.

El análisis de la ocurrencia en los diferentes biomorfos vegetales (Fig. 1) muestra el siguiente orden de preferencia: herbáceas > arbustos > árboles, con una marcada estrategia fagística hacia las herbáceas. En este sentido Strong y Levin (1979), citados por Fontenla (1985), refirieron que es posible considerar a las herbáceas y los árboles como recursos o biomorfos opuestos, dadas las diferencias tanto en talla como en complejidad morfológica y estructural, mientras que a los arbustos se les puede considerar como un recurso intermedio, tomando en consideración el grado de utilización que de ellos realizan los insectos fitófagos.

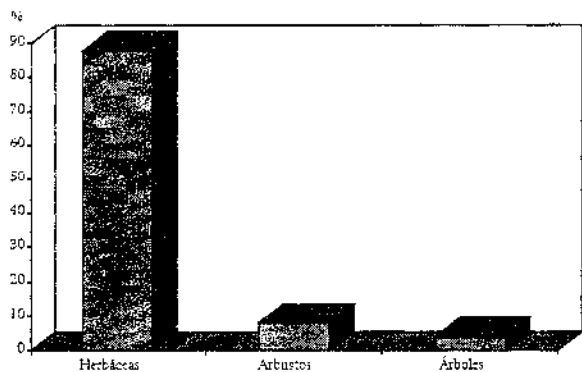
## CONCLUSIONES

- Las familias mejor representadas como hospedantes de *T. palmi* fueron Asteraceae, Fabaceae, Solanaceae y Cucurbitaceae.
- Las mayores lesiones en las hojas fueron realizadas en *Solanum tuberosum*, *Phaseolus vulgaris*, *Cucumis sativus* y *Capsicum annuum*. En esta última también provoca caída de las flores.
- Entre las arvenses se observaron como preferidas a *Amaranthus* spp., *Pluchea odorata* y *Portulaca oleracea*.
- El grado de preferencia por los biomorfos vegetales fue: herbáceas > arbustos > árboles.

Lista taxonómica de las plantas hospedantes de *Trips palmi* en Cuba

Familia	Especie	Organo de la planta	Tipo de hospedante
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> spp.	ho	I
Araceae	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> Schott	ho	III
Asteraceae (= Compositae)	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	ho	II
	<i>Lactuca sativa</i> L.	ho	II
	<i>Chrysanthemum</i> sp.	ho	II
	<i>Pluchea odorata</i> (L.)	ho	I
	<i>Helianthus annuus</i> L.	fl	III
	<i>Bidens pilosa</i> L.	fl	III
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.	ho	III
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	ho	III
Chenopodiaceae	<i>Beta vulgaris</i> L.	ho	II
	<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>cicla</i> DC	ho	II
	<i>Spinacea oleracea</i> L.	ho	III
Commelinaceae	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	ho	II
Cruciferae	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> L.	ho	III
	<i>Raphanus sativus</i> L.	ho	III
Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> L.	ho + fl	I
	<i>Citrullus vulgaris</i> Scharad	ho + fl	I
	<i>Cucurbita moschata</i> (Duch) Duch	ho + fl	I
Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	ho	III
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	ho	II
	<i>Nectandra antillana</i> Meisn	ho	II
Fabaceae	<i>Araclis hypogaea</i> L.	ho	II
	<i>Canavalia ensiformis</i> (L.) P.D.C	ho	II
	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	ho	II
	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	ho + fl	I
	<i>Vigna sesquipedalis</i> Fruwirth	ho	II
Labiatae	<i>Ocimum basilicum</i> L.	ho	II
Liliaceae	<i>Allium cepa</i> L.	ho	III
	<i>Allium sativum</i> L.	ho	III
	<i>Asparagus officinalis</i> L.	ho	III
Malvaceae	<i>Gossypium barbadense</i> L.	ho	II
	<i>Hibiscus esculentus</i> L.	ho	III
	<i>Sida</i> spp.	ho	II
Mimosaceae	<i>Leucaena</i> sp.	ho	III
Nyctaginaceae	<i>Boerhaavia erecta</i> L.	ho	III
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i> L.	ho	III
Pedaliaceae	<i>Sesamum indicum</i> L.	ho	II
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	ho	I
Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i> L.	ho	II
Solanaceae	<i>Physalis angulata</i> L.	ho	III
	<i>Capsicum annuum</i> L.	fl	I
	<i>Capsicum frutescens</i> L.	ho + fl + fr	I

	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	ho	III
	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	fl	III
	<i>Solanum melongena</i> L.	ho	I
	<i>Solanum tuberosum</i> L.	ho	I
Tiliaceae	<i>Melochia nodiflora</i> Sw.	ho	II



Utilización de los diferentes biomorfos vegetales por *Thrips palmi*.

## REFERENCIAS

- Cermeli, M. L.; A. Montagne; F. Godoy: «Resultados preliminares en el control químico de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en caraotas (*Phaseolus vulgaris* L.)» *Boletín de Entomología Venezolana* 8 (1): 63-73, 1993.
- Cooper, B.: «Status of *Thrips palmi* in Trinidad», *FAO Plant Protection Bulletin* 39 (1): 45-46, 1991.
- Fontenla, J. L.: «Relaciones fagísticas entre mariposas cubanas (Insecta: Lepidoptera). Estudio preliminar», *Ciencias biológicas*, 14:49-58, La Habana, 1985.
- Guyot, J.: «Rerve bibliographique et premieres observations en Guadeloupe *Thrips palmi* Karny», *Agronomie* 8 (7) :565-575, 1988.
- Maiorana, V. C.: «What Kind of Plants do Herbivore Really Prefer?», *Amer. Nat.*, 112:631-635, 1978.
- Roig, J. T.: *Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos*. t. I y II. Est. Exp. Agron. Santiago de Las Vegas. La Habana, 1962.
- Vázquez, L.: *Guía para el diagnóstico entomológico*. *Thrips palmi* Karny, Ed. CIDISAV. La Habana, 1994. p. 16.
- Walker, A. K.: «Biology and Population Ecology», *Thrips palmi* a *Literature Survey, with and Annotated Bibliography*, FAO-CABI-IICA, 1992.

# INTERACCIÓN *PHYTOPHTHORA INFESTANS*-BACTERIAS EN EL FILOPLANO DE LA PAPA Y SU RELACIÓN CON LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS EN CUBA

Marusia Stefanova, Irina Pérez, Francisca Coronado y Loreta Larrinaga

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

## RESUMEN

El tizón tardío, causado por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, es una de las enfermedades más importantes de la papa. El hongo posee una alta diversidad y adaptabilidad con virulencia variable y puede provocar epidemias severas en diversas partes del mundo. En la campaña de papa de 1993-94 en la provincia de La Habana se registraron fuertes afectaciones foliares, con halos acuosos y descomposición posterior de las hojas. La presencia de bacterias en el proceso de aislamiento de hongo condujo a investigar la participación en esta sintomatología de especies de *Pseudomonas* y *Erwinia*, y algunas otras bacterias predominantes, así como su implicación en los daños provocados. Se determinó que las especies *Pseudomonas viridiflava*, *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas marginalis* pv. *marginalis*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas* spp; *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* y *Erwinia chrysanthemi* forman parte de la microflora epifítica de la papa y en condiciones de humedad alta y temperaturas relativamente bajas, que son apropiadas también para *P. infestans*, interfieren en los síntomas provocados por el hongo, aumentan el tamaño de la lesión y contribuyen al incremento de los daños en las plantas. Se recomienda proteger el cultivo con fungicidas basados en cobre, cuando se presentan condiciones que favorecen el desarrollo de las bacterias.

Palabras claves: *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, *Pseudomonas* sp., *Erwinia* sp., papa

## ABSTRACT

Late blight, caused by *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary is one of the most important diseases of potato. The fungus has a high diversity and adaptability with variable virulence and it may provoke severe epidemics all around the world. In the 1993-94 potatoes crop in Havana province, strong foliage affectations were reported with watery haloes and posterior decomposition of the leaves. The presence of bacteria in the isolation of the fungi impelled an investigation about the species of *Erwinia* and *Pseudomonas* involved and some others, which are predominant in this symptomatology, as well as its implication in the elicited damages. It was found that *Pseudomonas viridiflava*, *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas marginalis* pv *marginalis*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas* spp., *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* y *Erwinia chrysanthemi* belong to the potatoes microflora and when prevailed conditions of high humidity and relatively low temperature, which are also appropriated to *P. infestans*, they interfered with the symptoms provoked by the fungi. They enlarge the lesions and contribute to the increase of damages on plants too.

Key words: *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, *Pseudomonas* sp., *Erwinia* sp., potato

## INTRODUCCIÓN

La parte aérea de la planta, conocida también como *filosfera*, alberga poblaciones de microorganismos patógenos y saprófitos, entre los cuales se establecen complejas interacciones fisiológicas con la participación activa del hospedante. La relación genética que puede ocurrir es una de las causas de la posible transformación de los organismos bajo la influencia del medio ambiente. Por otra parte, las bacterias epifíticas no patógenas pueden contribuir a la resistencia de la planta contra la invasión de patógenos y viceversa [Gibbins, 1972]. De igual forma estos microorganismos pueden producir metabolitos con efecto antagónico sobre las poblaciones epifíticas de otras espe-

cies presentes [Sing and Faull, 1988]. Desde luego, las interacciones existentes son influenciadas por las condiciones climáticas y el comportamiento de la planta que soporta las poblaciones microbianas.

Las bacterias del género *Erwinia* y *Pseudomonas* pueden permanecer de forma epifítica sobre las hojas de diversas plantas, incluyendo la papa. Especies incluso de este último género influyen sobre la humectabilidad de las hojas con posibles implicaciones ecológicas [Bunster et al., 1989].

En la campaña de papa de 1993-94 en la provincia de La Habana se presentaron fuertes afectaciones foliares

por el tizón tardío causado por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Las hojas, además del atizonamiento, mostraban extensos halos acuosos y descomposición posterior con presencia de bacterias en el proceso de aislamiento del hongo, lo cual indujo a investigar la participación en esta sintomatología de especies de *Pseudomonas* y *Erwinia*, y algunas otras bacterias predominantes, así como su implicación en los daños provocados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron pequeñas porciones compuestas de tejidos afectados y sanos de lesiones foliares causadas por *P. infestans* a partir de las cuales, una vez desinfectadas, se efectuaron siembras en el medio de cultivo KB [King *et al.*, 1954]. Para la identificación de las bacterias fluorescentes se realizaron las pruebas LOPAT (producción de levano, reacción de oxidasa, pudrición en papa, utilización de la arginina y reacción de hipersensibilidad en tabaco) [Lelliott *et al.*, 1966]. Las especies de *Erwinia* se determinaron según las pruebas señaladas

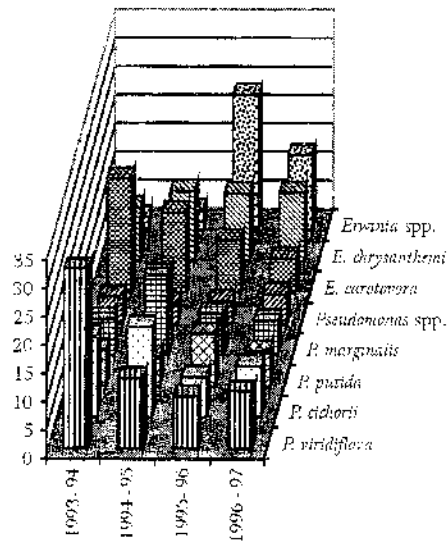
por Lelliott y Stead (1987). La morfología de las células bacterianas se observó mediante tinción de Gram [Frobisher, 1969].

La prueba de patogenicidad de los aislamientos se efectuó en plantas de papas en condiciones de cámara húmeda. Algunas cepas también se inocularon en hojas de pimiento (variedad California Wonder). La prueba de hipersensibilidad se realizó en hojas de tabaco, variedad Criollo.

El efecto antagónico de los aislamientos bacterianos sobre *P. infestans* se determinó en placas Petri con el medio de cultivo papa-dextrosa-agar. En un extremo se colocó el disco tomado de una colonia de *P. infestans* en crecimiento activo, y en el opuesto el cultivo bacteriano sembrado puntiformemente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Fig. se muestra la composición y la participación de las especies bacterianas aisladas en las cuatro campañas del cultivo.



Especies bacterianas asociadas a *P. infestans* en plantas de papa en las campañas 1993-97.

Los aislamientos bacterianos que mostraron fluorescencia en el medio KB fueron identificados como pertenecientes a las especies *Pseudomonas viridiflava*, *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas marginalis* pv *marginalis*, *Pseudomonas putida* y *Pseudomonas* spp. (grupo IVb), según Lelliott *et al.* (1966). En las Tablas 1 y 2 se señalan los resultados de las pruebas bioquímicas de cepas representativas de cada una de las especies mencionadas.

Los aislamientos del género *Erwinia* que causaron pudrición blanda en rodajas de papa se ubicaron dentro de las especies *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* y

*Erwinia chrysanthemi* (Tabla 3). Las bacterias anteriormente mencionadas provocaron en las hojas de papa necrosis y coloración pardo rojiza, y en las hojas de pimiento, excepto las de *P. putida*, manchas húmedas y descomposición posterior de los tejidos.

De las bacterias aisladas a partir de las lesiones vinculadas a *P. infestans*, las predominantes resultaron las especies *P. viridiflava*, *P. cichorii*, *P. marginalis* pv *marginalis*, *Pseudomonas* spp., *E. chrysanthemi* y *E. c.* subsp. *carotovora*, que ocuparon un 92,8% de la población bacteriana en la campaña 1993-94, un 73,7% en 1994-95 y en las de 1995-96-97 un 67,7% y 67,8%, respectivamente.

Las primeras tres especies afectan a numerosos cultivos, incluyendo la papa, y causan lesiones necróticas, frecuentemente situadas en la parte marginal de la hoja. Se consideran miembros de la flora epifítica residencial y en condiciones muy favorables producen pudrición foliar de la planta hospedante [Bradbury, 1986; Jacques y Morris, 1994]. Estos últimos autores

señalaron que de 1-70 % de la población epifítica en la achicoria les corresponde a las especies fluorescentes del género *Pseudomonas*. Aunque *P. putida* normalmente no se define como patógena, aislamientos del biotipo B de este organismo fueron obtenidos de tubérculos de papa aparentemente sanos [Bradbury, 1986]; también provoca necrosis en achicoria [Jacques y Morris, 1994].

Tabla 1. Resultados de las pruebas bioquímicas para la identificación de las especies del género *Pseudomonas* (aislamientos representativos)

Clave	Especie	Levano	Oxidasa	Papa	Arginina	Tabaco	Lipasa	Gelatina
19-1	<i>P. viridiflava</i>	-	-	+	-	+	-	+
8B-3		-	-	+	-	+	-	+
22C-2B		-	-	-	-	+	-	+
22C-1		-	-	+	-	+	-	+
44-2		-	-	+	-	+	-	+
A-1		-	-	+	-	+	-	+
41-2	<i>P. cichorii</i>	-	+	-	-	+	-	-
41-3		-	+	-/+	-	+	-	-
17-B		-	+	-	-	+	-	-
19-2		-	+	-	-	+	-	-
7-2		-	+	-	-	+	-	-
54-1		-	+	-	-	+	-	-
Pa-27	<i>P. marginalis</i>	+	+	+	+	-	+	+
Pa-4 <sup>a</sup>		+	+	+	+	-	+	+
Pa-10B		+	+	+	+	-	+	+
M-11-1		+	+	+	+	-	-	+
M-3 <sup>a</sup>		+	+	+	+	-	-	+
Pp-2	<i>Pseudomonas</i> spp.	-	+	-	+	-	+	+
M-12		-	+	-	+	-	+	+
M-12B		-	+	+	+	-	+	+
4-AC		-	-	-	+	-	+	+

Tabla 2. Comportamiento bioquímico de aislamientos representativos caracterizados como *Pseudomonas putida*

Cepas	11 A <sub>1</sub>	11 A <sub>2</sub>	362	371	262	341
KB	+	+	+	+	+	+
O/F	0	0	0	0	0	0
Levan	-	-	-	-	-	-
Oxidasa	+	+	+	+	+	+
Papa	-	-	-	-	-	-
Arginina	+	+	+	+	+	+
Tabaco (HR)	-	-	-	-	-	-
Almidón	-	-	-	-	-	-
Lipasa	-	-	-	-	-	-
Gelatina	-	-	-	-	-	-

Tabla 3. Comportamiento de aislamientos caracterizados como *E. carotova* y *E. chrysanthemi* (cepas representativas)

	29-1	29-2	18A	11B	18B	38B	4911	4912	3-1	5-2	21-4	30-c
O/F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Gram	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Papa	-	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Almidón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lecitinasas	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+
Lactosa	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Maltosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trehalosa	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
5% ClNa	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-

Respecto a *Pseudomonas* spp., ubicados en el grupo IVb, aunque muchas veces estos microorganismos se consideran secundarios o patógenos oportunistas, están relacionados con las pudriciones blandas en las plantas [Lelliott, 1964].

Otras especies vinculadas a este síntoma en tubérculos, tallos y hojas que fueron aisladas en las cuatro campañas son *E. chrysanthemi* y *E. c.* subsp. *carotovora*. Estas especies, igual que las del género *Pseudomonas*, producen enzimas pectolíticas implicadas en la desorganización del tejido vegetal [Hildebrand, 1972; Perombelon,

1994]. Perombelon (1994) apunta que la patogenicidad de las *Erwinias* es determinada por las enzimas pectolíticas producidas también por varias bacterias saprofitas, conocidas como *patógenos oportunistas*. De las restantes bacterias aisladas (*Erwinia* spp., diversos bacilos Gram positivos y Gram negativos), la mayoría no produjo pectinasa en papa y aparentes daños en las hojas inoculadas.

Los aislamientos de *P. putida* en su mayoría no mostraron un efecto antagónico promisorio sobre *P. infestans*, aunque en algunos casos se observó una ligera reducción del tamaño de la colonia del hongo (Tabla 4).

Tabla 4. Efecto antagónico de *P. putida* sobre aislamientos de *P. infestans* (cultivo dual)

Variantes	Diámetro de la colonia de <i>P. infestans</i>			
	KB	AN (cepa)	KB	AN (cepa)
36-2-	18,3	20,0	22,0	21,0
37-1+	20,2	18,4	22,5	20,0
44-1	22,5	20,2	23,0	22,0
11 A1	23,0	18,6	23,0	22,1
11 A2	20,0	18,4	22,1	20,5
Testigo	23,4	20,2	25,0	23,2

El tizón tardío es una de las enfermedades más importantes de la papa. Los síntomas que caracterizan la enfermedad se pueden resumir en pequeñas manchas de color verde claro o verde oscuro de forma irregular, que en condiciones favorables pueden convertirse en lesiones necróticas grandes, a menudo rodeadas de un halo verde claro a amarillo. Aunque el hongo posee una alta diversidad y adaptabilidad con virulencia variable, y puede provocar epidemias severas en diversas partes del mundo [Spielman *et al.*, 1991; Hardy *et al.*, 1995], no está relacionado con extensos halos acuosos y descomposición foliar (Tabla 5), síntomas que fueron ob-

servados fundamentalmente en la campaña de papa 1993-94 y, en parte, en la de 1996-97, de donde se aislaron abundantes colonias de las especies anteriormente señaladas.

Varios autores [Gitatis *et al.*, 1994; Jacques y Morris, 1994], señalan que bacterias del género *Pseudomonas*, consideradas patógenos oportunistas, en determinadas condiciones pueden causar una mayor extensión de las lesiones en las hojas, interferir en los síntomas producidos por otros microorganismos fitopatógenos y contribuir a la muerte de las plantas.

Tabla 5. Relación de síntomas, especies de bacterias y *P. infestans* en hojas de papa

Sintomatología	Especies bacterianas	<i>P. infestans</i>
Manchas acuosas extensas en dirección a los peciolo, pudrición foliar	<i>Erwinia carotovora</i>	+
Manchas pardas con pudrición foliar	<i>P. viridiflava</i> <i>Erwinia carotovora</i>	-
Manchas pardas sin halo acuoso	-	+
Manchas pardas angulares con pudrición foliar	<i>Erwinia</i> spp.	+
Lesión iniciada en la base del peciolo, grande, extendida hacia la punta de la hoja, seca pero con bordes húmedos	<i>Pseudomonas</i> spp.	+
Lesión grande, seca, con bordes acuosos	-	+
Manchas con extensos bordes acuosos	<i>P. viridiflava</i>	+
Extensas lesiones atizonadas	<i>P. viridiflava</i> <i>Pseudomonas</i> spp.	+
Pudrición foliar	<i>P. putida</i> <i>P. viridiflava</i> <i>Pseudomonas</i> spp. <i>Erwinia carotovora</i> <i>Erwinia chrysanthemi</i>	+

Aunque las bacterias fueron detectadas en las lesiones foliares de *P. infestans* en las cuatro campañas del cultivo, la afectación y la presencia cuantitativamente alta en el tejido vegetal de las especies involucradas fueron notificadas en 1993-94 y en 1996-97. El período 1993-94 se caracterizó por la influencia del evento meteorológico El Niño-Oscilación Austral (ENOS), que provocó un aumento significativo de las precipitaciones por encima de las totales históricas en el período poco lluvioso, fundamentalmente en el occidente del país [Gómez, 1995], lo cual, unido a las bajas temperaturas en enero y febrero, favoreció el desarrollo del tizón tardío de forma epifítica. Una situación climatológica parecida hubo en 1996-97, cuando se registraron de nuevo períodos críticos favorables [Muñoz, 1998]. Sin embargo, estas condiciones resultan también favorables para el desarrollo de las especies bacterianas; las del género *Pseudomonas* incluso se desarrollan mejor a temperaturas bajas relacionadas con lluvias cuando provocan la pudrición total de sus hospedantes.

Respecto al factor humedad y la influencia de los microorganismos en la superficie de los tubérculos de papa, Clulow *et al.*, (1995) señalan que el sustrato húmedo incrementa significativamente las bacterias y también la susceptibilidad de los tejidos internos al tizón tardío.

Por otra parte, Bunster *et al.*, (1989) encontraron que diferentes cepas de *P. putida*-*P. fluorescens*, denomina-

das superficialmente activas por espaciarse sobre la superficie de la hoja, provocaron un incremento significativo de la humectabilidad de los tejidos por una parte, y por otra, al parecer estimulan las poblaciones de otros microorganismos con posibles implicaciones ecológicas.

Aunque la población bacteriana epifítica generalmente no es muy alta dada la influencia de diversos factores ecológicos, en condiciones favorables esta puede incrementarse hasta niveles infecciosos, como parece haber ocurrido en las dos campañas bajo el efecto del ENOS. Perombelon (1994) señala que las especies de *Erwinia* y otras que causan pudriciones en un microclima apropiado pueden iniciar el proceso patológico, a partir de un bajo número de bacterias ( $< 10^2$  cel.)

## CONCLUSIONES

- Las especies bacterianas *P. viridiflava*, *P. cichorii*, *P. marginalis* pv *marginalis*, *P. putida*, *Pseudomonas* spp., *E. carotovora* subsp *carotovora* y *E. chrysanthemi* forman parte de la microflora epifítica en la parte aérea de la papa, y en condiciones de humedad alta y temperaturas relativamente bajas, que son apropiadas también para *P. infestans*, contribuyen al incremento de los daños provocados por el hongo.

## REFERENCIAS

- Bunster, L.; N. J. Fokkema; B. Schippers: «Effect of Surface-Active *Pseudomonas* spp on Leaf Wettability», *Appl. Environ. Microbiology* 55 (6): 1340-1345, 1989.
- Ciulow, S. A. *et al.*: «Tuber Surface Microorganisms Influence the Susceptibility of Potato Tubers to Late Blight», *Ann. Appl. Biol.* 126: 33-43, 1995.
- Gibbins, L. N.: «Relationships Between Pathogenic and Non-Pathogenic Bacterial Inhabitants of Aerial Plant Surfaces», *Proceedings third Intern.*, 1 Conf. on Plant Pathogenic Bacteria, Wageningen, 14-21 april, p. 15-24, 1972.
- Gitatis, R. D. *et al.*: «Populations of *Pseudomonas viridiflava*, *Pseudomonas cepacia*, Pectinolytic Bacteria, and Total Bacteria From Soils, Irrigation Water, Onion Foliage and Onion Bulbs in Georgia (USA)», *Plant Pathog. Bact.*, Versailles, Francia, June 9-12, 1992 (ed. INRA, Paris 9 (Les Colloques), 66), 1994.
- Hardy, B.; B. Trognitz; G. Forbes: «Mejoramiento para el tizón tardío. Progresos hasta hoy», *CIP*, Circular 2 (1)1-5, abril, 1995.
- Hildebrand, D. C.: «Pectolytic enzymes of *Pseudomonas*», *Proceeding of the Third Intern. Conf. On Plant Pathogenic Bacteria*, Maas Geesteranus, Wageningen, 1972.
- Jacques, M. A.; C. E. Morris: «Diversity of Bacteria Contributing to the Decay of Ready-to-Use Salads», *Plant Pathog. Bact.*, Versailles, Francia, June 9-12, 1992 (ed. INRA, Paris (Les Colloques), 66), 1994.
- Lelliot, R. A.; E. Billings; A. C. Hayward: «A Determinative Scheme for the Fluorescent Plant Pathogenic *Pseudomonas*», *J. Appl. Bact.* 29 (3): 470-489, 1966.
- Muñoz, B. L. G.: *Manejo de la resistencia de las fenilamidas en especies de Oomicetes en Cuba*, tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, MINAGRI, INISAV, Ciudad de La Habana, 1997.
- Perombelon, M. C. M.: «Diversity in *Erwinias* as Plant Pathogens», *Plant Pathog. Bact.*, Versailles, Francia, June 9-12, 1992 (ed. INRA, Paris (Les Colloques), 66), 1994.
- Singh, J.; J. L. Faulk: «Antagonism and Biological Control», *Biocontrol of Plant Disease*, vol. II, pp. 167-177, 1988.
- Spielman, L. *et al.*: «A Second World-Wide Migration and Population Displacement of *Phytophthora infestans*», *Plant Pathology* 40: 422-430, 1991.

## COMPORTAMIENTO DE LOS COCCINÉLIDOS COMO DEPRADADORES DE LOS ÁFIDOS EN ÁREAS BAJO MANEJO INTEGRADO EN EL CULTIVO DE LA PAPA

Ana I. Elizondo, C. A. Murguido y E. Fernández

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F. Playa,  
Ciudad de La Habana, CP 11600

### RESUMEN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) constituye uno de los cultivos de amplia aceptación por la población en Cuba. Durante el periodo de siembra 1995-96 fue evaluado el comportamiento de los coccinélidos como depredadores de los áfidos *Myzus persicae*, Sulzer, y *Aphis gossypii* (Glover), considerados importantes plagas dentro del cultivo. El trabajo se realizó en la provincia de La Habana, dentro de un sistema de Manejo Integrado de Plagas (MIP). Los insectos depredadores se encontraron entre los 51 y 56 días después de sembrada la papa. Entre los enemigos naturales de los áfidos, los coccinélidos *Cycloneda sanguinea* L., *Hippodamia convergens* De Geer y *Coleomegilla cubensis* Casey presentaron importantes incrementos de su población en la última etapa del cultivo, por lo que es necesario preservar estos enemigos naturales que se encuentran de manera aislada en el agroecosistema papero. Del total de los coccinélidos detectados, el 64% correspondió a las áreas MIP, mientras que el testigo sólo alcanzó el 36%.

Palabras claves: coccinélidos, Manejo Integrado de Plagas, papa, áfidos, enemigos naturales, depredadores

### ABSTRACT

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is a staple commodity of great acceptance for consumption by the population in Cuba. Inside of the Integrated Pest Management System, during the 1995-96 sowing period, the ladybug behavior as predator of the aphids *Myzus persicae*, Sulzer and *Aphis gossypii* (Glover) on potato crop in Havana province was evaluated. The ladybug *Cycloneda sanguinea* L., *Hippodamia convergens* De Geer and *Coleomegilla cubensis* Casey, to exert an important biological control of the aphids and so is necessary to protect these natural enemies that it lives in isolated way on the potato agroecosystems.

Key words: ladybug, Integrated Pest Management, potato, aphids, natural enemies, predators

### INTRODUCCIÓN

Esta planta de la familia Solanaceae es atacada por un complejo de plagas, entre los que se encuentran los áfidos o pulgones (Homoptera: Aphididae). Las especies que predominan en los ecosistemas paperos del país son *Myzus persicae*, Sulzer y *Aphis gossypii* (Glover).

Holman (1974) señala que la importancia de los pulgones en las plantas cultivadas radica en su acción como vectores de virus más que en el daño directo, el cual, a menudo, es olvidado, y afirma que *M. persicae* transmite más de cien virus en plantas, y que *A. gossypii* puede transmitir aproximadamente sesenta virus.

Bajo condiciones naturales, muchos son los depredadores que ejercen una acción reguladora sobre las poblaciones de este insecto, reportándose como los de mayor ocurrencia los coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae). Se encuentran además insectos de las familias Chrysopidae, Syrphidae, y chinches de la familia

Nabidae. Cuando los áfidos son abundantes también se pueden encontrar arañas y pájaros que los devoran [Harper, 1978].

Los coccinélidos son reguladores biológicos de alta capacidad depredadora sobre los áfidos, ácaros fitófagos, guaguas, chinches harinosas y de otros insectos que plagan cultivos de importancia agrícola [Milán, 1990]. Constituyen uno de los grupos de insectos afidófagos de mayor importancia. Pueden vivir más de sesenta días, tener un periodo de oviposición de uno a dos meses y depositar entre 500 y 1 000 huevos, a razón de 10-12 por día y agrupados [Caballero y Sánchez, 1997].

Las especies más comunes encontradas en el cultivo de la papa en Cuba son *Cycloneda sanguinea* L., *Coleomegilla cubensis* Casey, *Hippodamia convergens* DeGeer y *Chilocorus* spp. [La Rosa, 1993]. Juvera *et al.* (1995) hacen re-

ferencia al gran consumo de pulgones de *H. convergens* cuando la relación presa-depredador es de 8:1. Los estadios larvales jóvenes pueden consumir de 4-13 pulgones por día [Moron y Terron, 1988].

Por esta razón, dentro de los programas MIP resulta de gran interés conocer el papel de los principales enemigos naturales de las plagas para trazar tácticas que contribuyan a su preservación. De esta manera, el objetivo de este trabajo fue conocer el comportamiento de los coccinélidos que ejercen control biológico de áfidos que atacan la papa y su valoración como posible componente en los sistemas MIP.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar el comportamiento de los coccinélidos como depredadores de áfidos o pulgones en el cultivo de la papa en la provincia de La Habana durante el período de siembra 1995-96, se seleccionaron seis campos con riego de pivote central (Fregat) en las Empresas de Cultivos Varios (ECV) de Batabanó y Güira de Melena; en tres de ellas se estableció un sistema de Manejo Integrado de Plagas (MIP) y en otras tres se mantuvieron los métodos tradicionales de control como testigo de comparación (Tabla 1).

Tabla 1. Áreas seleccionadas para los estudios de manejo integrado de plagas y testigo de comparación

Localidad	Ubicación	Área (ha)	Varietal
Batabanó	ECV Batabanó Fregat 6 (MIP)	61,64	Chieftain
	Fregat 2A (Testigo)	44,22	Desirée
Güira de Melena	ECV Güira, Fregat Cunda 2 (MIP)	60,30	Desirée Nacional
	Fregat Cunda 4 (Testigo)	41,54	Desirée
	Fregat Pacios (MIP)	25,46	Spunta
	Fregat La Jacuma (Testigo)	67,10	Red Pontiac

Las áreas bajo sistema MIP fueron tratadas con los productos biológicos *Bacillus thuringiensis* Berl. (cepa LBT 24) a la dosis de 4-5 L/ha para el control de minadores de las hojas (*Liriomyza trifolii* Burgess) y larvas de lepidópteros (*Spodoptera* spp.); para el ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*, Banks) se utilizó la cepa LBT 13. Se aplicó también el hongo entomopatógeno *Verticillium lecanii* Zimm. (cepa Y-57) a la dosis de 1 kg/ha en estado sólido, y en caso de tener producciones en forma líquida a 10 L/ha, para el control de los pulgones *M. persicae* y *A. gossypii*. Los insecticidas químicos utilizados fueron metamidophos 60 CS a 0,6 L i.a./ha, y pirimicarb 50 PH a 0,5 kg i.a./ha, y se aplicaron dirigidos a los focos de infestación, cuando ocurrieron manifestaciones intensas de la plaga. El número de tratamientos promedio fue para los productos químicos de dos a tres, y para los biológicos de uno a dos.

En las áreas testigo sólo se utilizaron los insecticidas químicos antes referidos, y además, la mezcla de meta-

midophos 60 CS con lambda cyhalotrin 2,5 CE a 0,5 + 12,5 g i.a./ha, y el acaricida dicofol 18,5 CE a 0,27 kg i.a./ha, con un promedio de cuatro aplicaciones en las áreas. Todas las aplicaciones en ambos métodos (MIP y testigos) se realizaron por señalización.

El monitoreo de los áfidos y de los coccinélidos se realizó contando el número de individuos en 33 plantas, observando una hoja de los niveles inferior, medio y superior, y una más para completar 100, según la metodología de señalización propuesta por Jiménez (1985). Se calculó el número promedio de individuos por hoja, el porcentaje de coccinélidos en el total de hojas y la relación presa-depredador [Vázquez, 1997].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron tres especies de coccinélidos en las áreas monitoreadas, ejerciendo actividad reguladora con respecto a los áfidos *M. persicae* y *A. gossypii* (Tabla 2).

Tabla 2. Especies de coccinélidos en las áreas MIP y testigos

Localidades	Especies de coccinélidos	Especies de áfidos
Batabanó	<i>Cycloneda sanguinea</i> L. <i>Hippodamia convergens</i> DeGeer. <i>Coleomegilla cubensis</i> Casey.	<i>Myzus persicae</i> Sulzer <i>Aphis gossypii</i> (Glover) <i>Aphis gossypii</i> (Glover)
Güira de Melena	<i>Cycloneda sanguinea</i> L.	<i>Myzus persicae</i> Sulzer <i>Aphis gossypii</i> (Glover)

La presencia de *C. sanguinea* e *H. convergens*, entre otras especies de coccinélidos como depredadores de los áfidos en la papa, también fue señalada con anterioridad por Cisneros (1986).

La incidencia de los áfidos en los cuadrantes 1 y 3 del campo Cunda 2 (MIP) en Güira de Melena, ocurrió a los 47 días de sembrado el cultivo (siembra temprana)

y el máximo de población de *A. gossypii* a los 83 días, mientras que *M. persicae* se presentó a los 70 (Fig. 1). En el campo Pacio (Fig. 2), la aparición de los áfidos fue a los 36 días, alcanzando su máximo índice poblacional a los 72 días para ambas especies. *A. gossypii* se mostró más agresivo que *M. persicae* con un mayor promedio de áfidos por hoja.

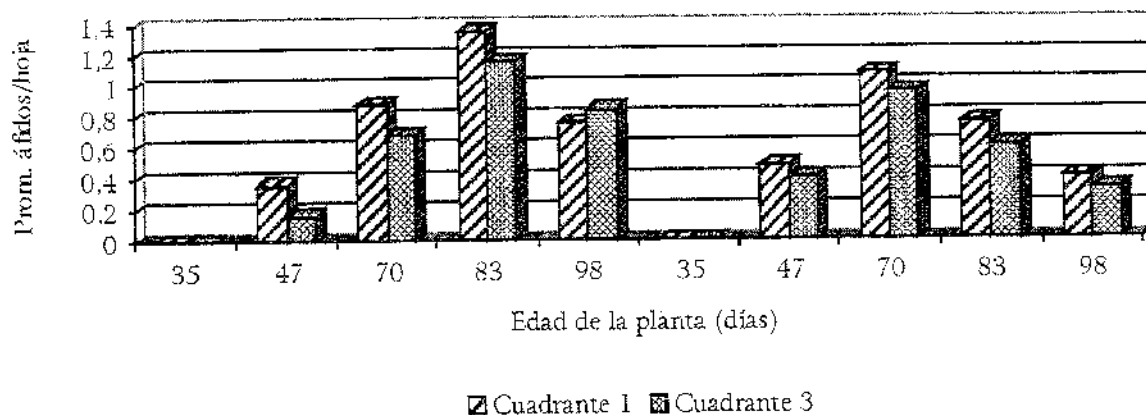


Figura 1. Comportamiento de *A. gossypii* y *M. persicae* en papa. Güira de Melena, Campo Cunda 2, 1995-96.

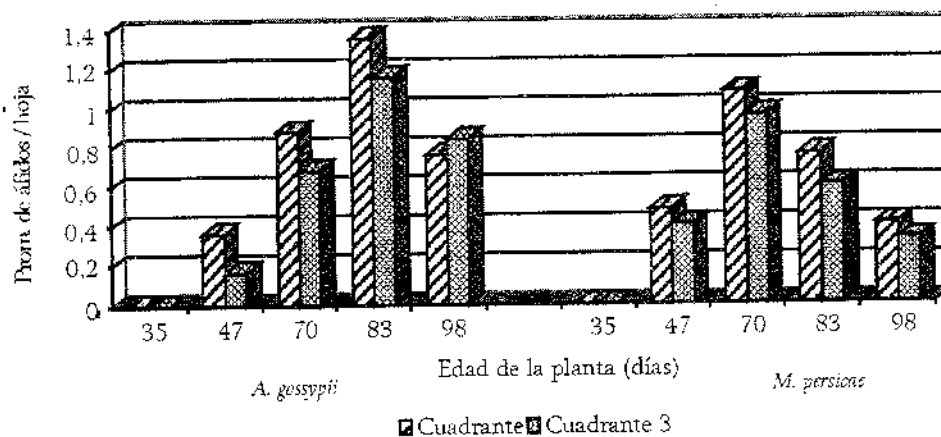


Figura 2. Comportamiento de *A. gossypii* y *M. persicae* en papa. Güira de Melena, Campo Pacio, 1995-96.

En Batabanó se observó poca diferencia en la aparición de los áfidos entre los dos campos. En el campo 2-A (testigo) ocurrió a los 35 días (Fig. 3), y en el campo 6 (MIP) a los 40 (Fig. 4). La intensidad mayor se alcanzó a los 75 días en el MIP.

Estos resultados coinciden con el estudio realizado en la papa por La Rosa (1993) sobre el comportamiento de los áfidos y la incidencia de sus enemigos naturales.

Los coccinélidos en su fase adulta aparecieron después de la incidencia de los áfidos en todos los campos, lo que coincide con Cisneros (1986); sin embargo, la fase de huevo o larva no se detectó en ninguno de los muestreos, por lo que es de suponer que la variación en el número de los hallados se debió a la migración de estos depredadores.

Entre los 51 y 56 días de sembrada la papa en Batabanó se encontraron los coccinélidos (Fig. 5), a diferencia

de Güira, que ocurrió más tarde (72 días). El incremento de la población de los áfidos indicó que estos enemigos naturales no lograron mantener la población de la plaga por debajo de sus umbrales de daño, lo que coincide con Cisneros (1986), quien planteó que la eficiencia de estos depredadores resulta dudosa, pues generalmente se presentan después que las poblaciones de áfidos han alcanzado niveles altos; sin embargo, en la última etapa del cultivo se presentaron importantes incrementos de la población de coccinélidos.

La relación presa-depredador fue superior en las áreas MIP respecto a las testigos, y a su vez se presentó este indicador superior en Batabanó (Tabla 3). Estos resultados se corresponden con el procedimiento basado en un mayor uso de productos biológicos y aplicaciones químicas dirigidas a los focos de infestación de la plaga.

Comportamiento de los coccinélidos...

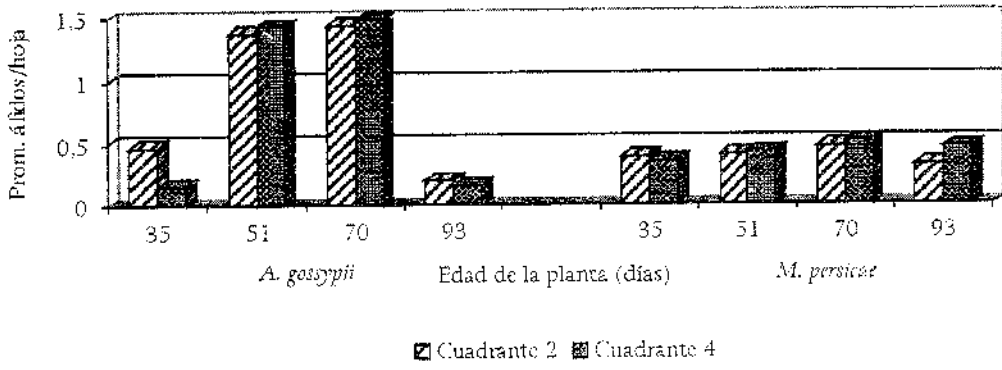


Figura 3. Comportamiento de *A. gossypii* y *M. persicae* en papa. Batabanó, Campo 2A, 1995-96.

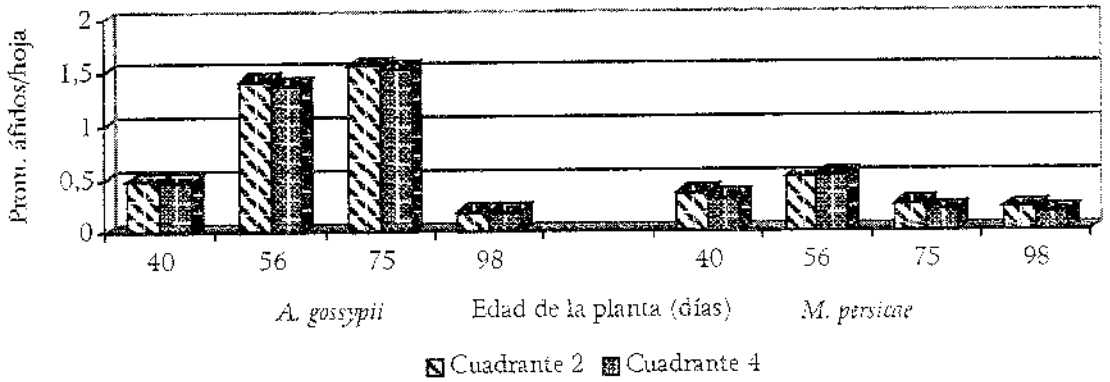


Figura 4. Comportamiento de *A. gossypii* y *M. persicae* en papa. Batabanó, Campo 6 1995-96.

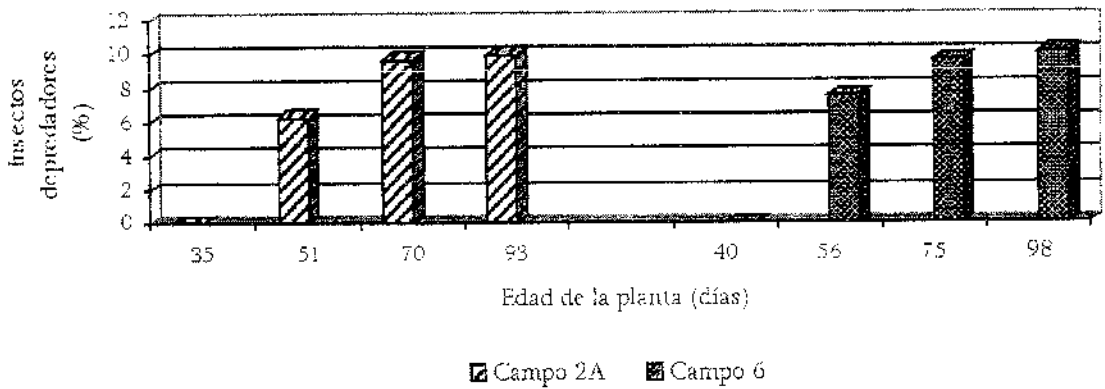


Figura 5. Comportamiento de coccinélidos en papa. Batabanó, 1995-96.

Tabla 3. Relación de los áfidos con los coccinélidos en las áreas MIP y testigos

Localidad	Ubicación	Edad del cultivo en días*	Relación depredador-presa por coccinélidos
Batabanó	ECV Batabanó Fregat 6 (MIP)	98	0,172
	Fregat 2A (Testigo)	93	0,025
Güira	ECV Güira Fregat Cunda 2 (MIP)	98	0,056
	Fregat Cunda 4 (Testigo)	93	0,001
	Fregat Pacios (MIP)	87	0,04
	Fregat La Jacuma (Testigo)	82	0,00

\* A partir de la fecha de siembra.

La reducción de la carga químico-tóxica pudo ser la causa de la recuperación de los coccinélidos en las áreas MIP respecto a los testigos, teniendo en cuenta que los enemigos naturales son más susceptibles a los insecticidas que los insectos herbívoros, aun cuando los mecanismos mediante los cuales ello operaría no han sido estudiados en detalle [Croft, 1990]. Este efecto pudiera ser mejorado con métodos inundativos de alguna de las especies de coccinélidos más promisorias.

En la Fig. 6 se muestra el comportamiento de los coccinélidos con respecto a los áfidos. La población de depredadores aumenta progresivamente en relación con la edad de la planta, pero en niveles muy inferiores a la plaga; por eso es necesario realizar liberaciones en el campo que incrementen la relación presa-depredador. Esto corresponde con Juvera *et al.* (1995), quienes plantean que las poblaciones de pulgones se reducen fuertemente cuando se obtiene una gran eficiencia en las liberaciones de *H. convergens*.

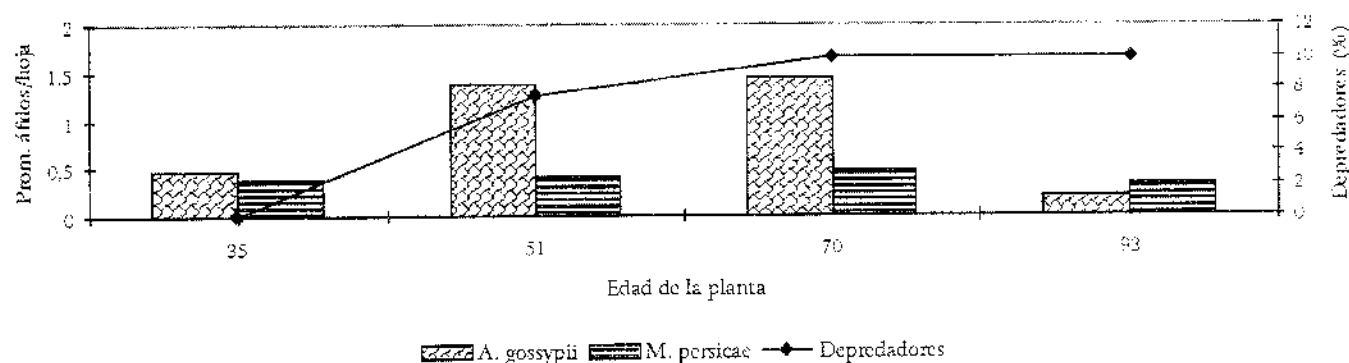


Figura 6. Comportamiento de los coccinélidos con respecto a los áfidos en papa.

## CONCLUSIONES

- Las especies de coccinélidos encontradas en el cultivo fueron *C. sanguinea*, *C. cubensis*, *H. convergens*.
- La población de los coccinélidos depredadores depende de la presencia de los áfidos, y su aparición varió entre los 51 y 72 días después de sembrada la papa.
- La relación presa-depredador resultó baja en las localidades estudiadas.
- En las áreas MIP se halló mayor número de controles naturales que en las que solamente recibieron tratamientos químicos, lo que indica la importancia de estos sistemas para la recuperación de la entomofauna beneficiosa del cultivo.

## REFERENCIAS

- Caballero, Susana; Danleyis Sánchez: «Reproducción del depredador *Coleomegilla cubensis* en laboratorio», XII Forum de Ciencia y Técnica, Villa Clara, 1997.
- Cisneros, F. H.: «Control biológico de las plagas con especial referencia al cultivo de la papa», en *Memorias del Curso sobre Control Integrado de Plagas de la papa*, junio 29 a julio 19. Centro Internacional de la papa (CIP) e Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Bogotá, 1986.
- Croft, B. A.: *Arthropod Biological Control Agents and Pesticides*, John Wiley & Sons, New York, 1990.
- DeBach, P.: *Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas*, México, D.F., 1968.
- Harper, A.M.: *The Pea Aphid*, Ed. Monton, Canadá, 1978.

- Holman, J.: *Los áfidos de Cuba*, Editorial Organismos, Instituto Cubano del Libro, La Habana, 1974.
- Jiménez, S.: *Metodología para la señalización de los áfidos de la papa*, Centro Nacional de Sanidad Vegetal, MINAGRI, La Habana, 1985.
- Juvera, J.J.; H. Jasso; A. De la Mora: «Capacidad depredadora de la Catarinita Anaranjada *Hippodamia convergens* G. sobre el pulgón del rosal *Macrosiphum rosae* L. en vivero», *Manejo Integrado de Plagas*, (38): 33-35, Costa Rica, 1995.
- La Rosa, Julia: «Abundancia poblacional y distribución en las plantas de papa de *Aphis gossypii* y *Myzus persicae* y sus enemigos naturales», IV Taller sobre Diagnóstico de Plagas. Sociedad Cubana de Zoología, Academia de Ciencias de Cuba, 17 abril de 1993.
- Milán, Ofelia: «Estudios preliminares sobre el comportamiento en campo de los coccinélidos», Informe Técnico, Instituto de Investigación de Sanidad Vegetal, 1990.
- Morón, M. A.; R. A. Terrón: *Entomología práctica*, Instituto de Ecología, México, D.F., 1988.
- Vázquez, L. L. et al.: *Elementos para la conservación de los enemigos naturales de Thrips palmi*, CIDI SAV, La Habana, 1997.
- Vergara, R.; P.E. Galeano: «Interacciones poblacionales entre áfidos y sus enemigos naturales en algodónero, en dos zonas del Tolima», *Revista Colombiana de Entomología* 20 (1): 15, Colombia, 1994.

# PRODUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE CULTIVOS DE *BACILLUS THURINGIENSIS* (BERL.) CON EFECTO ACARICIDA SOBRE *POLYPHAGOTARSONEMUS LATUS* (BANKS.) (ACARINA: TARSONEMIDAE)

María E. Márquez, Orietta Fernández-Larrea y Lérica Almaguel

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 No. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

## RESUMEN

Se determinó que el mejor medio de cultivo para la reproducción de la cepa LBT-13 de *Bacillus thuringiensis* fue el M4. La efectividad del recobrado sobre *Polyphagotarsonemus latus* aumentó con el tiempo del cultivo, y fue máxima a las 72 horas. La mortalidad de los ácaros se incrementó, y la fecundidad disminuyó con una mayor concentración de las esporas y cristales. La CL 50 fue de  $1,1 \times 10^7$  esporas/mL, y la CL 95 de  $4,4 \times 10^9$  esporas/mL. Cuando se empleó un inóculo en fase logarítmica al 5%, se incrementaron los rendimientos de esporas y cristales después de 32 horas de cultivo en el medio M4. Se determinó que la demanda de oxígeno para la reproducción de esta cepa es alta, para lo cual se estableció una relación de volumen de medio/volumen de frasco de 1/10 y 200 rpm de agitación. El máximo de mortalidad, en condiciones de cultivo estático, se obtuvo entre los 5 y 10 días de incubación con el medio M2. También con el medio M4 se alcanzaron buenos efectos sobre la mortalidad bajo estas condiciones de cultivo. En los ensayos sobre el efecto de las toxinas (Tx) de LBT-13, se comprobó que existen pocas diferencias en la regulación de las poblaciones de *P. latus*, cuando se emplean los biopreparados completos de LBT-13 (Bt) en comparación con las exotoxinas, lo cual evidencia que estas tienen también efecto acaricida.

Palabras claves: *Bacillus thuringiensis*, *Polyphagotarsonemus latus*, delta endotoxina, Beta exotoxina

## ABSTRACT

Was determined that the better culture medium for reproduction of LBT-13 strain from *Bacillus thuringiensis* was the M4. The effectivity of recovered on *Polyphagotarsonemus latus*, increased with the culture time and was maximum at 72 hours. The mortality of mites was increased and fecundity diminished with a minor concentration of spores and crystals. CL 50 was  $1.1 \times 10^7$  spores/mL and CL 95 of  $4.4 \times 10^9$  spores/mL. When was used an inoculum in logarithmic phase at 5%, were increased the spores and crystals yield after 32 hours of culture in medium M4. Demand of oxygen for reproduction of this strain was high. For that was established a relationship of medium volume/vial volume of 1/10 and 200 rpm of agitation. Maximum mortality, in conditions of static medium was obtained between 5 and 10 days of incubation with the medium M2; also with the medium M4 were reached good effects over mortality under that culture conditions. In the assays about effect of toxins (Tx) of LBT-13, was verified that exists few differences in regulation of populations of *P. latus*, when the complete formulates of LBT-13 (Bt) was used in comparison with the exotoxins, which evidence that these have effect against mites.

Key words: *Bacillus thuringiensis*, *Polyphagotarsonemus latus*, delta endotoxin, Beta exotoxin.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) es atacado por numerosas plagas, dentro de ellas los ácaros ocupan un lugar importante y, en particular, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks.) se destaca por su efecto nocivo. Para su combate se utilizan acaricidas químicos, con implicaciones en los gastos de recursos económicos y en la ecología por las alteraciones que producen en los ecosistemas agrícolas anualmente.

Otra alternativa para su control ha sido el uso de agentes biológicos, entre los que se destaca el empleo de la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* (Berl.), microorganismo que presenta un alto valor potencial en el control de plagas agrícolas a nivel mundial [Bravo y Quintero, 1993].

Esta bacteria se distingue de otros bacilos por su capacidad de sintetizar durante el proceso de esporulación un cristal paraesporal formado por una o varias proteínas llamadas endotoxinas que son altamente tóxicas y muy específicas.

En 1968 Krieg reportó que un sobrenadante de *Bacillus thuringiensis* (Bt) fue efectivo contra *Tetranychus telarius*, y Hall *et al.* (1971) encontraron que esta misma fracción controló el ácaro rojo *Panonychus citri*.

Algunos autores han atribuido el efecto de Bt sobre ácaros a la presencia de una beta exotoxina termolabile o *thuringiensin*, como también es llamada, que es producida por algunas cepas de esta especie en la fase exponencial del crecimiento [John *et al.*, 1987].

Neal *et al.* (1989) estudiaron la actividad por contacto de esta toxina, siendo tan efectiva como el dicofol contra las formas móviles de *T. urticae* y *T. cinnabarinus* después de 48 horas de aplicación. También encontraron actividad residual muy alta en los huevos.

Al evaluar la toxicidad de dos formulaciones a base de *thuringiensin* sobre la mortalidad, fecundidad y alimentación de *Tetranychus urticae* (Koch), se observó

que los instares inmaduros fueron más susceptibles que los adultos [Royalty *et al.*, 1990]. El modo de acción de la toxina explica estas diferencias en relación con las velocidades de crecimiento y procesos fisiológicos que ocurren en los insectos inmaduros [Reed *et al.* 1990].

Recientemente, probando como alternativa no química en experimentos de campo contra *Polyphagotarsonemus latus* en un sistema de MIP, se encontró que el *Bt* y el aceite de Nim fueron los más efectivos [Das y Sing, 1998].

El objetivo de este trabajo fue determinar las condiciones de crecimiento de la cepa LBT-13 de *B. thuringiensis* y la efectividad del preparado biológico para controlar los ácaros de la especie *P. latus*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Obtención y evaluación de la efectividad de cultivos de LBT-13 sobre *Polyphagotarsonemus latus*

La cepa LBT-13 de *Bt* fue seleccionada por su efecto letal sobre *Polyphagotarsonemus latus* a partir de bioensayos efectuados anteriormente con un grupo de 25 aislados de *Bt* tomados del banco de microorganismos del INISAV [Fernández-Larrea, *et al.*, 1995].

La bacteria fue reproducida en un fermentador de 10 L marca Marubishi en cuatro medios de cultivo,

denominados M1, M2, M3 y M4 (Tabla 1), durante 24, 48 y 72 horas. En todos los casos se empleó como inóculo inicial una suspensión de esporas y cristales, al 1% (v/v), la cual fue previamente observada al microscopio de contraste de fase (40X) para chequear su pureza y concentración.

Los valores de pH fueron ajustados antes de la inoculación entre 6,8-7,2, y la temperatura se mantuvo a  $28 \pm 2^\circ\text{C}$ .

El producto obtenido, con una concentración promedio de  $1.75-3 \times 10^9$  esporas y cristales/mL, fue asperjado sobre hojas de papa que se colocaron en placas de Petri con un algodón húmedo. Una vez seco el biopreparado en las hojas, se colocaron sobre ellas cinco parejas jóvenes de *P. latus*. Se montaron 10 réplicas de una hoja por variante en un diseño completamente aleatorizado. Con la mejor combinación tiempo-medio de cultivo se realizó un segundo ensayo a una serie de concentraciones desde  $10^5$  hasta  $10^9$  esporas/mL para establecer las concentraciones letales 50 y 95 (CL 50 y CL 95). Se calculó además el coeficiente de determinación para el porcentaje de sobrevivencia contra el de disminución del número de huevos/hembra. Los datos de mortalidad y número de huevos/hembra acumulados hasta las 72 horas fueron procesados mediante un análisis de varianza de modelo factorial de  $3 \times 4$ . Las medias se compararon mediante pruebas de Newman-Keuls para el 5 % de probabilidad de error.

Tabla 1. Composición de los medios de cultivo evaluados

Compuestos	Medio 1	Medio 2	Medio 3	Medio 4
Levadura panadera	2,5 g/L	-	-	-
Levadura forrajera	5 g/L	5 g/L	5 g/L	35 g/L
Almidón de arroz	0,75 g/L	3 g/L	2,5 g/L	5 g/L
CSL	-	30 mL/L	-	-
CaCO <sub>3</sub>	-	0,3 g/L	0,3 g/L	-
Melaza	-	-	1 g/L	2 g/L
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-	-	-	1 g/L

### Ajuste de las condiciones de cultivo para la reproducción de la cepa

Se estudiaron las mejores condiciones de inóculo, y la influencia de la agitación y la aireación sobre la demanda de oxígeno en cultivo sumergido al nivel de zaranda. Se prepararon tres fases de inóculos en erlenmeyers de 500 mL con 100 mL del medio 04: fase logarítmica (8h: células vegetativas), fase de aceleración negativa (12h: endosporas) y fase estacionaria (32h: esporas).

Estas tres variantes se ensayaron con tres concentraciones de inóculo: 1%, 5% y 10%, con tres réplicas para cada fase. Los cultivos inoculados se evaluaron por sus características culturales, además de los rendimientos de esporas y cristales después de 32 horas de agitación en la zaranda termostata a  $28-30^\circ\text{C}$ , mediante conteo en cámara de Neubauer y tinciones con violeta cristal (0,5%).

Durante el experimento de la aireación se mantuvieron constantes: la agitación a 140 rpm, la temperatura

a  $28 \pm 2^\circ\text{C}$ , el volumen y forma de los frascos erlenmeyers, así como el tiempo de fermentación, que se ajustó a 32 horas. Solamente variaron las relaciones volumen de medio/volumen de frascos que fueron 1/10, 1/5, 2/5.

Para el ajuste de la agitación se fijaron los factores anteriores y la relación de volumen a 1/5. En este caso se usaron tres variantes de agitación: 100, 150 y 200 rpm.

Para todos los experimentos, los resultados se sometieron a análisis estadísticos de varianza simple, mediante la comparación de los valores medios del logaritmo de las concentraciones, para lo cual se empleó la prueba de Newman Keuls con un 5% de error.

### Producción y evaluación de *B. thuringiensis* obtenido por cultivo estático y sus toxinas

Se seleccionaron los mejores medios obtenidos por cultivo sumergido, y la cepa se reprodujo por el método estático de reproducción [Rodríguez *et al.*, 1986] con cinco tiempos de incubación: 2, 3, 5, 10 y 15 días (tiempos: 4, 5, 6, 7 y 8 respectivamente). Se mantuvieron las condiciones óptimas de pH y temperatura hasta 15 días.

Para evaluar el efecto de las exotoxinas termoestables, los cultivos se centrifugaron a 15 000 rpm en una centrífuga refrigerada por 20 min; el sobrenadante fue tratado a  $121^\circ\text{C}$  por 15 min.

Los bioensayos se realizaron a partir de crías en laboratorio por el método de sobrevivencia de hojas en algodón húmedo descrito anteriormente. Se seleccionaron las mejores variantes en relación con la mortalidad y fecundidad de *P. latius*.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Obtención y evaluación de la efectividad de cultivos de LBT-13 sobre *Poliphagotarsonemus latus*

En este primer ensayo el mayor porcentaje de mortalidad de *P. latus* fue producido por el biopreparado obtenido con el medio M4, cuando la bacteria fue cultivada entre 48 y 72 horas. La interacción medio-tiempo de cultivo fue significativa.

También se encontraron resultados favorables con el medio M2 cultivado por 72 horas y con el medio M3 cultivado 48 y 72 horas (Tabla 2). Esta tendencia al aumento de la mortalidad con el tiempo pudiera estar relacionada con la acumulación de toxinas, que resulta mayor en los cultivos más largos, los cuales se caracterizaron por tener esporas con cristales libres y pH ligeramente alcalino. Además, las exotoxinas se forman durante la fase logarítmica del crecimiento y se conoce que su producción está determinada por la composición del medio de cultivo [Carreras y Fernández-Larrea, 1997].

Tabla 2. Porcentaje de mortalidad de *P. latus* tratado con *B. thuringiensis*

Medio	24 horas	48 horas	72 horas
M1	20e	55d	67bcd
M2	30e	60cd	87abc
M3	55d	88ab	82abc
M4	73abcd	90ab	93a
Testigo	7e	20e	20e

E.S. = 0,10 C.V. (%) = 17,4

El efecto de estos biopreparados, además de producir mortalidad directa en los ácaros tratados en aquellos que no morían, principalmente en las hembras vírgenes, ocurrió una disminución o ausencia total de ovoposición. Los estadios sobrevivientes presentaban anomalías típicas como el alargamiento de la duración del estadio larval, afectación en el mecanismo motor y en la muda, así como en la alimentación. Esta característica de influir en la reducción del potencial reproductivo es típica del modo de acción de las beta exotoxinas, y está relacionada con su concentración [Royalty, 1990].

De los resultados anteriores fue seleccionado el preparado del medio M4 con 72 horas de cultivo para reali-

zar los experimentos con diferentes concentraciones de esporas y cristales. La máxima mortalidad se obtuvo con el producto sin diluir (Tabla 3). Con  $10^7$  y  $10^8$  esporas/mL se alcanzaron porcentajes de mortalidad estadísticamente iguales, por lo que serían concentraciones recomendables para los tratamientos contra la plaga a nivel de campo, dada la imposibilidad de aplicar el producto puro por razones económicas. La ecuación de regresión Probit de mortalidad/log de concentración fue  $Y = 0,37 - 0,65 X$  ( $r = 0,96$ ), de la que se obtuvo una CL 50 de  $1,1 \times 10^7$  esporas/mL, y una CL 95 de  $4,4 \times 10^9$  esporas/mL, lo que corrobora que con sólo una elevada concentración es posible alcanzar una mortalidad mayor del 90 %.

Tabla 3. Porcentaje de mortalidad de *P. latus* tratado con *B. thuringiensis* obtenido por cultivo sumergido

Concentraciones	Mortalidad (%)
10 <sup>9</sup>	100,0a
10 <sup>8</sup>	73,3b
10 <sup>7</sup>	6,3b
10 <sup>6</sup>	16,7c
10 <sup>5</sup>	8,4cd
Testigo	0,0d

Los datos para el análisis fueron transformados.  
 C.V. (%) = 21,1  
 E.S. = 0,75

Se pudo observar que, además del efecto del producto en la sobrevivencia que tuvo, este influyó también en la fecundidad de las hembras (Tabla 4). El número de huevos/hembra estuvo débilmente correlacionado con el porcentaje de sobrevivencia ( $r^2 = 0,16$ ), lo que indica que la disminución en la tasa reproductiva fue prácticamente independiente de la mortalidad producida por el producto.

Tabla 4. Reducción del número de huevos/hembra de *P. latus* tratado con *B. thuringiensis*

Medios	Reducción (%)
M1	34,5
M2	49,3
M3	69,0
M4	82,7

**Ajuste de las condiciones de cultivo para la reproducción de la cepa**

Al evaluar los distintos tipos de inóculos se observó que los cultivos en fase exponencial de crecimiento (ocho horas), permitieron obtener las más altas concentraciones de esporas y cristales al final del proceso de fermentación (Tabla 5). Esto se explica porque al encontrarse el cultivo en este estadio fisiológico, al pasar el inóculo al medio fresco de fermentación la duración de la fase de latencia se hace mínima.

Tabla 5. Influencia de la variación de parámetros de cultivo en la reproducción de la cepa LBT-13 en el Medio 4

Parámetros evaluados		E.S.	C.V.
Inóculo			
Por ciento de inóculo			
8 horas	1%	9,12e	0,11 5,2%
	5%	9,75a	
	10%	9,28c	
12 horas	1%	9,18d	
	5%	9,26c	
	10%	8,93f	
32 horas	1%	9,20d	
	5%	9,07e	
	10%	9,38b	
Agitación			
100 rpm	8,73b	1,81	17,6%
150 rpm	8,87b		
200 rpm	9,25a		
Aireación			
1/10	9,03a	0,93	13,2%
1/5	8,85b		
2/5	8,27c		

En los inóculos de fase estacionaria correspondientes a 12 horas, la concentración de esporas estuvo mayormente en el orden de 10<sup>8</sup>. Aquí las células tienen que adaptarse a las nuevas condiciones de crecimiento mediante la síntesis de RNA, ribosomas y enzimas, a diferencia del cultivo en fase exponencial, donde el metabolismo está en su máxima expresión.

Fernández-Larrea *et al.* (1990) recomendaron utilizar la reproducción a nivel de zaranda con diferentes cepas de *Bt*, utilizar inóculos totalmente esporulados o en fase exponencial de crecimiento. Con este medio no se encontraron diferencias en los rendimientos de biomasa cuando comprobaron después estos resultados en producciones de *Bt* a nivel de fermentadores de 500 L, lo cual puede deberse a que no todas las cepas tienen iguales velocidades de crecimiento.

Según Vanderkar y Duimage (1973), Pearson y Ward (1988), Bernhard y Utz (1993), y Vallejo y Orduz (1996), cuando se parte de inóculos en fase logarítmica, se logra más rápidamente alcanzar cultivos esporulados, lo que permite lograr en un menor tiempo una mayor concentración de esporas y cristales que cuando se utilizan inóculos en forma de esporas, donde el tiempo final del proceso se alarga. Esto es un factor que

debe tenerse en cuenta, ya que en la medida en que se acorte la etapa de fermentación se incrementa la eficiencia del proceso.

Respecto a la concentración inicial [Tabla 5], la relación de 5% volumen de inóculo/volumen de medio, permitió alcanzar concentraciones entre  $10^6$  a  $10^7$  células/mL al inicio de la fermentación, lo cual, según diferentes autores, resulta suficiente para garantizar buenos resultados en las producciones de *Bt* [Vanderkar y Dulmage, 1983; Bernhard y Utz, 1993; Divessitty, 1993; Morris *et. al.*, 1995].

En relación con la aireación, encontramos que esta cepa necesitó niveles altos de oxígeno, ya que los mejores rendimientos de esporas y cristales se obtuvieron con una relación de volúmenes de 1/10. Muchas cepas de *Bt* tienen una alta demanda de oxígeno disuelto en el medio para su adecuado crecimiento [Galán, 1996]. Al aumentar la cantidad de medio, los cultivos se atrasaron y se observaron muy

heterogéneos con endosporas inmaduras, incluso células deformadas.

La mejor variante de agitación se obtuvo al aumentar la velocidad de agitación en la zaranda a 200 rpm. Si tenemos en cuenta que en estos experimentos se fijó la relación de volúmenes a 1/5, y que la agitación conjuntamente con la aireación determinan la transferencia de oxígeno en los medios de cultivo [Pirijanova 1988; Medrano *et al.*, 1991], se corroboró que esta cepa presenta altos requerimientos de oxígeno.

#### Producción y evaluación de *B. thuringiensis* obtenido por cultivo estático y sus toxinas

El máximo de mortalidad se obtuvo con el medio M2 en los tiempos de cultivo 6 y 7. El M4 en esos tiempos fue aceptable (Tabla 6). Las características presentes en los ácaros expuestos al tratamiento coinciden con las observadas al probar los cultivos obtenidos por el método sumergido del experimento anterior.

Tabla 6. Mortalidad de *P. latus* tratado con cultivos de *Bt* obtenidos por cultivo estático y sus toxinas termoestables

Variantes	Cultivos	Toxinas
M2-4	-	-
M2-5	-	-
M2-6	90a	77b
M2-7	87ab	73bc
M2-8	-	-
M4-4	-	-
M4-5	-	-
M4-6	57cd	53cd
M4-7	33d	57cd
M4-8	-	-
D.E.	3,1	
C.V. (%)	23,6%	

En los ensayos sobre el efecto de las toxinas (Tx) de LBT-13 (Tabla 7), se comprobó que existen pocas diferencias en la regulación de las poblaciones de *P. latus* entre los biopreparados de LBT-13 (*Bt*) y sus toxinas. Esto evidencia que las toxinas termoestables producen el mayor efecto acaricida con esta cepa.

Se apreció una disminución significativa de la tasa de reproducción de los ácaros con respecto al testigo sin tratamiento y similar entre ellos, alcanzándose entre 20 y 25% de sobrevivencia en la descendencia. La ac-

ción acaricida puede llegar a la descendencia, pues según se informa en la literatura, el modo de acción de la beta exotoxina es más lento en el tiempo y persistente respecto a las delta endotoxinas de *Bt. Thuringiensis* inhibe la RNA polimerasa DNA dependiente de los ribosomas por competencia con el ATP por los sitios de enlace de la enzima. Este proceso subcelular ocurre más despacio que la inhibición sináptica, causada por las sustancias neurotóxicas de los acaricidas convencionales [Sebasta *et al.*, 1981].

**Tabla 7. Reducción de huevos por hembras de *P. latus* tratado con cultivos de *Bt* y sus toxinas termoestables**

Variantes	Cultivos	Toxinas
M2-2	100	100
M2-6	100	100
M2-7	100	100
M4-2	100	100
M4-6	99	99
M4-7	99	99
D.E.	5,9	
C.V. (%)	15	

Se ha comprobado que no todas las especies de ácaros tienen las mismas respuestas cuando se evalúa la reducción de la ovoposición por hembras. De esta forma *P. latus* es más sensible a LBt-13 en su mecanismo de ovoposición, y menos para el efecto tóxico de mortalidad, contrario a *P. oleivora*. Incluso se considera a *T. tumidus* como la especie «tipo» con respuestas similares frente a ambos efectos [Almaguel, 1996].

## CONCLUSIONES

- El mejor medio de cultivo para la obtención del biopreparado por cultivo sumergido agitado fue el M4.
- Los mayores rendimientos de esporas y cristales del biopreparado se alcanzaron con el inóculo en fase logarítmica con un 5% de concentración inicial. La cepa necesitó altos niveles de oxígeno disuelto en el medio para su desarrollo y reproducción.
- El máximo de mortalidad se obtuvo en condiciones de cultivo estático con el medio M2 entre cinco y diez días de incubación. El efecto acaricida de los biopreparados se manifestó en la regulación de las poblaciones de *P. latus* y el control sobre la descendencia.
- Se deben continuar los estudios relacionados con la separación de las fracciones tóxicas de los biopreparados y comparar los dos métodos de reproducción en función del efecto acaricida.

## REFERENCIAS

Almaguel, Lérica: «Ácaros de importancia económica en Cuba». *Boletín Técnico*, La Habana, mayo de 1996.

Bernhard K.; R. Utz: «Production of *B. thuringiensis* Insecticides for Experimental and Commercial Uses». *B. thuringiensis an Environmental Biopesticides. Theory and Practice*, John Wiley and Sons, New York, pp. 255-267, 1993.

Bravo, Alejandra; R. Quintero. *Importancia y potencial de B. thuringiensis en el control de plagas*. Oficina de la FAO para América Latina y el Caribe, Red de Cooperación Técnica en Biotecnología Vegetal, 1993.

Carreras, Bertha; Orietta Fernández-Larrea: «Toxinas de *B. thuringiensis*. Aspectos generales y toxicología», *Boletín Técnico* 3: 12-16, La Habana, 1997.

Das, L. K.; B. Singh: «Integrated Management of Jute Pests», *Environmental and Ecology* 16: 218-219, 1998.

Devisety B. N.: «Production and Formulation Aspects of *B. thuringiensis*», *Proceeding of the 2<sup>o</sup> Canberra Meeting*, pp. 253-265, 1993.

Fernández-Larrea, Orietta: *Producción de B. thuringiensis por cultivo sumergido*, informe final de resultado MINAGRI-INISAV, PR 518-02, 1990.

Fernández-Larrea, Orietta; Alina Díaz; A. Calderón: «ThurisaV. Biopesticida de *B. thuringiensis* para el control de plagas agrícolas», *III Encuentro de Bioplaguicidas*, Ciudad de La Habana, 1995.

Gatán J. L. et. al.: «Producción de *B. thuringiensis*», *Avances recientes en la biotecnología de B. thuringiensis*. Ed. Ciencia Universitaria, Universidad de Nuevo León, Monterrey, México, pp. 139-155, 1996.

Hali, I. M.; D. K. Hunter; K. Y. Arakawa: «The Effect of the Beta Exotoxin Fraction of *B. thuringiensis* on the Citrus Red Mite», *J. Inverteb. Pathol.* 18: 359-362, 1971.

John, W., Jr. et al.: «Activity of the Thermostable Beta-Exotoxin of *B. thuringiensis*, (Berliner) on *Tetranychus urticae* and *T. cinnabarinus*», *J. Agri. Entomo.* 4 (1): 33-40, 1987.

Krieg, A.: «Effectiveness of *B. thuringiensis* Exotoxin on *T. telarius* (Acarina: Tetranychidae)», *J. Invert. Pathol.* 12: 452-478, 1968.

Medrano-Roldán H.; A. Solís; C. Pérez: «Requerimiento de oxígeno por cepas autóctonas de *B. thuringiensis*», *II Congreso de Biotecnología y Biotecnología*, Durango, México, pp. 94-97, 1991.

Morris, O. N. et al.: «Effect of Cultural Conditions on Spores Crystal Yield on Toxicity of *B. thuringiensis* Subsp Aizawai (HD133)», *J. of Inv. Pathol.* 63: 129-136, 1997.

Neal, J. W. et. al.: «Activity of the Thermostable Beta Exotoxin of *B. thuringiensis* Berliner on *T. urticae* and *T. cinnabarinus*», *J. Agric. Entomol.* 4 (1), 1989.

Pearson, D.; O.P. Ward: «Bioinsecticide Activity, Bacterial Cell Lysis and Proteolytic Activity in Cultures of *B. thuringiensis* Subsp. *israelensis*», *J. of Applied Bacteriol.* 65 (4): 195-202, 1998.

Pirjanova, A.: «Tecnologías de fermentación y producción de bioplaguicidas», *Conferencias* Ed. INISAV, Ciudad de La Habana, 1998.

Reed, N. R.; R. H. Franklin; R. A. J. Taylor: «Effect of Thuringiensin on *T. urticae*», *J. Econom. Entomol.* 83 (3): 792-798, 1990.

Rodríguez, María Elena: Comunicación personal, 1986.

Royalty, R. N.; F.R Hall: «Effectiveness of Thuringiensin on *T. urticae* (Acar: Tetranychidae) Mortality, Fecundity and Feeding», *J. Entomol.* 83 (3): 792-798.

Vanderkar M.; H. T. Dulmage: *Guidelines for production of B. thuringiensis H14*, UNDP/World Genra, Suiza, 1983.

Vallejo, L. T.; S. Orduz: «Producción de un bioplaguicida a base de *B. thuringiensis*», *Revista Colombiana de Entomología* 22 (1): 61-67, 1996.

## EFFECTIVIDAD DE FUNGICIDAS DE CONTACTO SOBRE *PHYTOPHTHORA INFESTANS* (MONT.) DE BARY EN PAPA

F. Rodríguez, Berta L. Muiño, Julia Almandoz y Ángela Porras

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

### RESUMEN

Durante 1994-95 se estudió la efectividad de fungicidas de contacto, tanto solos como mezclados con metalaxyl en el control de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary en papa. Se constató que clorotalonil en dosis de 1,3 y 1 kg i.a./ha, aplicado cada siete días, logró buena protección del cultivo, así como incrementó los rendimientos con resultados similares a los estándares mancozeb y metalaxyl + mancozeb. Este fungicida en mezcla con metalaxyl mantuvo la efectividad más alta sobre el patógeno, con 82,6 %, e incremento de los rendimientos en 5 t/ha por encima del estándar metalaxyl + mancozeb.

Palabras claves: *Phytophthora infestans*, metalaxyl, mancozeb, clorotalonil, papa

### ABSTRACT

During 1994-95 it was studied the effectivity of contact fungicides alone and mixed with metalaxyl for the control of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary in potato. It was verified that the chlorothalonil at rates of 1 and 1,3 kg a.i./ha applied at 7 days intervals had a good protection and increased the yield, with similar results as the standards mancozeb and metalaxyl + mancozeb. This fungicide mixed with metalaxyl had a 82.6 % efficiency against the pathogen and increase the crop yield in five t/ha in relation to the standard metalaxyl + mancozeb.

Key words: *Phytophthora infestans*, metalaxyl, mancozeb, chlorothalonil, potato

### INTRODUCCIÓN

El tizón tardío causado por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary ha sido una de las enfermedades más importantes en el cultivo de la papa, y es la mayor responsable de cuantiosos gastos por aplicaciones de fungicidas en el cultivo [Niederhauser, 1993]. En Cuba, durante 1994, ocurrieron brotes intensos de tizón, después de algo más de cinco años sin incidencia de importancia de la enfermedad. Estos fueron asociados con la introducción de semillas de papas infectadas, contaminadas con aislados del hongo resistentes al metalaxyl, fungicida clave en los planes de defensa contra esta patología [Muiño, 1997]. Tal anomalía en el cultivo motivó que se realizaran numerosas investigaciones, así como cambios en la estrategia de control contra esta enfermedad.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficacia de los fungicidas de contacto clorotalonil, mancozeb, maneb-brestan y captan aplicados solos o en mezclas con metalaxyl, en una zona donde se había detectado resistencia moderada por *P. infestans*.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Estación Experimental del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal en el municipio de Alquizar, provincia de La Habana, con

un diseño experimental de bloques al azar, con tres réplicas y parcelas de 3,6 m de ancho por 5 m de largo sobre suelo ferralítico rojo con la variedad Chieftain.

Los tratamientos fueron los siguientes: en kilogramos de ingrediente activo por hectárea: clorotalonil (1-1,3); mancozeb 2,4; maneb-brestan (1,56 + 0,23) - (1,25 + 0,18); captan (2-3); metalaxyl + clorotalonil (0,2 + 1); metalaxyl + mancozeb (0,2 + 1,6); se incluyó una variante no aplicada.

El intervalo de aplicación para los fungicidas de contacto aplicados solos fue de siete días, y 10 en mezclas con metalaxyl. Los tratamientos se iniciaron con la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad en un área donde fue reportada la presencia de cepas resistentes al metalaxyl.

Para determinar el porcentaje de área foliar dañada se realizaron evaluaciones a los 31, 45 y 59 días después de la brotación del cultivo, en 20 plantas tomadas al azar a lo largo de los dos surcos centrales de cada parcela, según la escala de James (1971) antes de cada aplicación y la intensidad del ataque, mediante la fórmula de Touwsend-Heuberger [CIBA-GEIGY, 1981].

Se determinó, además, la efectividad técnica de los diferentes tratamientos mediante la fórmula de Abbott citada por Bayer (1966). Los rendimientos se calcularon basándose en el peso de los tubérculos de los surcos centrales de las parcelas en t/ha.

Los datos del porcentaje del grado de ataque fueron transformados a 2 arcos  $\sqrt{p}$  y análisis de varianza, utilizando el test de significación de Newman-Keuls para grupos homogéneos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la segunda evaluación (Tabla 1) muestran que todos los tratamientos difirieron del testigo, y no se observó diferencia alguna entre clorotalonil a las dosis de (1,25-1 kg i.a./ha), maneb-brestan (1,56 + 0,23) y (1,25 + 0,18), mancozeb 2,4 y captan 3 kg i.a./ha. También en esta etapa, entre los tratamientos mencionados, se destacaron las mezclas de clorotalonil + metalaxyl (1 + 0,18 kg i.a./ha) y mancozeb + metalaxyl (1,6 + 0,2 kg i.a./ha).

Tabla 1. Efecto de fungicidas en el control del tizón tardío de la papa *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary

Variantes	Dosis (kg i.a./ha)	Intervalo de aplicación (días)	Por ciento de área foliar dañada días después de la brotación			Eficiencia técnica
			31	45	59	
Metalaxyl + clorotalonil	0,18 + 1	c/10	0a	2a	17,3f	82,6
Metalaxyl + mancozeb	0,2 + 1,6	c/10	0a	1,4a	34,3def	65,3
Clorotalonil	1,25	c/7	0a	7,3b	24,1ef	75,5
Clorotalonil	1,0	c/7	0a	11,3b	27,1ef	72,7
Maneb + brestan	1,56 + 23	c/7	1,2 ab	9,3b	38,0cdef	68,1
Maneb + brestan	1,25 + 0,18	c/7	1,1 ab	9,4b	41,0cdef	58,8
Mancozeb	2,4	c/7	2,4c	11,2b	43,0cde	56,8
Captan	3	c/7	0,84ab	10,7b	52,0cd	47,7
Captan	2	c/7	4,7c	21,05	60,7c	39,1
Testigo	-	-	17d	61d	99,5a	-
	E.S.		0,08	0,10	021	
	C.V.		32,4	14,8	11,3	

En la última evaluación el fungicida de contacto clorotalonil resultó ser el más efectivo para el control del tizón tardío, similar al estándar mancozeb y metalaxyl + mancozeb. El maneb-brestan tuvo una actividad satisfactoria, y el mejor resultado se obtuvo con la mezcla de clorotalonil + metalaxyl (1 + 0,18) kg i.a./ha, mientras captan a las dosis de 2-3 kg i.a./ha no ofreció protección al cultivo.

La eficiencia técnica de los tratamientos apoya estos resultados, principalmente para los tratamientos realizados con clorotalonil (1,25 kg i.a./ha) y la mezcla de clorotalonil + metalaxyl (1 + 0,18 kg i.a./ha), los que alcanzaron 75,5 y 82,6 % respectivamente.

Resultados similares han sido reportado por Guillén (1987) en Honduras, quien señala haber disminuido la tasa de incremento de la enfermedad con la mezcla de metalaxyl + clorotalonil.

Según Bandrinas (1994), las mezclas tienen la ventaja, en caso de una cobertura imperfecta, de ofrecer una mejor defensa contra el desarrollo de la resistencia, la que aumenta de manera notable al elevarse la eficacia del fungicida multisitio.

Los rendimientos por hectáreas obtenidos (Tabla 2) confirman la efectividad de todos los tratamientos en

el control de *P. infestans* en relación con el testigo. Los mejores resultados se obtuvieron con la mezcla metalaxyl + clorotalonil (0,18 + 1) kg i.a./ha, clorotalonil a 1,25 kg i.a./ha, maneb-brestan (1,56+0,23) kg i.a./ha, con incrementos en los rendimientos de 13,5; 10,6 y 10,2 t/ha, respectivamente.

Los resultados del presente trabajo en la lucha contra *P. infestans* en el cultivo de la papa demuestran la importancia de los fungicidas de contacto (clorotalonil, mancozeb y maneb-brestan) en las estrategias de control contra este patógeno, ya que tienen una acción débilmente penetrante con mecanismos de acción multisitio, por tanto no presentan riesgos de resistencia [Badrina, 1994].

Por otra parte, actualmente en Francia la estrategia de control está fundamentada sobre la base de la inclusión de los fungicidas de contacto en mezclas, alternando con los sistémicos [Duvouchell, 1996], así como también en Irlanda [Dowley y O' Sullivan, 1996] con muy buenos resultados, lo que permite prevenir o retardar el desarrollo de la resistencia de este patógeno a las fenilamidas [Straud, 1994].

Tabla 2. Efecto de los tratamientos para el control de *P. infestans* sobre los rendimientos

Variantes	Dosis (kg i.a./ha)	t/ha	Newman-Keuls (5%)	Aumento respecto al testigo
Metalaxyl + clorotalonil	0,18 + 1	25,0	a	13,5
Metalaxyl + mancozeb	0,2 + 1,6	20,0	bcd	8,5
Clorotalonil	1,25	22,1	b	10,6
Clorotalonil	1,0	20,7	bc	9,2
Maneb + brestan	1,56 + 0,23	21,7	bc	10,2
Maneb + brestan	1,25 + 0,18	18,0	cd	6,5
Mancozeb	2,4	18,3	cd	6,8
Captan	3	17,2	de	5,7
Captan	2	16,6	def	5,1
Testigo	-	11,5	g	-

C.V. 8,3%

E.S. 1,5

## CONCLUSIONES

- El fungicida de contacto clorotalonil en dosis de 1-1,25 kg i.a./ha fue el más efectivo para el control del tizón tardío con resultados similares a los estándares mancozeb (2,4 kg i.a./ha) y mancozeb + metalaxyl (1,6 + 0,2) kg i.a./ha.
- La mezcla de clorotalonil + metalaxyl (1 + 0,18) kg i.a./ha resultó la más efectiva contra el tizón tardío, e incrementó los rendimientos en 5 t/ha, respecto al estándar mancozeb + metalaxyl (1,6 + 0,2) kg i.a./ha.
- Maneb-brestan a las dosis de (1,56 + 0,23) y (1,25 + 0,18) kg i.a./ha tuvo una efectividad satisfactoria en el control de *P. infestans*, aplicado cada 10 días.
- Captan a las dosis estudiadas no resultó efectivo contra *P. infestans*.

## REFERENCIAS

- Bayer, A.G.: «Las bases para ensayos fitosanitarios», Bayer AG 16 (3), Alemania, 1966.
- Badrinas, P.: «Resistencia de las enfermedades a los productos fungicidas», *Phytoma* 62: 3-6, España, 1994.

CIBA GEIGY: *Manual para ensayos de campo en producción vegetal*, 2a. ed., Switzerland, 1981.

Dowley L. J.; E. O'Sullivan: «The Effect of Different Fungicide Treatments on the Control of Late Blight in Ireland», *Triennial Conference of the European Association for Potato Research*, 13 th. Netherlands (s. n.), pp. 464-465, 1996.

Duvauchell, S.; L. Culiez: «The Effectiveness of Fungicides Against *Phytophthora infestans* in France», *Triennial Conference of the European Association for Potato Research*, 13 th. (s. n.), pp. 458-459, Netherlands, 1996.

Guillén, F.P.: «Criterios de aplicación de fungicidas para el control de *Phytophthora infestans* en papa en la zona de la Esperanza», *Boletín Informativo* 6, Honduras 1987.

James, W. C.: «An Illustrated Series of Assessment Keys for Plant Diseases, Their Preparation and Usage», *Canadian Plant Disease*, 51(2): 35-39, Survey, Ottawa, 1971.

Muñoz, B.L.: «Manejo de la resistencia a las fenilamidas en especies de Oomycetes en Cuba», tesis a Doctor en Ciencias Agrícolas, 1997.

Niederhauen, J.S.: «International Cooperation in Potato Research and Development», *Anno Rev. Phytopathol* 31:1-21, Estados Unidos, 1993.

Straud T.: *Early Experiments with Phenylamide Resistance and Lessons for Continued Successful Use.: Fungicide Resistance*, s.d., pp. 131-138, 1994.

## EFFECTIVIDAD DE NUEVOS FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE *ALTERNARIA SOLANI* SOR. EN EL CULTIVO DE PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM* L.)

Julia Almándo, <sup>1</sup> L. Pérez, <sup>1</sup> F. Rodríguez, <sup>1</sup> J. Parra, <sup>1</sup> y V. M. Pico <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 No. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

<sup>2</sup> Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Ave. Finlay Km 2½, e/ Planta de Nitrógeno y Circunvalación Norte, Camagüey, CP 7100

### RESUMEN

Durante las campañas 1997-98 y 1998-99, en el cultivo de la papa se evaluó el efecto del tratamiento azoxystrobin (Amistar 25 CE) a las dosis de 75, 125 y 150 g i.a./ha en ensayos experimentales, y en condiciones ampliadas los tratamientos con triazoles: triadimenol + tebuconazol (Silvacur-combi 30 CE) y bromuconazol (Vectra BN 20 CE). En todos los casos se utilizó como estándar comercial en producción el difenoconazol a la dosis de 0,125 g i.a./ha. El ensayo experimental se realizó en un diseño de bloque al azar con cuatro réplicas, y el ensayo en condiciones ampliadas con diseño de parcelas largas. Se evaluó el daño foliar, mediante una escala de seis grados, donde 0 equivale a planta sana, y 5 planta con más del 50% de la superficie afectada por la enfermedad. Se comprobó el efecto inhibitorio del desarrollo del patógeno, con el fungicida azoxystrobin a las diferentes dosis utilizadas, el que provocó el colapso del micelio del hongo con daño foliar por debajo del 21%, y se comportó similar en protección al estándar difenoconazol, con un 26%. La parcela no tratada alcanzó el 59% del área foliar afectada. En condiciones ampliadas, el manejo de la enfermedad donde se utilizó tebuconazol + triadimenol superó en efectividad con sólo 9,8% de ataque foliar. El tratamiento bromuconazol y difenoconazol alcanzaron valores de 13,2 y 12,7% de ataque foliar, respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos.

Palabras claves: *Alternaria solani*, fungicidas, papa

### ABSTRACT

During the potato crop seasons 1997-98 and 1998-99 it was assessed the azoxystrobin (Amistar 25EC) effects at rates of 75, 125 and 150 g i.a./ha under experimental conditions and in extended trials with triazoles: triadimenol + tebuconazole (Silvacur-combi 30 EC) and bromuconazole (Vectra BN 20 EC). All experiments were carried out using as commercial treatment difenoconazole at a rate of 125 g i.a./ha. The first experiment was conducted at a random trial with four repetitions while the extended experiment was carried out on a large parcel design. It was evaluated the foliar damage by mean of a 6 degree scale in which 0 corresponds to healthy plants and 5 plants with more than 50% foliar damage. It was demonstrated the inhibitory effect of azoxystrobin on the fungus at different treatment, causing the collapse of the mycelium with a foliar damage below 21%, similar as the standard treatment difenoconazole in which a 26% damage was evident. In the parcel without treatment a 59% foliar damage was caused by the fungus, while only a 9,8% in the extended trials, where tebuconazole and triadimenol was applied. In these treatment the foliar damage was 13,2% and 12,7% respectively, without significant difference between them.

Key words: *Alternaria solani*, fungicides, potato

### INTRODUCCIÓN

El tizón temprano causado por el hongo *Alternaria solani* Sor. constituye la segunda enfermedad de importancia económica para el cultivo. Su corto período de incubación, la forma directa de infectar los tejidos, el alto grado de esporulación y el largo tiempo de viabilidad en los desechos de las plantaciones, son importantes factores que bajo las condiciones climáticas de Cuba convierten a este patógeno en una amenaza constante y en muchas ocasiones no permite al cultivo completar su ciclo vegetativo [Arzuaga, 1982; Piña, 1980].

Dentro del manejo integrado de la enfermedad, la lucha química ha constituido la principal medida de control en los períodos críticos, debido precisamente a que estos se caracterizan por ser epidémica y destructivas al cultivo en un corto período de tiempo.

Son innegables los progresos hechos en la búsqueda de nuevos fungicidas para el control de esta enfermedad, desde el tipo de fungicida convencional como los ditiocarbamatos (maneb, zineb, mancozeb) y metales tóxicos [Abdel-Rahman, 1977; Zachman, 1982], hasta la llegada en la década del sesenta del clorotalonil, que aunque no es sistémico tiene un metabolito que sí lo es, proporcionando una protección excelente al cultivo [Rouchaud, 1982]. Hasta nuestros días se aplican ampliamente con resultados satisfactorios, no obstante requerir altas dosis con un corto período de protección.

Posteriormente, en la década del setenta se desarrollaron con intensidad los nuevos fungicidas Inhibidores de la Biosíntesis del Esterol (IBE), dentro de ellos el grupo de los triazoles [Eckert, 1988], con insuperables ventajas desde el punto de vista de su efectividad, sistémicos en general, con emergencia de resistencia en

las poblaciones de hongos sometidas a control. Actualmente en nuestro país se controlan diferentes especies de *Alternaria* con difenoconazol a 0,125 g i.a./ha [Registro de Plaguicidas, 1999] con muy buena efectividad en los casos de niveles altos de incidencia de la enfermedad; sin embargo se corre el riesgo de una posible aparición de resistencia [Waard, 1982].

Muy recientemente se ha desarrollado una nueva familia de fungicidas sistémicos con un espectro de acción muy amplio y un novedoso modo de acción (azoxystrobin), del grupo de las estrobilurinas, con un mecanismo de acción completamente diferente al resto de los ingredientes activos hasta hoy conocidos [Clough *et al.*, 1995; Graciet, 1996].

Teniendo en cuenta esta evolución de nuevas moléculas, en nuestros días se impone la necesidad de trabajar intensamente en la búsqueda de nuevos ingredientes activos que proporcionen un control eficiente de la enfermedad, y finalmente un incremento de los rendimientos, siendo este el objetivo de nuestro trabajo: demostrar la efectividad de un grupo de ingredientes activos en el control de *A. solani* en el cultivo de la papa en las condiciones de Cuba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña 1997-98, en la finca Delicias Grandes, de la Estación Experimental del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal en el municipio de Alquizar, provincia de La Habana, se evaluó un grupo de fungicidas de diferentes ingredientes activos y mecanismos de acción para el control de *A. solani*, en el cultivo de la papa, en la variedad Chieftain (Tabla 1). Se utilizó un diseño de bloque al azar con parcelas de 16,4 m<sup>2</sup>, constituido por cuatro surcos de 4,5 m de largo espaciados a 0,9 m y replicado cuatro veces.

Para las aplicaciones en el ensayo experimental se usó una mochila marca Matabi, boquillas de cono con chapillas de orificios de 1,6 mm de diámetro, y en la ampliación una máquina integral de bomba P-11 utilizándose, en ambos casos un volumen de solución final de 400-500 L/ha.

En la campaña 1998-99, en la provincia de Camagüey, se evaluaron los fungicidas bromuconazol (Vectra 20 CE) y tebuconazol + tradimenol (Silvacur combi 30 CE) en condiciones ampliadas, aplicándose como tratamiento de comparación el estándar comercial difenoconazol (Score 25 CE). Todos se utilizaron a la dosis de 0,125 g i.a./ha en el cultivo de papa, variedad Red Pontiac. Se utilizó el diseño de parcelas largas. En todos los casos los tratamientos se iniciaron a partir de la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad.

La incidencia de ataque del tizón temprano se evaluó mediante la determinación del área foliar afectada,

para lo cual se usó una escala de grados de severidad de 0 (sana), a 5 (> del 50% del área foliar afectada). Para ambos casos se determinó el rendimiento de la cosecha, los que se expresan en t/ha.

Los datos de porcentaje de área foliar afectada obtenidos fueron transformados a arc sen√%, y posteriormente sometidos a análisis estadístico de varianza y a la d<sup>o</sup>cima de Tuckey al 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto a la evaluación realizada en el ensayo experimental (Tabla 1), como puede apreciarse todos los tratamientos con los fungicidas sistémicos resultaron superiores en el control de *A. solani* que los realizados con los de contacto, con excepción del hexaconazol (Anvil 25 EC), el cual brindó niveles de control excepcionalmente bajos. No obstante, el mejor nivel de eficacia contra este patógeno fue obtenido con el tratamiento Silvacur Combi 30 CE, con diferencias significativas al resto de los tratamientos. Le sigue el resto de los fungicidas del grupo de los triazoles a que pertenece el difenoconazol (Score 25 CS), fungicida estándar, y que se aplica actualmente en condiciones de producción, cuando exista un 5-10% de intensidad de la enfermedad [Minag, 1995-1996] y el fungicida Vectra BN 20, de reciente incorporación para su estudio.

Silvacur Combi (tebuconazol 21,8% + triadimenol 7,3%) presenta una excelente residualidad por el efecto de los dos ingredientes activos que contiene. Se ha comprobado, incluso, la resistencia al lavado de las lluvias, que para el cultivo de la papa por el uso de los sistemas de riego (FREGAT) –utilizados con frecuencia muy estrecha (cada cinco días)– permitiría una mejor protección al cultivo al penetrar además en la planta de forma acropétala, independiente de la vía de absorción. Es un triazol mucho más rápido que el resto de los estudiados por las características ya explicadas anteriormente.

Las variantes de azoxystrobin (Amistar 25 SC), a las dosis de 75, 150 y 200 g i.a./ha, también con muy buena protección en el control de la enfermedad, no mostraron diferencias entre ellas. Se pudo observar al microscopio la interrupción de formación de esporas. El azoxystrobin, a dosis de 75 g i.a./ha, mostró un nivel de control comparable al difenoconazol a la dosis usualmente utilizada en la producción.

Azoxystrobin es un nuevo fungicida con un modo de acción distinto al resto de los ingredientes activos hasta ahora conocidos, inhibidores de la respiración mitocondrial, efectivo en el control para los cuatro grupos de hongos que existen: oomicetos, ascomicetos, basidiomicetos y deuteromicetos [Clough *et al.*, 1995; Koller, 1993].

Tabla 1. Desarrollo del tizón temprano causado por *A. solani* en los diferentes tratamientos. Campaña 1997-1998. (Estación Experimental Delicias Grandes, Alquizar, Provincia de La Habana)

No	Variantes		Dosis kg i.a./ha	Por ciento de área foliar afectada				Rendimientos (t/ha)	Incr. rend. (t/ha)
	Nombre comercial	Nombre común		1/21/98	1/28/98	2/10/98	2/10/98		
1	Silvaenr Combi 30 EC	Triadimenol (7,3%) + tebuconazol (21,8%)	0,036 + 0,109	8,25 n.s.	8,5 d	11,5 e	17,57 h	27,25	7,65
2	Amistar 25 SC	Azoxystrobin	0,125	6,75 n.s.	7,75 d	13,75 de	23,5 g	24,8	5,2
3	Amistar 25 SC	Azoxystrobin	0,150	7,75 n.s.	7,75 d	14,75 de	24,25 g	25,37	5,77
4	Amistar 25 SC	Azoxystrobin	0,075	7,25 n.s.	8,5 d	14,5 de	26,00 fg	24,05	4,45
5	Score 25 EC	Difenoconazol	0,125	6 n.s.	8,75 cd	17,00 cd	27,50 ef	27,0	7,4
6	Vectra BN 20 EC	Bromuconazol	0,125	7,00 n.s.	8,25 d	14,75 de	27,74 ef	28,5	8,9
7	Mirage CE 45%	Prochloraz	0,450	6,75 n.s.	9,25 cd	17,00 cd	28,40 ef	25,75	6,5
8	Mirage CE 45%	Prochloraz	0,225	7,25 n.s.	10,5 bc	20,25 bc	31,00 e	26,0	6,4
9	Anvil 25 EC	Hexaconazol	0,125	6,75 n.s.	8,75 cd	22,00 b	40,00 d	21,7	2,1
10	Oxícloruro de cobre 50% P.II.	Oxícloruro de cobre	2,000	6,5 n.s.	10,75 bc	27,30 a	42,50 c	24,3	4,7
11	Mancozeb 80 % P.II.	Mancozeb	1,8	8,00 n.s.	12,00 b	30,00 a	49,50 b	23,45	3,85
12	Tesugo	-	-	6,75 n.s.	35,25 a	31,25 a	58,90 a	19,6	-
	DE x			0,1	0,02	0,03	0,02		
	Cv %			36,3	5,2	7,4	3,2		

El Mirage 45 CE (prochloraz) brindó también efectividad, aunque en menor cuantía, con diferencias significativas con el mancozeb (fungicida de contacto) y con el testigo, sin tratamiento de fungicida.

Los mejores rendimientos fueron obtenidos en la variante tratada con Silvacur Combi 30 CE, que permitieron un aumento de 7,65 t/ha, seguida por orden de magnitud de las variantes tratadas con difenoconazol (Score 25 CE) y azoxystrobin (Amistar 25 CE) a las dosis de 200, 150 y 75 g i.a./ha (0,6; 0,5 y 0,3 L/ha), con los que se obtuvieron aumentos sobre el testigo de 5,77; 5,2 y 4,45 t/ha, respectivamente.

Las variantes tratadas con mancozeb y hexaconazol dieron los niveles más bajos de control y rendimiento en el experimento.

En la ampliación con el bromuconazol y tebuconazol + triadimenol los resultados de las evaluaciones permitieron apreciar una fuerte actividad inhibitoria sobre la aparición de las manchas y la esporulación, incluso en el tratamiento comparativo con difenoconazol (Tabla 2); sin embargo, tebuconazol + triadimenol a la dosis de 0,125 kg i.a./ha, con un índice de *A. solani* de 10,1 % de plantas enfermas, mostró un ligero efecto superior sobre la enfermedad que el resto de los tratamientos evaluados.

Tabla 2. Provincia de Camagüey, 1998-99 (ampliación)

No.	Variantes Nombre común	Dosis (kg i.a./ha)	Por ciento de área foliar afectada				Rendimientos (tha)	Inc. rend. (tha)
			1a. eval.	2a. eval.	3a. eval.	4a. eval.		
1	Triadimenol (7,3%) + + tebuconazol (21,8%)	0,036 + 0,109	3,3	4,7	6,1	10,1	4,8	0,6
5	Bromuconazol	0,125	3,2	5,1	7,2	13,2	4,3	0,1
6	Difenoconazol	0,125	3,5	5,4	7,7	12,7	4,2	-

## CONCLUSIONES

- Tebuconazol 21,8% + triadimenol 7,3% y bromuconazol a la dosis de 0,125 kg i.a./ha mostraron la efectividad más alta sobre *A. solani*, manteniendo una protección más completa del cultivo hasta el final del ciclo.
- El azoxystrobin mostró una fuerte inhibición sobre el desarrollo de *A. solani* a todas las dosis ensayadas.
- El prochloraz demostró buena protección contra *A. solani* con diferencias significativas a mancozeb 80 PH y al testigo sin tratamiento.

## REFERENCIAS

- Abdel Rahman, M.: «Control de enfermedades fungosas en papa». *Protección de Plantas* 3 (10): 24-25, 1977.
- Arzuaga, J.: «Estudio de la resistencia genética de *Alternaria solani* Sor en 84 variedades de papa», tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. La Habana, 1982.
- Clough, J. M.; C. R. Godfrey. *Growing hopes. Chemistry in Britain*. (UK), pp. 466-469, 1995.

Eckert, W. J.: «Historical Development of Fungicide Resistance in Plant Pathogens», *Fungicide resistance in North America*, Ed. Charles J. Delp., pp. 1-3, 1998.

Graciet, Bernard: «Azoxystrobin: la evolución natural en los fungicidas», *Phytoma*, 83: 126-128, España, 1996.

Koler, W. «Recent Progress in the Development of Fungicides and Future Prospect», *Canadá Int Cong. of Phytopathology*, 1993.

Ministerio de la Agricultura. República de Cuba: *Registro central de plaguicidas. Lista oficial de plaguicidas autorizados*, 1995-1996.

Piña, A.: *Estudio bioecológico y control de Alternaria solani en papa*, Problema Principal Estatal 04, La Habana, 1980.

Rouchaud; Joseph A. Meyer: *New Trends in the Studies About the Metabolism*, 1982.

Waard, M. A de: «Resistance to Ergosterol-Biosynthesis Inhibitors. II Genetic and Physiological Aspects», *Fungicide Resistance in Crop Protection*, Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen/ J. Dekker and S.G. Georgopoulos, 1982, pp. 87-100.

Zachman, R.: «El tizón temprano *Alternaria solani*». *Boletín de Información*, Centro Internacional de Papa, Lima, 1982.

Zeneca: *Agrochemicals. Agroquímicos. Azoxystrobin (Amistar 25 CS)*. (UK), Zeneca Agrochemicals 1996, p. 29.

## ESTABLECIMIENTO DE LOS TÉRMINOS DE CARENCIA DE INSECTICIDAS Y FUNGICIDAS EN PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM* L.)

R. Hernández, F. Rodríguez, Caridad Ricardo, María N. Llanes y Cecilia Linares

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 No. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

### RESUMEN

Se realizaron estudios de residualidad de los plaguicidas etion, azinfos-metil, folpet, butocarboxim, deltametrin, cyproconazol, profenofos, diafentiuuron, bromuconazol, hexaconazol, triadimenol, tebuconazol, mancozeb, azoxystrobin, captan, paration-metil, carbaryl, malation y metamidofos en el cultivo de la papa. A tal efecto se tomaron parcelas de 200 m<sup>2</sup> pertenecientes a áreas de producción agrícola en etapas próximas a la cosecha, y se aplicaron los plaguicidas objeto de estudio a las dosis y frecuencia de tratamientos máximos recomendados, después de lo cual se realizaron muestreos al momento de la cosecha para llevar a cabo los análisis de residuos correspondientes. La analítica de residuos se efectuó mediante procedimientos validados nacional o internacionalmente, utilizando como métodos de determinación final la cromatografía gaseosa en todos los casos, excepto para azoxystrobin, carbaryl y mancozeb, cuyos ingredientes activos se determinaron por cromatografía líquida de alta resolución para los dos primeros, y por espectrofotometría en el último. Se establecieron 19 Términos de Carencia (TC) y los correspondientes Límites Máximos de Residuos (LMR). Como quiera que los residuos en general no resultaron altos, los LMR establecidos por esta vía oscilaron entre 0,05 mg/kg (para azinfos-metil, profenofos, folpet y metamidofos) y 0,5 mg/kg (para butocarboxim, cyproconazol, bromuconazol, hexaconazol, tebuconazol, triadimenol, azoxystrobin y mancozeb). Consecuentemente los TC establecidos se pudieron ubicar entre dos y catorce días, asignándosele este último valor solamente a los casos de los fungicidas triadimenol, tebuconazol y azoxystrobin.

Palabras claves: residuos de plaguicidas, períodos precosecha, cromatografía líquida de alta eficiencia, cromatografía de gases, *Solanum tuberosum*

### ABSTRACT

Studies of residuality of the pesticides: ethion, azinphos-methyl, folpet, butocarboxim, deltamethrin, cyproconazole, profenophos, diafentiuuron, bromuconazole, hexaconazole, triadimenol, tebuconazole, mancozeb, azoxystrobin, captan, parathion-methyl, carbaryl, malathion and methamidophos in the cultivation of the potato were carried out. For this were took parcels of 200 m<sup>2</sup>, belonging to areas of agricultural production in next stages to the crop and the pesticides study object was applied to the doses and frequency of recommended maximum treatments, after that which. Samplings to the moment of the crop to analyze the corresponding residues were carried out. The residue analysis were carried out by means of nationally or internationally validated procedures, using as methods of final determination the gas chromatography in all of the cases except for azoxystrobin, carbaryl and mancozeb; whose active ingredients were determined by high performance liquid chromatography for both first and for spectrophotometry in the last one. Nineteen pre-harvest intervals and the corresponding Maximum Residue Limits (MRLs) were established. As the residues, in general were not high, the MRLs established by this way range between 0.05 mg/kg (for azinphos-methyl, profenophos, folpet and methamidophos) and 0.5 mg/kg (for butocarboxim, cyproconazole, bromuconazole, hexaconazole, tebuconazole, triadimenol, azoxystrobin and mancozeb). Consequently the pre-harvest intervals established were ranged between 2 and 14 days. This last value only to the cases of triadimenol, tebuconazol and azoxystrobin.

Key words: pesticide residues, pre-harvest interval, high performance liquid chromatography, gas-liquid chromatography and *Solanum tuberosum*

### INTRODUCCIÓN

El avance de la producción agrícola contemporánea, así como la repetición de los cultivos en las mismas áreas durante varios años, conllevan al desarrollo de plagas, enfermedades y malezas por ruptura del equilibrio biológico natural. Por esta razón la agricultura moderna requiere de una fuerte protección de plantas para garantizar cosechas de altos rendimientos que satisfagan las necesidades siempre crecientes de la población.

Entre los factores más importantes del sistema de protección de plantas se encuentra el uso de los plaguicidas químicos, ya que estos son compuestos generalmente

orgánicos, capaces de controlar de manera rápida y efectiva la incidencia de las especies perjudiciales antes mencionadas; pero presentan un efecto negativo que es su carácter tóxico, lo que da la posibilidad de contaminación del medio en general y los alimentos en particular, y trae como consecuencia un riesgo toxicológico para el hombre y los animales.

Debido a lo antes expuesto se hace necesario, cada vez que se introduzca un nuevo producto en la producción agrícola, realizar numerosos estudios encaminados a obtener conocimientos que permitan una utilización eficiente y segura de estos compuestos, entre los cuales

se encuentra el establecimiento de los términos de carencia (TC), que se define como el tiempo que debe transcurrir entre la última aplicación de un plaguicida sobre un cultivo y la cosecha, para que los residuos en la parte comestible no sobrepasen los límites máximos de residuos (LMR) establecidos [FAO, 1995; Joint FAO-WHO, 1992; WHO, 1997].

Como en Cuba no existían LMR nacionales, para establecer los términos de carencia se tomaban como referencia los recomendados por el Codex Alimentario, que en su mayoría no responden a las costumbres alimentarias de nuestro país [FAO-OMS, 1994; FAO-OMS, 1998]. Gracias a los estudios de residualidad de los plaguicidas en alimentos, esta problemática ya está resuelta, pues desde algunos años se viene realizando un programa nacional de establecimiento y actualización de los LMR nacionales, que se ajustan satisfactoria-

mente a las condiciones del país [Registro Central de Plaguicidas, 1995-96].

En el presente trabajo se informan los resultados de los estudios de residuos de los plaguicidas más usados en el cultivo de la papa y el establecimiento de los TC correspondientes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se llevaron a cabo sobre suelo ferralítico rojo en cuatro parcelas de 200 m<sup>2</sup> cada una. Se realizaron dos aplicaciones con cada uno de los plaguicidas objeto de estudio, y en cada parcela (frecuencia semanal) a las dosis máximas recomendadas que se presentan en la *Tabla 1*, en momentos próximos a la cosecha planificada del cultivo de la papa.

Tabla 1. Dosis de aplicación de los plaguicidas estudiados

<i>Producto comercial</i>	<i>Ingrediente activo</i>	<i>Dosis (kg i.a. / ha)</i>
Sierra CE 50	Etion	1,0
Azinfos Methyl CE 50	Azinfos-metil	0,5
Folpan PH 80	Folpet	1,2
Inicarb CE 50	Butocarboxim	0,6
Inidelta SC 2.5	Deltametrin	0,0125
Alto SL 100	Ciproconazol	0,075
Selecron CE 720	Profenofos	1,5
Polo SC 500	Diafentiuron	0,5
Vectra CE 20	Bromuconazol	0,125
Anvil CE 25	Hexaconazol	0,125
Silvacur Combi CE (22,5% triadimenol + 7,5 % tebuconazol)	Triadimenol + tebuconazol	0,112 + 0,037
Amistar 25 SC	Azoxistrobin	0,250
Parathion-Methyl CE 50	Paration-metil	1,0
Carbaryl PH 85	Carbarilo	2,6
Merpan PH 80	Captan	3,0
Malathion CE 57	Malation	1,14
Mancozeb PH 80	Mancozeb	2,4
Tamaron CS 60	Metamidofos	0,6

En todos los casos se realizaron muestreos al momento de la cosecha, tomándose de manera general dos kilogramos de tubérculos en correspondencia con los métodos de muestreo establecidos [NRAG, 1981; Comisión del Codex Alimentarius, 1996]. Dichos tubérculos fueron lavados con agua, molidos y colocados

en congelación [Comisión del Codex Alimentarius, 1984], para su conservación previa a los análisis de residuos.

Los análisis de residuos en la mayoría de los casos se realizaron por métodos multiresiduales capaces de de-

terminar grupos de compuestos afines. No obstante, se han tenido en cuenta las particularidades analíticas de cada compuesto en los casos que lo merecieron, especialmente en las etapas de determinación final. A continuación se presentan los principios de los métodos analíticos utilizados:

- *Triazoles* (ciproconazol, bromuconazol, hexaconazol, triadimenol y tebuconazol), con la inclusión además del diafentiuon. Estos ingredientes activos se extraen de las muestras con acetona en presencia de celite. El extracto acetónico se concentra hasta residuo acuoso, se satura de cloruro de sodio y se aíslan los compuestos con diclorometano para ser determinados por cromatografía gaseosa con detector termoiónico. El límite de determinación es 0,02 mg/kg [Ministry of Public Health, Welfare and Sport, 1996].

- *Organofosforados* (etion, azinfos-metil, profenofos, paration-metil, malation y metamidofos). La extracción de estos compuestos se lleva a cabo mediante maceración con acetato de etilo en presencia de sulfato de sodio anhidro. Después de evaporación del solvente, el extracto se disuelve en un volumen conocido de acetona y se realiza la determinación final por cromatografía gaseosa con detector termoiónico, con un límite de determinación de 0,01 mg/kg [Ministry of Public Health, Welfare and Sport, 1988].

- *Mancozeb*. El fungicida se hidroliza en medio ácido caliente para liberar bisulfuro de carbono, que después de purificado mediante una trampa de gases, se absorbe en solución de potasa metanólica, produciendo xantato de potasio. A este último se le mide su absorbancia en un espectrofotómetro a 302 nm, contra un blanco de reactivos. El límite de determinación es 0,5 mg/kg [Norma Cubana, 1987].

- *Folpet*. La muestra se macera con hexano en presencia de sulfato de sodio anhidro. Se filtra el extracto y se concentra para su determinación por cromatografía gaseosa con detector de captura electrónica. Se alcanza un límite de determinación de 0,01 mg/kg [USA, 1994].

- *Captan y deltametrin*. Estos plaguicidas se extraen de la muestra con acetonitrilo, y el extracto así obtenido se purifica por partición líquido-líquido con hexano. Después de dilución con agua, los compuestos se aíslan mediante partición hacia hexano, después de lo cual se purifica por cromatografía de columna de florisil y finalmente se determina por cromatografía gaseosa con detector de captura electrónica, con un límite de determinación de 0,01 mg/kg [NRAG, 1980].

- *Butocarboxim*. Este insecticida (isómeros E y Z) conjuntamente con sus metabolitos (sulfóxido y sulfona) se extraen de las muestras mediante maceración con metanol, seguido de purificación por partición líquido-líquido hacia cloroformo. Seguidamente el extracto se hace reaccio-

nar con solución de hidróxido de sodio en metanol y se origina el éster metílico del ácido N-metil carbámico, que se determina por cromatografía gaseosa con detector termoiónico. El límite de determinación es 0,2 mg/kg [INICA].

- *Azoxistrobin*. Las muestras se extraen con acetonitrilo en licuadora. Una alícuota del extracto se purifica por partición líquido-líquido utilizando hexano-acetato de etilo. Después de dilución con agua el ingrediente activo se aísla por partición con el sistema de solvente anteriormente planteado. El extracto obtenido se evapora a sequedad, y se realiza una purificación por Extracción en Fase Sólida (SPE) mediante minicolumnas de Sílica Gel, para finalmente llevar a cabo la determinación por Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia (HPLC), con detector UV. El límite de determinación del método es 0,01 mg/kg [ICIA, 1998].

- *Carbarilo*. La muestra se macera con acetona en licuadora. El extracto resultante se purifica primero por coagulación con ácido fosfórico-cloruro de amonio y extracción con cloroformo y después por SPE mediante sílica gel. La determinación final se realiza por HPLC con detector UV, con un límite de determinación de 0,01 mg/kg [Norma Cubana, 1986; Trapar *et al.*, 1995].

Los residuos obtenidos en cada caso se utilizaron para ajustar los LMR y consecuentemente asignar los términos de carencia (TC) correspondientes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Tabla 2* se presentan los resultados analíticos del estudio. Como se puede apreciar, todos los plaguicidas ensayados, excepto azinfos-metil y metamidofos, originaron depósitos iniciales sobre los tubérculos, pero resultaron relativamente bajos. Esto se explica por el hecho de que dichos tubérculos se encuentran por debajo de la superficie del suelo.

En los casos de etion, azinfos-metil, profenofos, paration-metil, malation y metamidofos, la residualidad en los tubérculos es particularmente baja, lo que se debe sin duda a que son compuestos organofosforados que, además de no ser sistémicos, son susceptibles de hidrolizarse para originar otras sustancias carentes de actividad biocida [FAO/WHO, 1995]. En el caso particular de profenofos, se conoce de estudios supervisados que sus residuos en papa después de siete días son inferiores a 0,05 mg/kg [FAO-WHO, 1995].

Situación similar a la anterior la presentan los residuos de folpet, deltametrin y carbarilo. Los bajos residuos encontrados de este último se deben a la tendencia que presenta dicho insecticida a degradarse, pasando al fenol correspondiente [Barceló, 1993]. En el caso de del-

tametrin, la baja residualidad se justifica por la dosis de aplicación extremadamente baja. Los residuos de folpet coinciden con lo encontrado por otros autores, que plantean que en la mayor parte de los casos relacionados con ensayos supervisados, dichos residuos en los tubérculos de papa son indetectables, y se refieren a un límite de determinación (LD = 0,01 mg/kg) igual al presentado en este trabajo [FAO, 1993].

Después de un depósito inicial de 0,40 mg/kg, los residuos de butocarboxim descienden rápidamente, pues a los siete días eran inferiores al LD correspondiente, a pesar de ser un insecticida sistémico estable a la luz y al calor [FAO/WHO, 1995]. De manera similar se comportaron diafentiuron, captan y mancozeb. En el caso de este último, perteneciente al grupo de los etilenbis-

ditiocarbamatos, la rápida desaparición de los residuos en los tubérculos se justifica si tenemos en cuenta los datos aportados por otros autores, quienes plantean que los compuestos pertenecientes a este grupo, no son estables en presencia de humedad y oxígeno, ni en sistemas biológicos [Nazir *et al.*, 1995]. Por otra parte, en estudios realizados en papa mediante el uso de radio-trazadores, se observó que la mayor parte de los residuos se encuentran en las hojas, y sólo una proporción inferior al 1% estaba en los tubérculos [FAO, 1995]. Algunos autores han informado presencia de residuos de captan hasta 21 días después de la aplicación, pero ello ha sido en cultivos que, a diferencia de la papa, la parte comestible se encuentra al aire, y por lo tanto recibe el rociado del fungicida.

Tabla 2. Residuos de plaguicidas detectados en papa

Plaguicida	Residuos detectados (mg/kg)					
	0 días	5 días	7 días	10 días	12 días	14 días
Etion	0,10		nd		nd	
Azinfos metil	nd		nd			nd
Folpet	0,05		nd			nd
Butocarboxim	0,40		nd		nd	
Deltametrin	0,02		0,01			0,01
Ciproconazol	0,59		0,45	nd		nd
Profenofos	0,20			nd		nd
Diafentiuron	0,40			nd		nd
Bromuconazol	0,62		0,51		nd	
Hexaconazol	0,55		0,50		0,11	nd
Triadimenol	0,61		0,52		0,52	nd
Tebuconazol	0,49		0,52		0,49	nd
Azoxistrobin	0,55			0,48		0,15
Paration-metil	0,06	nd		nd		nd
Carbarilo	0,12	0,07		0,02		nd
Captan	0,50		0,1	nd		nd
Malation	0,42	0,03	nd		nd	
Mancozeb	0,54		nd		nd	
Metamidofos	nd	nd			nd	

nd: no se detectan residuos por encima del límite de determinación del método analítico.

Los residuos iniciales de azoxistrobin en papa (0,55 mg/kg) se mantuvieron aproximadamente hasta los 10 días, después de lo cual descendieron, y a los 14 días eran relativamente bajos (0,15 mg/kg).

Salvo algunas diferencias, el comportamiento residual de ciproconazol, bromuconazol, hexaconazol,

triadimenol y tebuconazol, pertenecientes a la familia química de los triazoles, es similar. Se observa en estos compuestos que los depósitos iniciales oscilan entre 0,49 mg/kg y 0,62 mg/kg, lo que está dado por el hecho de que las dosis de aplicación en todos ellos es bastante baja, y los residuos van descendiendo más lentamente

que el resto de los plaguicidas ensayados. No obstante, a los 14 días después de la última aplicación, los residuos eran inferiores al límite de determinación del método analítico (LD = 0,02 mg/kg). Estos fungicidas son sistémicos, lo que implica que pueden penetrar el tejido vegetal y moverse hacia los tubérculos. Además, son estables a la hidrólisis en ausencia de luz, razón por la cual suelen estabilizarse en el interior de la planta [The Pesticide Manual, 1994].

## CONCLUSIONES

Siempre que los plaguicidas aquí ensayados se apliquen sobre el cultivo de la papa a las dosis y número de tratamientos utilizados en este trabajo, que son los máximos recomendados, se ha de cumplir lo siguiente:

- Los residuos de paration-metil y carbarilo serán inferiores a 0,2 mg/kg cuando hayan transcurrido dos días de la última aplicación fitosanitaria.
- Metamidofos, azinfos-metil, deltametrin y malation no dejarán residuos superiores a 0,1 mg/kg, cinco días después de la última aplicación.
- En los casos de etion, folpet, butocarboxim, profenofos y mancozeb, los residuos no superarán el nivel de 0,5 mg/kg, siete días posteriores a la última aplicación.
- Los residuos de diafentiuron, captan y ciproconazol serán inferiores a 0,2 mg/kg, al transcurrir 10 días de la aplicación.
- Bromuconazol y hexaconazol no dejarán residuos que alcancen el nivel de 0,5 mg/kg después de 12 días.
- Cuando hayan transcurrido 14 días de la aplicación, los residuos de azoxistrobin, tebuconazol y triadime-nol serán inferiores a 0,5 mg/kg.

## REFERENCIAS

Ahmat Nazir, Guo Lin: «Mandarakas Peter and Appleby Simeone. Determination of Ditiocarbamates and its Breakdown Products Ethylenethiurea in Fruits and Vegetables», *Journal of AOAC International* 78 (5), 1995.

Barceló, D.: «Environmental Protection Agency and Other Methods for the Determination of Priority Pesticides and Their Transformation Products in Water», *Journal of Chromatography*, 117-143, 1993.

Comisión del Codex Alimentarius. CAC/PR6-1984. *Guía de recomendaciones del codex sobre residuos de plaguicidas. Parte del produc-*

*to a que se aplican los límites máximos del codex para residuos y que deben analizarse*. Roma, 1984.

Comisión del Codex Alimentarius. CX/PR 96/7: *Revisión de los métodos recomendados de muestreo para la determinación de residuos de plaguicidas*, Roma, 1996.

FAO: *Pesticide Residues in Food. Evaluations 1995*. Part I «Residues. Plant Protection and Protection Paper», 137.

FAO: *Producción y protección vegetal. 122. Residuos de plaguicidas en los alimentos*, informe conjunto FAO/OMS. 1993.

FAO/OMS: «Programa conjunto sobre normas alimentarias. Codex alimentarius, vol. 2 (incluido Suplemento 1)», *Residuos de plaguicidas en los alimentos*, 2a. ed., 1994.

—: «Programa conjunto sobre normas alimentarias. Codex alimentarius vol. 2B», *Residuos de plaguicidas en los alimentos-límites máximos de residuos*, 2a. ed., 1998.

FAO/WHO: *Pesticide Residues in Food. Report*. «Plant Production and Protection Paper» 116, p. 81, 1995.

ICIA-5504 RAM 243/03: *Análisis de residuos. Modificada en el Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal*, 1998.

INICA. Inicarb CE 50: *Método para determinar residuos en suelo y plantas*. Insecticidas Internacionales, C. A.

Joint FAO/WHO: «Food Standards Programme. Codex Alimentarius Commission. Codex Alimentarius», vol. 2, *Pesticide Residues in Food*, Rome, 1992.

Ministry of Public Health, Welfare and Sport: *Analytical Methods for Pesticide Residues in Foodstuffs*. «Part I Multi-Residue Methods». Sixth Ed., The Netherlands, 1996.

—: *Analytical Methods for Pesticide Residues in Foodstuffs*. Part I Multi-Residue Methods. Fifth Ed., The Netherlands, 1988.

NC-14: *Plaguicidas. Carbaryl. Determinación de residuos en material vegetal*, 1986.

NC: 29-13: *Plaguicidas. Ditiocarbamatos. Determinación fotométrica de residuos*, 1987.

NRAG: 376: *Plaguicidas. Organoclorados. Determinación de residuos por cromatografía gaseosa*, Cuba, 1980.

NRAG: 165: *Determinación de residuos de plaguicidas. Productos agrícolas en el campo*, Cuba, 1981.

Registro Central de Plaguicidas: *Lista oficial de plaguicidas autorizados*, año 1995/96

*The Pesticide Manual. A World Compendium*, Tenth Ed., 1994.

Trapar S.; R. Bhushan; R. P. Mathur: «Degradation of Organophosphorus and Carbamate Pesticides in Soil-HPLC Determination». *Biomed. Chromatogr.*, Jan-feb, 9 (1): 18-22, 1995.

U.S.A. Department of Health and Human Services: «Food and Drug Administration. Pesticide Analytical Manual», vol. II, *Methods for Individual Residues*, Third Ed., 1994.

WHO: «Guidelines for Predicting Dietary Intake of Pesticide Residues. Programme of Food Safety and Food Aid», *World Health Organization*, 1997.

# ESTUDIO PRELIMINAR DE DIFERENTES FORMULADOS DE ACARICIDAS PARA EL COMBATE DE *POLYPHAGOTARSONEMUS LATUS* (BANKS) EN PAPA

Marlene M. Veitla, R. Pérez, Ermita Feitó, María Benítez y J. C. Valdés

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 No. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

## RESUMEN

El ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) afecta numerosos cultivos de viandas y hortalizas, entre los que se encuentran pimiento, frijol y papa. Está ampliamente distribuido en regiones tropicales y subtropicales. Los daños que ocasiona en la papa abarcan todas las hojas de la planta, pero prefiere los puntos de crecimiento donde produce brillo, bronceado y hasta necrosis y deformación de las yemas terminales. El ensayo se realizó en el Área Experimental del INISAV ubicada en el municipio de Alquizar, provincia de La Habana. Los formulados utilizados fueron propargite, a dosis de 0,72; 1,0 y 1,5 kg i.a./ha y el azufre en concentrado soluble, a tres dosis 1,8; 2,0 y 2,5 kg i.a./ha, los cuales fueron comparados con productos tradicionales utilizados en Cuba (azufre en polvo humedecible y dicofol en concentrado emulsionable). Las evaluaciones se realizaron previas al tratamiento y a los tres, cinco y siete días posteriores a la aplicación. Se cuantificó el número de ácaros móviles en 40 folíolos por variante (un folíolo por planta de la hoja joven). Se determinó la eficacia técnica por la fórmula de Henderson y Tilton. Los mejores tratamientos fueron con dicofol a 0,37 y propargite a 1,0 y 1,5 kg de i.a./ha. El azufre en concentrado soluble superó al estándar utilizado azufre en polvo humedecible, pero no al propargite y al dicofol.

Palabras claves: *Polyphagotarsonemus latus*, papa, ácaro blanco

## ABSTRACT

White mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) is affecting several viands and vegetables cultivations, such as pepper, beans and potato. It is widely distributed on tropical and subtropical regions. The damages that it cause in potato includes all the leaves of the plant, but prefers the growing points where produces bright, bronze, necrose and deformation of apical buds. Assay was realized in Experimental Area of INISAV located in Alquizar municipium, Habana province. The formulated used were propargite, at doses of 0.72; 1.0 and 1.5 kg i.a./ha and the sulphur concentrate soluble, at three doses 1.8; 2.0 and 2.5 kg i.a./ha, who were compared with traditional products used in Cuba (sulphur in humidifying dust and dicofol in emulsifiable concentrate). Evaluations were made before of treatment and at three, five and seven days after application. The number of mobile mites were quantified in 40 foliols by variant (a foliole by plant from the young leaf). Henderson and Tilton formula determined technical efficiency. The better treatments were with dicofol at 0.37 and propargite at 1.0 and 1.5 kg of i.a./ha. Sulphur in soluble concentrate soluble surpassed to the standard (sulphur in humidifying dust) but don't surpassed to propargite and dicofol.

Key words: *Polyphagotarsonemus latus*, potato, white mite

## INTRODUCCIÓN

El ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) se encuentra ampliamente distribuido en regiones tropicales y subtropicales [Pérez y Almaguel, 1988]. Es considerado como el ácaro de mayor importancia económica en el istmo centroamericano [Ochoa y col., 1991]. Afecta numerosos cultivos, entre los que se encuentran pimiento, frijol, papa y cítricos, entre otros [Almaguel, 1978; Murguido, 1997].

En Cuba, *P. latus* fue reportado por primera vez por Johnston en 1918. Los daños de este ácaro en la papa abarcan todas las hojas de la planta, pero su preferencia es por los puntos de crecimiento; produce bronceado y hasta necrosis y deformación de las yemas terminales; bloquea el desarrollo de la planta y provoca la reducción del ciclo del cultivo [Pérez, 1990; Almaguel, 1996; Almaguel *et al.*, 1984]. Entre los productos biológicos que muestran una buena eficacia para el combate de este acaro está la cepa LBT-13 (*Bacillus thuringiensis*), la que controla adultos y regula su oviposición [Almaguel, 1996].

Este ácaro es sensible al azufre, zineb, dicofol y otros acaricidas químicos [Jeppson *et al.*, 1975; Almaguel, 1996]. Su control es poco efectivo cuando se toman las medidas con índices de infestación altos, y en especial cuando las aplicaciones se realizan después del cierre de los campos. Estos aspectos son muy importantes para un control eficiente de este ácaro [Almaguel, 1996].

El azufre es considerado un producto de origen natural, y en Europa está autorizada su utilización en la agricultura ecológica. Es recomendado como fungicida, acaricida y repelente [Lacasa *et al.*, 1997].

Otro acaricida muy utilizado es el dicofol, con muy buenos resultados en el control de *P. latus*, así como la obtención de altos rendimientos en el cultivo del frijol [Schoonhoven, 1978; Ochoa *et al.*, 1991].

Actualmente la lucha contra los organismos nocivos está basada en una combinación de medidas culturales, biológicas y químicas, que constituyen el eje funda-

mental del control integrado de plagas [Peinado, 1996].

El objetivo del presente trabajo fue determinar la efectividad de diferentes formulados de productos químicos para el combate de *P. latus*, como una alternativa más en el control de esta plaga.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Área Experimental del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal en Alquízar, provincia de La Habana, durante la campaña 1995-96. Se escogió la variedad de papa Desiree, la que se plantó a una distancia de 0,90 m entre hileras por 0,25 m entre plantas. El diseño experimental utilizado fue de bloque al azar con nueve variantes y cuatro réplicas.

Se utilizaron diferentes dosis de azufre (1,5; 2,0 y 2,5 kg/ha de i.a.), propargite (0,72; 1,0 y 1,5 kg/ha de i.a.) y se compararon con azufre a 2,8 kg/ha de i.a. y dicofol a 0,37 kg/ha de i.a., los cuales constituyen acaricidas tradicionales. Se utilizó, además, un testigo absoluto. Para las aplicaciones se empleó una mochila manual con boquilla de cono hueco y solución final de 400 L/ha.

Las evaluaciones se realizaron previa al tratamiento y a los tres, cinco y siete días posterior a la aplicación. Los muestreos se hicieron al azar en las dos hileras centrales de cada parcela. Se cuantificó el número de ácaros móviles en 40 folíolos por variante (en la hoja joven un folíolo por planta). La eficacia técnica se determinó por la fórmula de Henderson y Tilton [CIBA GEIGY, 1981].

Los datos de población media fueron procesados estadísticamente. Se realizó un análisis de varianza y se aplicó la prueba de Duncan, para un 5% de significación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los muestreos realizados posteriores a la aplicación de los formulados se observa una disminución de la población de ácaros en las parcelas con tratamiento (Tabla) a los tres y cinco días, y un ligero aumento de la población a los siete días de realizada la aplicación, excepto en el tratamiento con dicofol, en el cual se mantiene baja la población. Todas las variantes tratadas presentan diferencia significativa con respecto al testigo sin tratamiento.

### Evaluación de las poblaciones de *P. Latus* para los diferentes tratamientos

No.	Sustancia activa	Dosis (kg i.a./ha)	Ácaros/hoja			
			Previo	3 días	5 días	7 días
1	Azufre 72 % C.S.	1,5	4,5 a	2,1 b	2,0 bc	3,1 c
2	Azufre 72 % C.S.	2,0	4,6 a	2,0 bc	2,1 bc	2,5 d
3	Azufre 72 % C.S.	2,5	4,9 a	2,0 bc	1,9 bc	2,1 e
4	Azufre 80 % P.H.	2,8	4,0 a	2,0 bc	3,1 b	4,0 b
5	Propargite 72 % C.E.	0,72	4,6 a	1,9 bc	1,8 bc	2,0 e
6	Propargite 72 % C.E.	1,0	4,7 a	1,6 cd	1,7 c	1,9 ef
7	Propargite 72 % C.E.	1,5	4,6 a	1,5 d	1,6 c	1,8 ef
8	Dicofol 18,5 C.E.	0,37	4,5 a	1,7 bcd	1,6 c	1,6 f
9	Testigo sin tratamiento	-	4,9 a	10,0 a	15,0 a	20,0 a
D.E.			0,40	0,20	0,64	0,20
C.V. %			8,8	7,3	18,6	4,7

De ellas, se comporta el dicofol a 0,37 y el propargite a 1,5 y 1,0 kg de i.a./ha como los mejores tratamientos. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Schoonhoven (1978) para el caso del dicofol. Con estos formulados se obtiene similar resultado a los tres, cinco y siete días en la disminución de poblaciones de *P. latus*, y no muestran diferencias significativas entre ellos, aunque sí con respecto al testigo sin tratamiento.

En el caso de propargite a 0,72 kg i.a./ha, a los tres días no presenta diferencia significativa con respecto a los formulados de azufre a las dosis de 2,0; 2,5 y 2,8 kg de i.a./ha, así como tampoco con respecto a propargite a 1,0 kg de i.a./ha. A los cinco días no difiere estadísticamente con respecto a las tres dosis ensayadas de azufre en forma de concentrado soluble, pero sí con respecto a igual sustancia en forma de polvo humedecible.

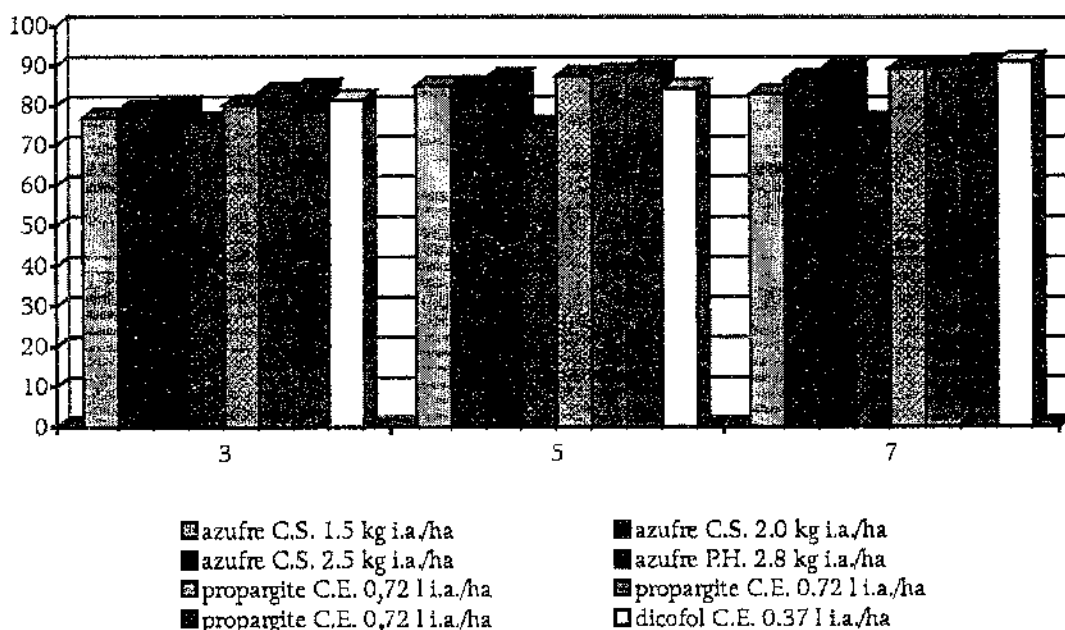
En el caso de los tratamientos con azufre en concentrado soluble a 1,5; 2,0 y 2,5, se manifestó una disminución de la población de ácaros y un aumento en la eficacia, existiendo diferencia significativa con respecto al azufre en polvo humedecible, el cual se comportó con una eficacia inferior que las tres dosis empleadas de azufre en concentrado soluble.

Lo anterior se debe a las características que presenta el nuevo formulado de azufre, el cual es una solución concentrada, y su uso permite ahorrar productos, pues con menos cantidad de ingrediente activo se cubre más

superficie que con los polvos humedecibles, todo esto con excelente eficacia inmediata y suficiente persistencia, según lo planteado por Barberá (1970).

Buchbinder (1997) plantea que la importancia de las formulaciones es atraer el principio activo al campo en su mejor y más económica forma de aplicación.

Todos los tratamientos mantienen una alta eficacia hasta los siete días (Fig.), aunque en el caso de azufre en concentrado soluble a menor dosis, esta presenta una ligera disminución en ese intervalo.



Por ciento de eficacia de los tratamientos en el control de *P. latus* en el cultivo de la papa

Las eficacias más altas se alcanzan con las dosis media y alta de propargite, con resultados similares al dicofol. La más baja se obtiene con azufre en polvo humedecible, la cual disminuye en los diferentes intervalos muestreados.

De las tres dosis de azufre en concentrado soluble (Fig.), la que mayor efectividad tuvo y mayor disminución de la población de ácaros se observó fue a la dosis de 2,5 kg i.a./ha, donde hubo diferencia significativa con respecto al azufre en polvo humedecible y con la dosis baja y media del producto probado. Esta variante con la dosis más alta tuvo una eficacia similar a la obtenida por el dicofol y el propargite. Esto concuerda con lo planteado por Ochoa *et al.* (1991) y Almaguel (1996) sobre la susceptibilidad de *P. latus* a productos a partir de azufre.

## CONCLUSIONES

- Propargite a la dosis de 1,0 a 1,5 kg de i.a./ha resultaron ser los mejores tratamientos.

- El azufre en concentrado soluble resultó más eficaz que el azufre en polvo humedecible en el combate de *P. latus* para cada una de las dosis ensayadas. La dosis de 2,5 kg i.a./ha fue la más efectiva.

## REFERENCIAS

- Almaguel, R.; L.: «Biologie, ecologie de *Polyphagotarsonemus latus* du Piment, dans La Havane (Cuba)», tesis presentada para obtener el grado de doctor en la especialidad de Ciencias Biológicas, 1978.
- Almaguel, Lérica: «Ácaros de importancia económica en Cuba», *Boletín Técnico*, La Habana (2), mayo 1996.
- Almaguel, L.; L. R. Machado; I. Cáceres: «Nuevas plantas hospedantes del ácaro *Polyphagotarsonemus latus*», *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Protección de Plantas*, La Habana, 7(1): 99-108, feb. 1984.
- Barberá, C.: *Pesticidas agrícolas*, Instituto del Libro, La Habana, 1970, pp. 30-31.
- Buchbinder, E.: «Desarrollo actual en formulaciones de plaguicidas y sus perspectivas», Tercer Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal, anexo, resúmenes, 23-27 de junio de 1997, p 15.

- CIBA-GEIGY: *Manual para ensayos de campo en protección vegetal*, 2a. ed. revisada y ampliada, 1981.
- Jeppson, L. R.; H. H. Keifer; E. W. Baker: *Mites Injurious to Economic Plants*, t. 1, cap 3, University of California, Press Berkeley-Los Angeles-London, 1975.
- Lacasa, A.: «El control integrado de las plagas en los cultivos hortícolas de Murcia: estado actual y perspectivas», serie: Congresos 10. «Insecticidas de origen natural y protección integrada y ecológica en agricultura». Región de Murcia. Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. 1997, p. 97.
- Murguido, C.: *Principales plagas de la papa y medidas para su combate*, Tercer Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal, La Habana, INISAV, 1997.
- Peinado, J. J.: «La lucha biológica como componente del control integrado de plagas», *Phytoma*, España no. 81, 1996.
- Ochoa, R.; H. Aguilar; C. Vargas: *Ácaros fitófagos de América Central. Guía ilustrada*, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, 1991.
- Pérez, R.; L. Almaguel: «Nuevos hospedantes de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)», *Ciencia y Técnica de la Agricultura. Protección de Plantas*, La Habana 11(4), 1988.
- Pérez, R.: «Ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus* Beer y nucifera 1965, familia Tarsonemidae) en plantaciones de papa», *Boletín Técnico*, La Habana (3), jul. 1990.
- Schoonhoven, A. J. et al.: «Biología, daño y control del ácaro tropical *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) Acarina, Tarsonemidae en frijol», *Turrialba* 38 (1):77-80, ene.-marz. 1978.

## PROGRAMA DE MANEJO SOSTENIBLE DE MALEZAS CON USO RACIONAL DE HERBICIDAS EN EL CULTIVO DE LA PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM*, SW)

E. Paredes, R. C. García, F. La O, E. Pérez y Tamara Mateo

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 No. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

### RESUMEN

Los enmalezamientos son uno de los mayores obstáculos que presenta el cultivo de la papa por las cuantiosas pérdidas que causan. El clima tropical de Cuba beneficia su desarrollo, pudiendo provocar una disminución de un 30-40% en los rendimientos, lo que obliga a invertir grandes recursos para atenuar estos efectos. Desde 1991 se ha venido insistiendo en la necesidad de introducir un programa de lucha contra las malezas basado en su registro y pronóstico, el conocimiento de sus particularidades bioecológicas y el establecimiento de diferentes métodos de lucha compatibles entre sí, a fin de llevar los enyerbamientos a niveles que no perjudiquen los rendimientos agrícolas. Después de un vasto plan de extensión a nivel nacional mediante conferencias, plegables, seminarios y demostraciones a nivel de base, se ha realizado la generalización del programa en 9 400 ha para más de un 50% de introducción, en las que se ha logrado disminuir enmalezamientos de difícil eliminación de dominantes a no dominantes.

Palabras claves: malezas, herbicidas, papa, rotación, manejo integrado

### ABSTRACT

Weeds are one of the biggest obstacles that presents on potato crop, which cause considerable losses. Cuban tropical climate benefits its development, being able to cause a decrease of 30-40% in yields, what forces to invest big resources to attenuate these effects. From 1991 it has been come insisting in the necessity of introducing a fight program against the overgrowths, based to each other on their registration and presage, the knowledge of their biological particularities and the establishment of different compatible fight methods, in order to take the weeds at levels that they don't harm the agricultural yields. After a vast plan at national level, by means of conferences, folding, seminars and demonstrations at base level, its has been carried out the generalization of the program in 9 400 ha, it has had more than 50% introduction in those that it has been possible to diminish weeds of difficult elimination of dominant to not dominant.

Key words: weeds, herbicides, potato, rotation, integrated management

### INTRODUCCIÓN

La aplicación del manejo integrado de malezas requiere de conocimientos básicos sobre la biología de las especies dominantes [La O *et al.*, 1994; Labrada y Parker, 1996; Pérez *et al.*, 1997], el empleo del umbral de daño y económico de aquellas especies de difícil manejo [Paredes y *et al.*, 1999; Pérez *et al.*, 1997], del período crítico de competencia, del uso adecuado de los métodos de preparación de suelo, del empleo correcto de las rotaciones y alternancias de cultivos y la aplicación correcta de los herbicidas [Andino, 1989; Pérez, 1996].

El uso inadecuado de las técnicas de manejo de malezas en muchas ocasiones hace que el agricultor tenga que gastar altos insumos, mientras que con un programa adecuado pueden resolverse los problemas sin costos adicionales y sin causar el deterioro del medio con la contaminación por residuos fitotóxicos al suelo que causen daños irreparables en las pérdidas de cosechas futuras. La mayor limitante para el desarrollo de un manejo de malezas adecuado en un país en desarrollo es la ausencia de la conciencia por parte de los agricultores y oficiales de los gobiernos acerca de las

pérdidas que provocan las malezas y los métodos existentes para su control [Labrada y Parker, 1996].

El objetivo principal de este programa es llevar al productor del cultivo de la papa los métodos y tecnologías con que pueda reducir los gastos en que incurre para el control de malezas, así como una metodología para su posible uso y adaptación a las condiciones locales donde se quiera implantar el manejo de malezas.

#### Principales malezas del cultivo

En el levantamiento ecológico realizado a 4 730 ha de papa se obtuvieron 76 especies de malezas y de acuerdo con la agrupación en tipos de enmalezamientos; la mayor proporción está representada por las gramíneas y otras dicotiledóneas anuales con 17 y 33 especies, respectivamente [Pérez *et al.*, 1990].

Entre las especies detectadas se destacan como más importantes en el cultivo: *Cyperus rotundus* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Echinochloa colonum* (L.) Link., *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton, *Parthenium hysterophorus* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Amaranthus* sp y *Eleusine indica* (L.) Gaertn (Tabla 1).

Tabla I. Malezas predominantes en el cultivo de la papa en Cuba

Nombre científico	Nombre vulgar	Frecuencia (%)	Frec. dominancia (%)
<i>Brachiaria fasciculata</i>	Gambutera	3,0	-
<i>Brachiaria platyphylla</i>	Gambutera	3,6	-
<i>Cenchrus echinatus</i>	Guizazos	3,7	-
<i>Echinochloa colonum</i>	Arrocillo	41,2	18,0
<i>Eleusine indica</i>	Pata de Gallina	34,4	3,3
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Sancaraña	32,2	10,7
<i>Cynodon dactylon</i>	Hierba Fina	24,3	12,7
<i>Sorghum halepense</i>	Don Carlos	22,2	7,0
<i>Commelina erecta</i>	Canutillo	3,3	-
<i>Commelina diffusa</i>	Canutillo	3,2	-
<i>Cyperus rotundus</i>	Cebolleta	72,5	27,8
<i>Walteria indica</i>	Malvas	3,5	-
<i>Ipomoea sp.</i>	Bejuco	3,9	-
<i>Amaranthus dubius</i>	Bledos	17,4	-
<i>Amaranthus viridis</i>	Bledos	10,4	5,1
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Lechosas	8,5	8,2
<i>Parthenium hysterophorus</i>	Escoba amarga	29,0	11,1
<i>Portulaca oleracea</i>	Berdolaga	23,7	7,0
<i>Solanum nigrum</i>	Hierba mora	0,8	-

García y Fernández Quintanilla (1997) plantean que las malezas se agrupan en comunidades de acuerdo con la adaptación a los sistemas de rotación de cultivos, a las técnicas de laboreo y a los tratamientos de herbicidas. En Cuba las asociaciones están directamente vinculadas con las rotaciones, pero los métodos de preparación juegan un papel predominante. Los sistemas de manejo del cultivo tienen una elevada influencia en la composición y población de malezas; las inter cosechas (siembras de primavera) afectan notablemente la incidencia de gramíneas anuales y perennes, *C. rotundus*, *Amaranthus* spp. y *Commelina* spp., lo que se relaciona con su mayor proliferación en las condiciones más favorables de humedad y temperatura. Como excepción se incluye a *P. hysterophorus*, que se distribuye fundamentalmente por los efectos de los cultivos principales, debido a que en la mayoría de ellos se usan los mismos herbicidas que son inefectivos contra esta especie [Pérez et al., 1992].

Para denominar los tipos de enmalezamiento existen distintos criterios de agrupación, pero los más prácticos y de uso son los que se estiman teniendo en cuenta la respuesta a los métodos actuales de lucha, por lo que, según Pérez (1987), se establecieron los siguientes tipos.

- Gramíneas anuales.
- Otras monocotiledóneas anuales.
- Gramíneas perennes.
- Otras monocotiledóneas perennes.
- Plantas leñosas.
- Bejuocos.
- Otras dicotiledóneas anuales.
- Otras dicotiledóneas perennes y parásitas.

En las áreas de papa pueden localizarse siete tipos de asociaciones atendiendo a su predominancia y dominancia. Dichas asociaciones están determinadas por los tipos y las labores de preparación de suelo, los cultivos que se usan como alternantes, y un factor determinante en muchas ocasiones lo constituye el uso repetido de los mismos herbicidas. Los tipos de mayor frecuencia de aparición en los campos son los siguientes:

- Malezas anuales sin especies dominantes.
- Malezas anuales con dominio de lechosa y escoba amarga.
- Malezas anuales con dominio de sancaraña, gambutera y arrocillo.
- Malezas anuales con dominio de dicotiledóneas y Don Carlos.
- Malezas anuales con dominio de gramíneas y cebolleta.
- Malezas anuales con dominio de Don Carlos y cebolleta.
- Malezas anuales con dominio de dicotiledóneas y cebolleta.

#### Daños que causan las malezas a la papa

Uno de los problemas que más ha preocupado a los productores de papa se refiere a los altos gastos en que incurren por el concepto de control de las malezas, reflejados en la preparación de los suelos, aplicaciones de los herbicidas y las labores de escardas adicionales, que en determinados momentos es necesario ejecutar para poder recoger una cosecha libre de malezas [Ladrada, 1983]. Sin embargo, además del daño directo por la competencia, se plantean otros de tipo indirecto, dados por el efecto que ocasionan como plantas venenosas, produciendo alergias al hombre y a los animales, contaminando cosechas con sus semillas o partes vegetativas u obstruyendo y dificultando la recogida y la cosecha mecarizada; asimismo, como hospederas

de plagas y/o enfermedades y, en última instancia, como plantas alelopáticas, produciendo sustancias que reducen el crecimiento y la producción [García y Pérez, 1994; Harrison *et al.*, 1986; Labrada *et al.*, 1986]. Dentro de las malezas se

conoce un grupo numeroso que son fuente de contaminación, unas como hospederas de virus y otras de hongos fitoparásitos, bacterias y plagas de insectos [Pitty, 1997] (Tabla 2).

Tabla 2. Principales malezas hospederas de plagas y enfermedades que se localizan en la papa en Cuba

Malezas	Enfermedades producidas por virus		Enfermedades producidas por hongos			Plagas					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>S. halepense</i> (Don Carlos) <i>C. dactylon</i> (Hierba fina)						X					
<i>R. cochinchinensis</i> (Sarcaraña)						X					
<i>Echinochloa</i> spp. (Arrocillo)						X					
<i>Eleusine indica</i> (Para de gallina)						X					
<i>Brachiaria</i> spp. (Gambutera)						X					
<i>Digitaria</i> spp						X					
<i>P. hysterophorus</i> (Escoba amarga)							X	X		X	
<i>E. heterophylla</i> (H. lechera)						X	X	X	X	X	
<i>Amaranthus</i> spp. (Bledos) <i>P. oleracea</i> (Verdolaga)			X			X	X	X	X	X	X
<i>D. stramonium</i> (Chamico)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>S. nigrum</i> . (Hierba mora)	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Physalis angulata</i> (Hierba de chivo)	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Nicandra physaloides</i> (Nicandra)	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Sonchus oleraceus</i> . (Cerraja)			X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Sida</i> spp (Malvas)		X			X	X	X	X	X	X	X
<i>B. erecta</i> (Tostón)		X			X	X	X	X	X	X	X
<i>Cleome</i> spp. (Volantin)						X		X	X	X	

1) PVY; 2) PLRV; 3) *Alternaria solani*; 4) *Phytophthora infestans*; 5) *Fusarium* spp; 6) *Lepidópteros*; 7) Afidos; 8) *Benisia* spp; 9) *Thrips*; 10) Acaros; 11) Nemátodos.

En algunos casos ha sido demostrado que el fenómeno directo de competencia no es la causa fundamental por la que se toman medidas de lucha contra algunas especies, sino para evitar los efectos indirectos sobre los cultivos. Por ejemplo, en papa la incidencia de *Euphorbia heterophylla* L. al final del ciclo del cultivo no permite que las aplicaciones de fungicidas e insecticidas lleguen al blanco biológico. En otros casos, sin estar viva la maleza, se tienen efectos nocivos de esta debido a la producción de toxinas en el proceso de descomposición de la materia orgánica, sin contar los fenómenos ligados a la relación C/N que pueden reducir la disponibilidad de N para las plantas.

Por otro lado, el conocimiento de las particularidades bioecológicas de las malezas reviste una tremenda importancia en la determinación de los métodos de lucha que han usarse. En ocasiones, los sistemas de manejo fallan debido a que se tratan de forma similar especies de malezas próximas desde el punto de vista botánico, pero diferentes en su comportamiento.

A partir del conocimiento de la bioecología de las malezas, muchas veces se puede asumir el uso de determinada tecnología, la cual estaría sujeta a reajustes locales.

No se pueden tratar de la misma forma todas las malezas que se reproducen por semilla. Puede haber

una marcada diferencia en la estrategia de lucha entre las que tienen una alta viabilidad inmediata a su maduración y aquellas con determinado período de latencia. Por otra parte, las malezas que se reproducen por propágulos vegetativos requieren de métodos completamente diferentes a los anteriores.

Las especies de reproducción por órganos vegetativos no siempre son más difíciles de combatir que las de reproducción por semillas. Esto depende, en las anuales, del nivel de producción de semillas, su viabilidad, longevidad, latencia, ciclo biológico y número de generaciones anuales y, en las perennes, del nivel de producción de órganos autogenerantes, su resistencia al medio, y en general, para los dos casos, del conjunto de métodos de lucha disponible.

Es muy importante conocer las fases fenológicas de las malezas, y en particular en las que las plantas son susceptibles a los métodos de lucha establecidos, así

como las etapas en que comienzan a comportarse con mayor resistencia a su eliminación. En las de reproducción vegetativa, además, debe existir una caracterización de la parte visible de la planta que nos refleje el período en que comienzan a reproducirse los órganos subterráneos importantes en su propagación.

A través del manejo de las vías de propagación en cada condición particular, sea por la materia orgánica que se incorpora al suelo, los sistemas de riego, los animales, el viento, los implementos y las semillas, podemos atacar las fuentes de infestación y reinfestación mediante diferentes medidas cuarentenarias. Así, por ejemplo, *Cynodon dactylon* (L.) Pers. puede ser introducida en diferentes áreas a través de la materia orgánica.

A continuación se señalan algunas de las particularidades bioecológicas de diferentes malezas de importancia económica en Cuba y en otros países de la región centroamericana y del Caribe (Tabla 3).

Tabla 3. Particularidades bioecológicas de importantes malezas en Cuba

Maleza	Reproducción	Ciclo	Inicio de (días)		Producción de		Por ciento de germinación de semillas (meses)			
			Floración	Fructificación	Propágulos vegetativos	Semilla (miles)	Órgano vegetativo	0	3	6
<i>R. cochinchinensis</i>	S	A	37	45	-	2	-	5	-	-
<i>E. colonum</i>	S	A	44	48	-	5	-	93	97	87
<i>S. halepense</i>	S,R	P	70	75	63-R	17	189-R <sup>3</sup>	6	63	25
<i>E. indica</i>	S	A	52	59	-	30	-	60	-	-
<i>C. dactylon</i>	S,R,E	P	90	97	22-E	76,8 <sup>1</sup>	34R <sup>2</sup>	0,8	-	-
<i>C. rotundus</i>	S,B,R,T	P	33	40	16-T	0,6 <sup>2</sup>	100T <sup>3</sup>	0,8	-	-
<i>A. dubius</i>	S	A	28	40	-	17	-	96	95	92
<i>P. hysterophorus</i>	S	A	-	-	-	-	-	0,3	4,5	17
<i>P. oleracea</i>	S	A	-	-	-	-	-	68	100	-
<i>E. heterophylla</i>	S	A	-	-	-	-	-	7	34	68

E-Estolones, B-Bulbos basales, T-Tubérculos, S-Semillas, R-Rizomas, A-Anuales, P-Perennes, <sup>1</sup>-por m<sup>2</sup> a los tres meses, <sup>2</sup>-por espiga, <sup>3</sup>-a los 180 días por plantas, <sup>4</sup>-a los 150 días, <sup>5</sup>-a los 90 días.

Por todo lo antes señalado, al menos de las malezas más importantes en cada región donde se va a establecer el manejo integrado, es necesario conocer los aspectos más importantes de su biología y verificarlos en las condiciones de suelo y clima particulares (Fig. 1).

#### Método de evaluación de malezas

Para conocer los tipos y grado de cubrimiento de las malezas en campo se realiza el registro o levantamiento

ecológico en la fase del período crítico del cultivo anterior o en la fase de barbecho; si no se ha sembrado en esa campaña se determinan las malezas dominantes y predominantes en porcentaje de cobertura, según la escala de cuatro grados de Maltsev [Pérez et al., 1990].

Para establecer un programa sostenido de lucha contra malezas con uso racional de herbicidas en papa, el primer aspecto lo constituye el conocimiento de la composición botánica, para lo cual se han establecido diferentes

métodos, unos basados en el levantamiento ecológico y otros en programas de pronóstico [Pérez, 1996], pudiendo ser aplicados en función del nivel de desarrollo

y posibilidades de ejecución de los productores y técnicos a nivel de cada CPA, UBPC y otras unidades de producción.

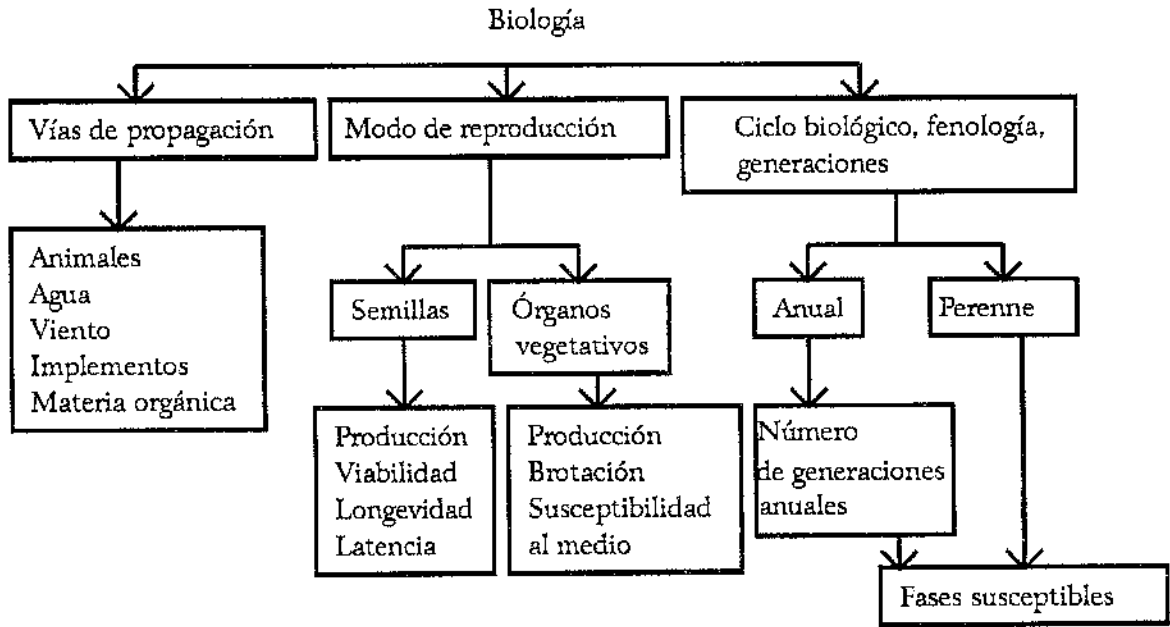


Figura 1. Aspectos importantes en la bioecología de malezas.

### Levantamiento ecológico

El levantamiento ecológico basado en la estimación visual de la cobertura de cada especie se realiza en Cuba desde hace más de quince años. En este caso los campos de papa se recorren en diagonal al final del ciclo del cultivo anterior, y se estima el porcentaje de cubrimiento de cada especie en una escala de cuatro grados, donde 1 representa hasta 5% de cobertura; 2 entre 6 y 25%; 3 entre 26 y 50%; y 4 más de 50%. Se definen como malezas dominantes las que tienen grado 3 y 4 en la escala, y las predominantes aquellas que sobresalen con una mayor distribución en el área, pudiendo ser dominantes o no.

### Pronóstico de malezas

Se ha elaborado y puesto en práctica un sistema automatizado de pronóstico que permite determinar con un año de antelación los problemas de enmalezamiento por resolver [Mateos *et al.*, 1995]. El método incluye el conocimiento del potencial de semillas viables en el perfil de suelo de 0 a 20 cm, la asociación de malezas, los efectos de los cultivos siguientes y los herbicidas que se aplican (Fig. 2).

El control cultural de malezas es de naturaleza preventiva, tiene un efecto extendido en el tiempo, implica muy poco o ningún aumento en los costos

normales de producción siendo, en muchos casos, una táctica de propósito múltiple. Dentro de esta se encuentra la preparación del suelo, que incluye la aradura y operaciones de grada que implican el corte y volteo del suelo, pudiéndose reducir sustancialmente las poblaciones de malezas, insectos y cualquier clase de organismo nocivo, los que pueden morir por desecación o quedar expuestos al ataque de depredadores [Howell *et al.*, 1987; Fernández *et al.*, 1990].

La preparación del terreno es de vital importancia en la reducción de la población de malezas, pero su enfoque dependerá de la composición de especies. La O *et al.* (1997) señalan también los implementos, período del año, plazo entre labores, orden de labores y tiempo de preparación. Estos autores dan gran peso al uso del tiller y multiarado para extraer a la superficie los órganos autogenerantes. La O *et al.* (1995) comprobaron que el uso combinado de multiarado y tiller con intervalo no menor de 10 días entre labores reducen, notablemente, las poblaciones de *S. halepense* y *C. rotundus*; exponen que el mejor resultado se obtuvo con la variante que duró 40 días de ejecución con 10 días entre labores, roturando con un arado de discos, seguido de un pase de grada ligera, cruce con multiarado y dos pases de tiller; señalan que los métodos más deficientes fueron los realizados en nueve días. Kolesnikov (1974) comprobó que al efectuar desde tres hasta cinco araduras de 20-25cm de pro-

fundidad, con un intervalo de 15-20 días en la preparación del terreno para plantas de caña de azúcar en el período de sequía, contribuye a que una gran parte de los rizomas de *S. halepense* se sequen y perezcan. Esta tecnología es aplicada por muchos agricultores con

buenos resultados en lugares con dominio de plantas rizomatosas, pero sucede que en algunos casos no se hace un buen manejo, y al cabo de uno o dos años la situación se vuelve a complicar al presentarse altas poblaciones de la maleza que se había controlado.

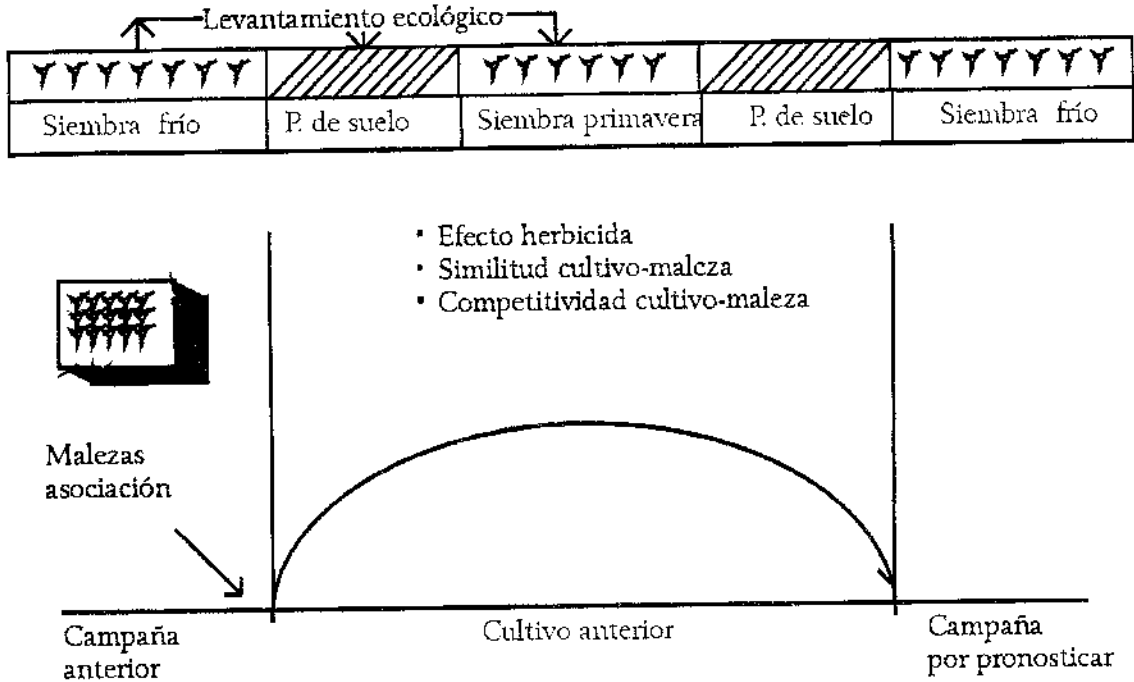


Figura 2. Levantamiento ecológico y pronóstico de malezas.

La labranza del suelo activa la germinación y la emergencia de plántulas en el campo [Taylor, 1970; Egley, 1986], aspecto que puede usarse contra malezas de reproducción por semillas, haciendo una labor de forma tal que elimine las distintas generaciones que se han sucedido durante un período de tiempo determinado. Se ha comprobado que la labranza favorece la permanencia de las especies anuales, cuya reproducción es por semilla sexual, pues el arado las lleva a la superficie donde germinan y entierra otras que permanecen como reserva [Williams *et al.*, 1983]. También influye en su dispersión al incorporarlas a diferentes profundidades [Evans y Young, 1972; Pareja, 1992]. Por su parte, Andino (1989) comprobó que las labranzas no afectan la población total de malezas emergidas en el campo ni la cantidad total de semillas almacenadas en el banco, pero sí afecta la densidad de algunas especies.

La determinación del potencial de semillas viables en el suelo se determina en el lapso comprendido entre el final del período crítico del cultivo y el momento de la cosecha de la papa de la campaña anterior (Fig. 3), para lo cual se toman muestras de suelo en las diagonales del campo en un número equivalente al total de hectáreas más siete. Este suelo se deposita en recipientes de 40 x 40 cm de lado y 10 cm de alto, manteniéndolos en condiciones de buena

humedad durante 20-25 días para determinar y contabilizar las malezas por especies.

Con toda la base de datos antes señalada se puede usar el sistema automatizado, el que incluye la introducción de información, procesamiento de resultados directos en la población de plantas/m<sup>2</sup> y la transformación de los datos a una escala de siete grados para determinar la gradología de la cobertura y un último menú de consulta. Este sistema puede ser usado en cualquier computadora IBM compatible, lo que garantiza y facilita la obtención rápida de los resultados del pronóstico y la preparación de archivos de datos para el procesamiento de la información [Pérez, 1997].

### Control de malezas

A partir del levantamiento ecológico de malezas se determinan los tipos de enmalezamientos a nivel de cada campo. En función de estos se procede a la determinación del método de preparación de suelo más adecuado para el tipo de malezas que predomina. Para malezas perennes que se reproducen por rizomas, estolones y bulbillos debe garantizarse, al menos a partir del cruce, el uso del multitarado y el tiller en forma de cruz con intervalo de 8-10 días entre labores, tiempo suficiente para favorecer la deshidratación

en los meses de abril-agosto en que es mayor el régimen de temperatura y luz. Para las malezas anuales que se reproducen por semillas es necesario el uso del arado de disco para eliminar las posibles reventazones y reducir de esta

forma el número de semillas viables en el banco de semillas del suelo. De acuerdo con las características de los enmalezamientos de cada campo se determinan los métodos de preparación de suelo por emplear.

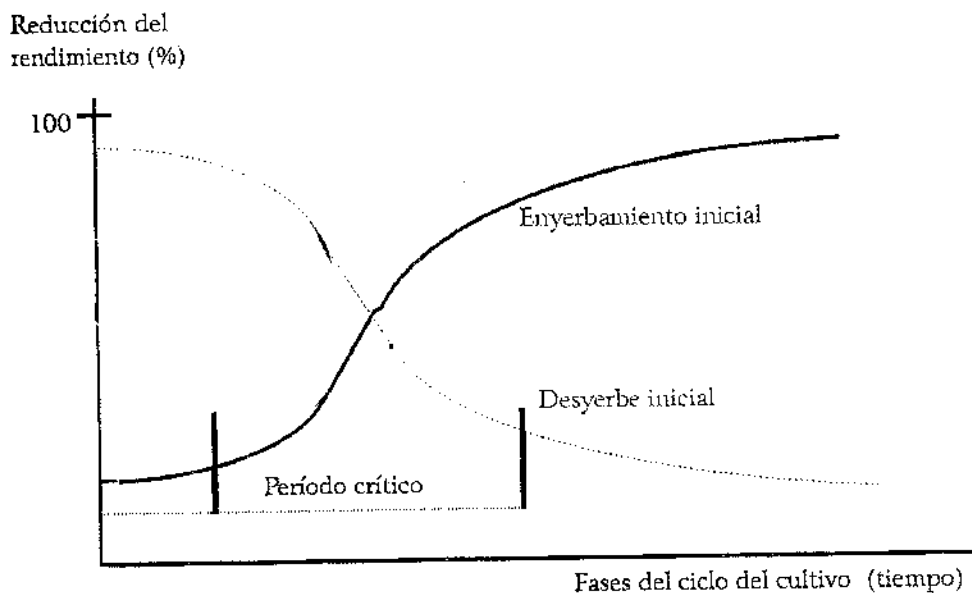


Figura 3. Esquema general de período crítico de competencia de malezas.

### Labores de preparación de suelo

El cultivo de la papa requiere, en primera instancia, de un suelo bien preparado a una profundidad no menor de 30 cm que permita levantar canchales lo suficientemente altos para el mejor desarrollo de los tubérculos; además, el sistema de preparación deberá tener en cuenta sus propiedades hidrofísicas, en particular la compactación, erosión, disponibilidad de nutrientes, incidencia de plagas y enfermedades del suelo, así como la posibilidades que este ofrece para utilizar los implementos de acuerdo con las malezas por combatir, por lo que el sistema que ha de usarse deberá analizar todos los factores, dando mayor prioridad a aquellos vistos como factores limitantes de la producción [La O *et al.*, 1997].

Para la lucha contra las malezas es necesario considerar que las que se reproducen por semillas, con alta viabilidad, deberán ser combatidas con labores después de la brotación masiva y antes de la floración en el período lluvioso, para lo cual se puede disponer de distintos implementos, tales como arado de disco o vertedera, grada de disco o pinchos, multiarado, tiller y otros. Los plazos entre labores para combatir estas malezas están vinculadas a que existan condiciones para la germinación y brotación; en situaciones normales se requieren entre 12-15 días de intervalo.

Las malezas que se reproducen por órganos vegetativos (rizomas, estolones, tubérculos, bulbos basales, etc.), requieren de tiller y multiarado para elevar a la superficie los órganos autogenerantes durante el período seco y provocar su desecación. Con tres o cuatro pases de estos implementos se reducen sustancialmente dichas especies. El período entre labores depende de la susceptibilidad de sus órganos a la desecación y pérdida de viabilidad. Por ejemplo, en los casos de *C. rotundus* y *S. halepense*, este período es de siete a diez días [Labrada *et al.*, 1982].

Se puede asumir que las malezas de reproducción por semillas con una elevada viabilidad podrán ser combatidas a través de labores dadas después de una brotación masiva (reventazón), antes de la floración en período lluvioso, para lo cual se puede disponer de variados tipos de implementos (arados de discos (A.D.) o vertedera (A.V.), gradas de discos o pinchos, multiarado (M.A.), tiller, grada rotativa, etc.). Por otro lado, las malezas que se reproducen por órganos vegetativos (rizomas, estolones, tubérculos, bulbos basales, etc.), requieren de tiller y multiarado para llevar a la superficie los órganos autogenerantes durante el período seco, con el objetivo de provocar la desecación de estos. Con tres o cuatro pases de tiller al final de la preparación se reducen sustancialmente dichas especies.

Los plazos entre labores para combatir malezas de reproducción por semillas están vinculados a que existan condiciones para la germinación de estas, en el que las lluvias juegan un papel fundamental. En condiciones normales, durante el período lluvioso, se requieren entre 12-15 días entre labores. Las de reproducción vegetativa, una vez que se hayan elevado los restos vegetales a la superficie del suelo, deberá esperarse un tiempo que estará en dependencia de la susceptibilidad de estos órganos a la desecación y pérdida de viabilidad. Por ejemplo, en el caso de *C. rotundus* es de 7-9 días, y *S. halepense* de 8-10 días [La O *et al.*, 1992].

### Rotaciones de cultivos

Para el manejo de malezas es de vital importancia conocer cada tipo de enmalezamiento, pues existen varias opciones de rotación en función de esta problemática a nivel de campo. La estructura de las áreas de siembra no establece por sí mismas las rotaciones de cultivos. Esta es la fundamentación científica de la alternancia de cultivos y barbecho en tiempo y espacio, realizado en un orden determinado, y depende, en primera instancia, de las condiciones climáticas y su distribución temporal. Una parte importante de los problemas de enmalezamiento en áreas de papa que no se resuelven en el período del cultivo puede ser reducida con los sistemas de rotación. En este sentido deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

1) Los sistemas de manejo del cultivo tienen una elevada influencia en la composición y población de malezas en Cuba. Las intersechas (siembras de primavera) afectan notablemente la incidencia de gramíneas anuales y perennes—*Amaranthus* spp.—, y *Commelina* spp., lo que se relaciona con su mayor proliferación en las condiciones más favorables de humedad y temperatura. Como excepción se incluye a *P. hysterophorus* y *C. rotundus*, que se distribuye fundamentalmente por los efectos de los cultivos principales, debido a que en la mayoría de los casos se usan los mismos herbicidas que son inefectivos contra estas especies.

2) El sistema de rotación también juega un papel importante. En general, las rotaciones variables conducen a los mejores resultados, ya que no permite que se manifiesten repetidamente las mismas condiciones que contribuyen al crecimiento poblacional de determinadas especies. Además, pueden variarse los herbicidas, lo que posibilita que no se produzcan altas brotaciones de las mismas malezas.

3) En los diferentes cultivos existen variedades o clones que por su potencial competitivo y alelopático, conducen a los mejores resultados en la lucha contra malezas [Dildey *et al.*, 1992, Harrison and Peterson,

1996]. La competitividad está relacionada con la arquitectura de la planta, tipo, posición, forma de las hojas en la planta y su cubrimiento y precocidad. Por ejemplo, el boniato clon Censa 78354, frijol variedad Cueto 25-9 y Bat 304, y en papa la variedad Red Pontiac son muy positivas en la lucha contra gramíneas y *C. rotundus*. Por otra parte, se ha demostrado que el potencial competitivo y alelopático igualmente está relacionado con las ventajas de algunos clones de distintos cultivos, como es el caso del boniato y las variedades de girasol, frijol de terciopelo y el millo, entre otros.

4) Al señalar un cultivo adecuado contra determinadas malezas está implícito no solamente los aspectos que la planta puede aportar como tal, sino también la tecnología que este implica, por lo que los métodos de lucha establecidos en cada caso, incluyendo los herbicidas que periódicamente se usan, son un aspecto importante. En ocasiones se rotan los cultivos, pero se mantienen los mismos herbicidas, lo que hace menos efectivo el manejo. Cada cultivo se caracteriza por un conjunto de labores y operaciones que se le pueden realizar, y esto constituye un elemento de rotación. A partir de los resultados experimentales, algunos sistemas de rotaciones en papa tienen gran valor en la lucha contra malezas.

Contra *R. cochinchinensis*, otras gramíneas anuales y *S. halepense*, son adecuadas las secuencias que comienzan con intersechas permanentes o variables de boniato, seguido de leguminosas (soya o frijol de terciopelo) y papa como cultivo principal. En áreas fuertemente infestadas con la última maleza señalada, el sistema boniato-papa reduce sustancialmente su presencia. Contra *C. rotundus* resultan adecuados los barbechos dirigidos y las intersechas con cultivos cobertores como el boniato, soya, girasol, millo y maíz en rotación con papa. Los campos de papa infestados con *Amaranthus* spp. y otras dicotiledóneas anuales se mantienen con índices de incidencia muy bajos en áreas que comienzan la rotación con maíz, seguido de boniato como intersecha. En todas las rotaciones de papa y maíz permanente no aumenta *P. hysterophorus*, pero sí se incrementan las gramíneas [Pérez *et al.*, 1992].

Las rotaciones permanentes de maíz-papa incrementan las gramíneas, las de cebolla incrementan a *C. rotundus*, mientras que frijol y soya incrementan a *P. hysterophorus*.

Ejemplos del aprovechamiento del potencial alelopático de los cultivos son la siembra de maíz a 45 x 25 cm, e incorporado al suelo cuando alcanza 50-60 cm de altura, con una producción de masa vegetal de 6,4 kg/m<sup>2</sup>, y siembra posterior de maíz o frijol con reducciones sus-

tanciales de la población de *R. cochinchinensis*, *C. rotundus*, *S. halepense* sin afectar los rendimientos de los cultivos y con reducciones del 25% en el consumo de herbicidas [García, 1994].

En general las leguminosas *Canavalia ensiformis* (L.) P.D.C. y *Stizolobium deeringianum* Bort han demostrado ser importantes especies en sistema de rotación, lo cual está asociado a la producción de toxinas, además de fijar nitrógeno simbióticamente.

Las rotaciones de cultivos en áreas fuertemente infestadas por malezas deben estar basadas en la inclusión de aquellas plantaciones más precoces y cobertoras, y que además permitan el desarrollo de métodos convencionales de lucha, teniendo en cuenta que no existe una rotación más adecuada en general; pero sí es importante el orden de los cultivos en las secuencias para aprovechar su competitividad y capacidad alelopática. No obstante, no debe olvidarse tener presente la incidencia de nemátodos, ácaros y las enfermedades que se encuentran en el suelo, por lo que se aconseja el uso de las variedades con resistencia a determinado problema cuando este sea necesario.

Contra Don Carlos y gramíneas anuales son convenientes los esquemas boniato-papa-leguminosa-papa y boniato-papa-boniato-papa. Contra cebolleta los sistemas de rotaciones que contribuyen a reducir su población son: maíz-papa-boniato-frijol, maíz-leguminosa-boniato-frijol, maíz-frijol-boniato-papa y sorgo-leguminosa-boniato-frijol.

Para la lucha contra escoba amarga y otras dictotiledóneas anuales resulta más adecuado el sistema que incluye maíz o sorgo-papa-maíz-sorgo, en todos los casos con el uso de los herbicidas convencionales recomendados.

Las rotaciones pueden considerarse como una clase especial de asociaciones donde las plantas son colocadas en relevo y no interplantadas. Pueden ser altamente efectivas para evitar daños serios de plagas, incluyendo bacterias, hongos, nemátodos y malezas. Esta técnica es exitosa cuando se rotan plantas con amplia separación taxonómica [Howell, 1987]. Un buen ejemplo lo constituye el sistema de maíz-frijol y el de sorgo-maíz, este último poco efectivo por no cumplir los requisitos antes planteados.

#### Labores agrotécnicas

En el cultivo de la papa son fundamentales las labores de aporque, en primera instancia para ampliar el área de desarrollo de los tubérculos y dar mayor superficie al crecimiento de los tallos, así como para evitar el exceso de pérdida de humedad y cubrir la segunda fertilización cerca de las raíces. Otro efecto sumamente importante lo constituye la eliminación de

malezas, por lo que dado en el momento oportuno antes del cierre del cultivo, contribuye a extender por un tiempo adicional la plantación libre de malezas. En ciertas circunstancias se requieren de algunas labores de cultivo para eliminar malezas, siendo más adecuado en estos casos la tracción animal con cultivadores tipo tiller. La clave del éxito de estas labores está en su utilización cuando las malezas están en estado de plántulas. Los desyerbes con guataca, machete, cuchillo, otros implementos, y a mano, constituyen una vía emergente para resolver los problemas de malezas en plantaciones; sin embargo, en muchos casos pueden producirse afectaciones a la plantación. Estos se justifican en áreas donde se requiera de la eliminación de especies peligrosas y agresivas como *S. halepense* y *E. heterophylla*.

#### Uso de herbicidas

El uso de herbicidas en papa deberá considerar la selección de sustancias y dosis más adecuadas, la selectividad del cultivo, la necesaria rotación de herbicidas, la utilización de estos en el momento óptimo con los medios y parámetros de aplicación y condiciones adecuadas que lo hagan más efectivo y menos riesgoso, teniendo en cuenta el historial del campo y el monitoreo de residuos en el suelo. Para la lucha contra malezas en papa, durante los últimos veinte años se han evaluado con resultados satisfactorios un grupo numeroso de herbicidas (Tabla 4).

## CONCLUSIONES

- El desarrollo de programas sostenibles de manejo de malezas requiere del conocimiento de la flora que ha de combatirse como premisa fundamental, lo que se logra a través del levantamiento ecológico o pronóstico, el dominio de las particularidades bioecológicas de las malezas y la selección de los métodos de lucha sobre la base de estos elementos.
- Entre los métodos de lucha se han analizado los sistemas de preparación de suelo, las rotaciones y alternancia de cultivos, las labores agrotécnicas y el uso de herbicidas; no obstante, podrán ser incorporadas otras alternativas, ya sea por nuevas investigaciones o por innovaciones de los productores.
- El sistema automatizado para el manejo de malezas permite determinar las medidas de luchas que el productor debe tomar (preparación de suelo, uso de herbicidas, rotación adecuada, etc.), teniendo en cuenta el problema de enmalezamiento en cada campo, determinado por el levantamiento ecológico o por pronóstico en forma rápida y precisa.
- Esta información actualizada es de gran utilidad para especialistas y técnicos de la base en el tema y como guía

Tabla 4. Herbicidas en papa con resultados satisfactorios bajo las condiciones de Cuba

Herbicidas	Dosis (kg/ha i.a.)	Malezas que combate	Momento de aplicación
Prometrina	2,0	Gram y dicot. anuales	Preemergencia total
Napropamida	2,5	Gram y dicot. anuales	Preemergencia total
Ametrina	2,4	Gram y dicot. anuales	Preemergencia, suelo pesado
Oxadiazón	1,0	Gram y dicot. anuales	Preemergencia
Metribuzín	0,5-0,7	Gram y dicot. anuales	Pre y postemergencia
Napropamida + metribuzín	1,5 + 0,5	Gram y dicot. anuales	Preemergencia
Prometrina + ametrina	2,0 + 1,6	Gram y dicot. anuales	Preemergencia total
EPTC	2,2	Gram y <i>C. rotundus</i>	5-7 días antes de la plantación e incorporado
Trifluralin	0,96	Gram y dicot. anuales	5-7 días antes de la plantación e incorporado
Pendimetalin	0,66	Gram y dicot. anuales	Preemergencia total
Linuron	1,00	Gram y dicot. anuales	Preemergencia total
Terbutrina	1,00	Gram y dicot. anuales	Preemergencia total
EPTC-prometrina	2,2-1,0	<i>C. rotundus</i> y malezas anuales	5-7 días antes de la plantación e incorporado
EPTC-trifluralin	2,9 + 0,72	<i>C. rotundus</i> y gramíneas	5-7 días antes de la plantación e incorporado
Setoxydím Quizalofop-etil Fluazifop-butil Propaquizafop	0,4-1,2 0,2-0,4 0,18-0,2 0,50-1,03	Gramíneas anuales y perennes	En cualquier estadio de la papa, y 4-8 hojas de las gramíneas anuales y 15-20 cm en <i>S. halepense</i>
Rimsulfuron	0,09	Malezas anuales	En postemergencia de las malezas de 4-6 hojas y en cualquier fase del cultivo.
Glyphosate Glufosinato de amonio	1,44-2,16 0,30	Malezas anuales y perennes	En postemergencia de las malezas, pero sólo en fase de preparación de suelo

de estudio y trabajo. Permite además almacenar en ficheros los datos del pronóstico y del levantamiento ecológico para un análisis posterior de los sistemas de producción en las CPA, CCS, UBPC y los territorios de cada municipio y provincia.

• Este software se desarrolló para ser operado en cualquier computadora IBM compatible, y está instalado en todas las empresas de cultivos varios y laboratorios provinciales de sanidad vegetal de todo el país.

## REFERENCIAS

- Andino, J. S.: «Efecto de las labranzas y rotación de cultivos sobre la población de malezas», tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica, Catie, 155, 1989.
- Dildey, R. H. et al.: «Weed Control with Crop Allelopathy», *Arkansas Farm Research* 41(4): 14-15, 1992.
- Evans, R. A.; J. A. Young: «Microsite Requirements for Establishment of Annual Rangeland Weeds», *Weed Science* 20(4): 350-56, 1972.
- Egley, G.U.: «Simulation of Weed Germination in Soil», *Weed Science* 2: 69-84, 1986.
- Fernández, E. et al.: «Manejo integrado de plagas en plantaciones de tabaco en Cuba», II Seminario Científico internacional de Sanidad Vegetal, 20-16 de abril, La Habana, 174, 1990.
- García, R.; E. Pérez: «Evaluación de la capacidad alelopática de algunas plantas», IX Fórum de Ciencia y Técnica, INISAV, 25-27 de octubre, 1994.
- García, T. L. M.; C. Fernández de Quintanilla: «Control integrado de malas hierbas», *Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas*, pp. 91-105, 1991.
- Howell H. V.; L. A. Keiti: «Utilización de prácticas culturales en el manejo integrado de plagas. Manejo integrado de plagas», Proyecto MIP/CATIE (4): 10-11, 1987.

- Harrison H. F.; J. K. Peterson: «Alelopathic Effects of Sweet Potatoes (*Ipomoea batata*) on Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) and Alfalfa (*Medicago sativa*)», *Weed Science* (34): 623-627, 1986.
- Kolesnikov, et al.: *Estudio de las características biológicas de S. halepense y métodos de control*, Serie Caña de Azúcar (83), La Habana, IICA, 1974.
- La O, F. et al.: «Aspectos biológicos de *Sorghum halepense*», *Plant Protection Bulletin* 42 (4): 201-206, 1994.
- La O, F. et al.: «La preparación de suelo y la solarización como elemento de lucha contra malezas y plagas del suelo», Resúmenes: X Forum de Ciencia y Técnica, INISAV, 26-28 de septiembre, 1995.
- La O, F. et al.: «Manejo agroecológico de malezas en papa», III Seminario Internacional de Sanidad Vegetal, Ciudad de La Habana, Cuba, 22-26 de junio, 1997.
- La O, F.; E. Pérez, E. Paredes: «Umbral de daño y económico de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton en papa y maíz», Taller Regional Manejo de la Maleza Caminadora *Rottboellia cochinchinensis*, Managua, 18-22 de mayo, FAO, 1992.
- Labrada, R.: «Las malezas en papa (*Solanum tuberosum* L.) y vía para su eliminación. Diferentes temas sobre el cultivo de la papa en Cuba», I Curso Intensivo sobre el Cultivo de la Papa. Ciudad de La Habana, 13-16 de diciembre, 1982.
- Labrada, R.; C. Parker: «El manejo de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas», *Manejo integrado de malezas para países en desarrollo*, no. 120, FAO, 1996, pp. 1-8.
- Labrada, R. et al.: «Alelopatía de malezas perennes sobre distintas plantas cultivables. Efecto sobre la germinación», *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Protección de Plantas*, 9(4):13-47, La Habana, 1986.
- Mateo, T. et al.: «Sistema automatizado para el manejo integrado de malezas en el cultivo de la papa», V Simposio Internacional sobre Sanidad Vegetal en la Agricultura Tropical, Centro de Investigaciones Agropecuaria, Universidad Central de Las Villas resúmenes 26-29 de noviembre, 1995.
- Paredes, E.: «Manejo agroecológico de malezas y otras plagas de importancia económica en la agricultura tropical», curso de posgrado desarrollado en febrero en Matanzas a los especialistas de Sanidad Vegetal sobre bases agroecológicas del MIP, 1999.
- Pareja, M.: «Seed Soil Necrosite Characteristics in Relation to Weed Seed Germination», Ph. D. Thesis. Ames Iowa, EEUU. Iowa State Univ., 1984.
- : «El manejo agroecológico de plagas: componente esencial de los sistemas agrícolas sostenibles», *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* (24-25): 44-45, 1992.
- Pérez, E.: *Métodos para el registro de malezas*. Taller de entrenamiento de manejo mejorado de malezas, Managua, Nicaragua. 25-29 mayo, FAO, MIDINRA, 1987.
- Pérez E. et al.: «Levantamiento ecológico de malezas en nueve de los principales cultivos de Cuba», MINAGRI-INISAV, 1990.
- Pérez, E.: «Manejo de malezas en la agricultura», *Boletín Agroalimentario*, año 1 (7):2, 1992.
- : «Manejo integrado de malezas en el cultivo de la papa», Curso Internacional de Papa, Ciudad de La Habana, 1996.
- Pérez, E. et al.: «Influencia de rotaciones de cultivos durante ocho años sobre la incidencia de *Sorghum halepense*», *Revista Agrotécnica de Cuba*, La Habana, 27 (1): 69-72, 1997.
- Pitty, A.: «Modo de acción de los herbicidas», *Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas*, El Zamorano, Honduras, 1997, pp. 243-270.
- Taylor, R. B.: «Changes in Dormancy and Viability of Weed Seeds in Soil», *Weed Science* 18: 265-69, 1970.
- Williams, F.; D. S. H. Drennan; R. J. Chacón: «Influence of Cultivation in Weed Floras of Arable Cropping Systems», *Journal of Applied Ecology* 20: 187-197, 1983.

# MODELO DE PRONÓSTICO DEL TIZÓN TEMPRANO (*ALTERNARIA SOLANI* SOR.) EN PAPA Y TOMATE EN CUBA

Guadalupe Gómez,<sup>1</sup> J. Rodríguez,<sup>1</sup> Ana Pedroso,<sup>2</sup> A. Sarmiento,<sup>3</sup> L. Castellanos,<sup>4</sup>  
Mercedes González, Consuelo Álvarez,<sup>5</sup> A. Hernández,<sup>6</sup> V. M. Pico<sup>7</sup> e Inés Figueroa<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5ta. B y 5ta. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

<sup>2</sup> Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de La Habana. Ave. 25 A no. 23011 e/ 230 y 234, La Coronela, Playa, Ciudad de La Habana, CP 13600

<sup>3</sup> Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Matanzas. Carretera Central Km 112, Gelpi, Matanzas

<sup>4</sup> Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Cienfuegos. Delegación Provincial del MINAGRI, Carretera de Palmira Km 4½, Cienfuegos, CP 55100

<sup>5</sup> Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Villa Clara. Carretera de Maleza Km 2½, Santa Clara, Villa Clara, CP 50100

<sup>6</sup> Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Ciego de Ávila. Carretera Central Extremo Oeste e/ 7 y 8, Vista Alegre, Zona 3, Ciego de Ávila, CP 65100

<sup>7</sup> Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Camagüey. Ave. Finlay, Km 2½ e/ Planta de Nitrógeno y Circunvalación Norte, Camagüey, CP 70100

<sup>8</sup> Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Sancti Spiritus. Delegación Provincial del MINAGRI, Carretera del Líbano Km 2, Sancti Spiritus, CP 64420.

## RESUMEN

El tizón temprano de la papa y el tomate causado por *Alternaria solani* Sor. es una de las principales enfermedades de estos cultivos en Cuba. Posterior al estudio, análisis y correlación de las dinámicas de esta patología con variables meteorológicas en diferentes zonas del país y durante varios años, se recomienda la utilización de un modelo sencillo que predice la aparición y posterior desarrollo de la enfermedad. El modelo considera que si durante dos días consecutivos se presentan condiciones favorables (humedad relativa media mayor o igual a 84%, o humedad relativa mínima mayor o igual a 60%, o ambas, temperatura mínima mayor o igual a 18°C y lluvias de 0,5 mm), y la plantación tiene más de treinta días de germinada, aparecerán los primeros síntomas de la enfermedad. Si dichas condiciones se presentan en plantaciones con más de cincuenta días, el incremento será drástico, en dependencia de la variedad y el potencial de inóculo.

Palabras claves: *Alternaria solani*, pronóstico, *Solanum tuberosum*, *Lycopersicon esculentum*

## ABSTRACT

The tomato and potato early blight caused by *Alternaria solani* Sor. is one of the major diseases of these crops in Cuba. We suggest use a simple model which forecast the disease apparition and it subsequent development, after study, analysis and dynamic correlation of this pathology with meteorology variable in different country zone and during two consecutive days present favorable conditions (medium relative humidity major or equal to 84% or minimum relative humidity major or equal to 60%, or both, minimum temperature major or equal to 18 °C and rainfall of 0,5 mm), and the germination crop have more than 30 days, and so will appear the first disease symptoms. If these conditions are presents in plantations with more than 50 days, the increase will be drastic in variety and the inoculum potential dependence.

Key words: *Alternaria solani*, forecasting, *Solanum tuberosum*, *Lycopersicon esculentum*

## INTRODUCCIÓN

El tizón temprano (*Alternaria solani* Sor.) es una de las enfermedades que más afecta a los cultivos de papa (*Solanum tuberosum* L.) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Cuba, debido a las características del clima en la isla en el invierno, época en que se cosechan ambos cultivos. El patógeno disminuye el potencial fotosintético de la planta, y como consecuencia las reducciones en los rendimientos pueden alcanzar hasta un 50% [Cramer, 1967; Piña, 1979 y Zachmann, 1982].

De acuerdo con resultados obtenidos por Waggoner y Parlange (1974) la germinación de los conidios de

*A. solani* a 25°C aumenta de nula a las 0,5 horas, a un 50% pasadas 1,2 horas, hasta casi alcanzar un ciento por ciento las dos horas. Piña (1979) no observó germinación a niveles inferiores de 88 % de humedad relativa, mientras que Stevenson y Pennypacker (1988) obtuvieron germinación sólo cuando la humedad relativa fue mayor o igual a 92 %, y las esporas se encontraban rodeadas de agua libre.

El período de incubación de la enfermedad disminuye a medida que la edad de las plantas aumenta [Castellanos et al., 1989], lo que se le atribuye a la presencia en las

hojas de un esteroide glycoalcaloide como factor de resistencia a los patógenos fúngicos [Sinden *et al.*, 1973].

Harrison *et al.* (1965) demostraron que la enfermedad en papa se controló con pocas aplicaciones de fungicidas, siempre que la inicial estuviera convenientemente programada, lo cual relacionaron con la esporulación secundaria del patógeno mediante el uso de cazaesporas. Madden *et al.* (1978) en Estados Unidos diseñaron un método de pronóstico en tomate (FAST) basado en dos modelos empíricos, a fin de identificar aquellos períodos favorables para el desarrollo del tizón temprano.

En Cuba, Piña (1979) observó que los cultivos de papa plantados en época de siembra temprana sufren menos ataque de la enfermedad, y que esta se intensifica hasta ser máxima en las plantaciones tardías; además, coincidían las etapas de menor desarrollo de la enfermedad con aquellos días que descendían las temperaturas del aire.

Los tratamientos con fungicidas se iniciaban con la aparición de los primeros síntomas foliares [Piña, 1979], y su continuidad está en dependencia de «las condiciones del tiempo», como dice la metodología, pero sin especificar en qué medida los factores meteorológicos favorecen o no el desarrollo de la epidemia. El objetivo del presente trabajo fue obtener un método de pronóstico que nos permitiera predecir el inicio de los primeros síntomas, así como los fuertes incrementos en las plantaciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron casuísticamente las dinámicas del tizón temprano (procedentes de las Estaciones Territoriales de Protección de Plantas) de diferentes variedades de papa y tomate de los distintos municipios de las provincias de Pinar del Río, La Habana, Matanzas, Villa Clara, Cienfuegos, Sancti Spiritus y Ciego de Ávila, desde 1979-80 hasta 1988-89. Con el objetivo de considerar las variedades sembradas en las diferentes épocas de siembra (temprana, media y tardía), en cada campaña del cultivo se realizaron los registros climáticos desde diciembre hasta marzo. Las variables meteorológicas diarias: temperatura y humedad relativa máxima, media y mínima, y las precipitaciones, así como los datos de intensidad de la enfermedad, se graficaron y tabularon convenientemente. Con posterioridad se realizó un análisis cualitativo y fueron seleccionadas y transformadas aquellas variables que tenían más relación con el desarrollo de la enfermedad.

Se obtuvo la sumatoria de los días con humedad relativa media efectiva ( $\Sigma DHR \bar{X}_e$ ) superior a 80, 82 y 84 %; con humedad relativa mínima efectiva ( $\Sigma DHRmín_e$ ) superior a 60, 65 y 70 %; con temperatura media efectiva ( $\Sigma DT \bar{X}_e$ ) superior a 19, 20, 21, 22 y 23°C, y con temperatura mínima efectiva superior ( $\Sigma DTmín_e$ ) a 18, 19, 20 y 21 °C, según criterios biológicos [Palenzuela, 1982], mientras que la sumatoria de la lluvia ( $\Sigma Pp$ ) en milímetros y la edad de las plantas (fenología) en días después de plantados, no fueron transformados, correlacionándose todas las variables con la intensidad de la enfermedad para los períodos previos correspondientes, donde

fue considerado el período de incubación del hongo, así como todo el tiempo de desarrollo de la enfermedad.

Con el propósito de conocer bajo condiciones de producción la tendencia general para el inicio de los ataques y las fases epidémicas, fueron relacionados en intervalos de cinco días (desde los 21 y hasta los 105 días de plantado el cultivo) los valores promedios de la intensidad de la enfermedad en las diferentes dinámicas con la edad de las plantas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se muestra en la *Tabla 1*, el resultado del análisis de correlación matemático realizado evidencia que el desarrollo general del tizón temprano en papa y tomate está íntimamente relacionado con la humedad relativa media superior o igual a 84 % ( $r = 0,654^*$ ) ( $y = 8,370 + 9,631x$ ), con la temperatura mínima mayor o igual a 18°C ( $= 0,9546^{**}$ ) ( $y = -0,951 + 1,968x$ ), con las precipitaciones ( $r = 0,747^*$ ) ( $y = 1,588 + 0,765x$ ) y con la fenología ( $r = 0,954^{**}$ ) ( $y = -19,942 + 0,804x$ ).

Tabla 1. Correlación entre las variables meteorológicas modificadas, las precipitaciones y la fenología de las plantaciones y la intensidad del tizón temprano

Variables	Coefficiente de correlación (r)
$\Sigma DHR \bar{X}_e / 84\%$	0,6549*
$\Sigma DHR \bar{X}_e / 82\%$	0,5362ns
$\Sigma DHR \bar{X}_e / 80\%$	0,4948ns
$\Sigma DHR \bar{X}_e / 70\%$	0,4962ns
$\Sigma DHRmín_e / 65\%$	0,3759ns
$\Sigma DHRmín_e / 60\%$	0,3028ns
$\Sigma DT \bar{X}_e / 23^\circ C$	0,4354ns
$\Sigma DT \bar{X}_e / 22^\circ C$	0,4307ns
$\Sigma DT \bar{X}_e / 21^\circ C$	0,4913ns
$\Sigma DT \bar{X}_e / 20^\circ C$	0,5295ns
$\Sigma DT \bar{X}_e / 19^\circ C$	0,5643ns
$\Sigma DTmín_e / 21^\circ C$	0,754*
$\Sigma DTmín_e / 20^\circ C$	0,8523**
$\Sigma DTmín_e / 19^\circ C$	0,9462**
$\Sigma DTmín_e / 18^\circ C$	0,9546**
$\Sigma Pp$	0,7475*
Fenología	0,9560**

Si tenemos en cuenta las combinaciones entre estas variables meteorológicas y la fenología (Tablas 2 y 3), entonces podemos deducir que estas relaciones indican el nivel mínimo en el que comienza el desarrollo de la enfermedad, y que su intensidad aumenta a medida que la planta envejece (Tablas 4 y 5), mientras que el desarrollo más intenso sobreviene a valores de estas variables

iguales o superiores a los planteados, pero considerando, además de la fenología, los incrementos de esporas que se producen a medida que el cultivo envejece [Pico, 1986]. De ahí las diferencias observadas en variedades sembradas en épocas diferentes y sometidas a iguales períodos de condiciones climáticas favorables.

Tabla 2. Condiciones climáticas y aparición del tizón temprano en papa en la variedad Claudia con fecha de siembra 10/1/87 en Güira de Melena en 1986-87

Año/mes/día	HR/ 84%	HRmín/ 60%	Tmín/ 18°C	Pp	Intensidad (%)
87/2/1					
2		65			
3	84				
4					
5		67	18,0		
6	87	67	18,1	7,2	
7	91	79		24,3	
8				1,4	
9					
10					0,6
11					
12					
13					

El mismo autor obtuvo resultados similares cuando, en sus estudios con cazaesporas para *A. solani*, señaló que existía una fuerte relación entre la temperatura media superior a 25°C y las horas de humedad relativa superiores a 80% con los períodos de crecimiento muy intenso de la enfermedad en la provincia de Camagüey, mientras que Pineda (1984) no observó diferencias entre las fechas de siembra de primavera y frío en el cultivo del tomate en las zonas más orientales del país, a consecuencia de que en esta región las variaciones de temperatura entre la primavera y el invierno son ínfimas y no descienden frecuentemente de los 18°C; por ello la enfermedad resulta tan perjudicial en las provincias de la región centro-oriental.

La temperatura óptima para la germinación de los conidios se encuentra alrededor de los 25 °C [Waggoner y Parlange, 1974; Piña, 1979], los cuales germinan rápidamente en la oscuridad a esa temperatura y humedades relativas superiores o iguales a 96% [Stevenson y Pennypacker, 1988]. Es de suponer el importante papel que juegan estas variables climáticas nocturnas en el desarrollo de la enfermedad. Es evidente que mientras más se acerque la temperatura mínima diaria a la óptima para la germinación y esté presente el resto de los factores que favore-

cen el proceso, incluyendo la ocurrencia de precipitaciones y las fases fenológicas más susceptibles, ocurrirán grandes infecciones que darán lugar a los bruscos incrementos observados en numerosas dinámicas de la enfermedad.

En general, los brotes de tizón temprano están determinados por el estado fenológico [Douglas y Pavek, 1972; Hooker, 1980; Zachmann, 1982; Skeen, 1984 y Pico, 1986] y por las combinaciones climáticas, que inciden posterior a las fases iniciales naturalmente resistentes; de ahí que las plantaciones tempranas y tardías tengan diferencias en cuanto al desarrollo de la enfermedad. Una vez abandonada esta fase, las siembras tempranas se desarrollan (período más vulnerable) en una época donde las combinaciones climáticas favorables son menos frecuentes e intensas y con bajos niveles de inóculo, mientras que en las siembras tardías toda la fase inicial la desarrollan en este intervalo, y al desaparecer su resistencia natural, caen en un período donde las temperaturas son más elevadas y tales combinaciones son más frecuentes e intensas.

Tabla 3. Condiciones climáticas y aparición del tizón temprano en tomate en la variedad Campbell con fecha de siembra 19/10/86 en Güira de Melena en 1986-87

<i>Año/mes/día</i>	<i>HR/ 84%</i>	<i>HRmín/ 60%</i>	<i>Tmín/ 18°C</i>	<i>Pp</i>	<i>Intensidad (%)</i>
86/11/5			21,8	Tr	
6			21,6	6,4	
7			20,4	3,2	
8	84	69	21,4	4,6	
9		61	22,4	0,8	
10			22,5		
11		61	21,8		
12			22,7	Tr	
13	86	65	22,4	13,7	
14		64	21,8	Tr	1,0
15			20,5		
16		61	22,2		
17		60	21,8		
18			18,4		

Tabla 4. Condiciones climáticas y severos incrementos del tizón temprano en papa en la variedad Claudia con fecha de siembra 3/12/83 en Colón en 1983-84

<i>Año/mes/día</i>	<i>HR/ 84%</i>	<i>HRmín/ 60%</i>	<i>Tmín/ 18°C</i>	<i>Pp</i>	<i>Intensidad (%)</i>
84/2/21			19,7		17,8
22	85		19,5		
23	89	64		0,3	
24	86		18,3	2,1	
25	91	63	18,5	9,8	
26			19,4	30,7	
27			19,3	9,4	
28				Tr	
29					82,4

Tabla 5. Condiciones climáticas y severos incrementos del tizón temprano en tomate en la variedad Rossol con fecha de siembra 15/1/85 en Colón en 1984-85

Año/mes/día	HR/84%	HRmín/60%	Tmín/ 18°C	Pp	Intensidad (%)
85/4/10		60	21,0	0,4	17,8
11	84		19,5	4,5	
12	85		19,9	0,3	
13			19,2		
14			18,9		
15	84		19,9	7,6	
16	89		19,8	4,6	
17			19,0		
18			18,2		
19					
20			18,2		61,0

El resultado de la tendencia general para el comienzo del ataque y las fases epidémicas en papa y tomate muestra que durante la etapa inicial la enfermedad no tiene una gran progresión (50-60 días de la fecha de siembra) y a partir de los 70-80 días sobrepasan el 10% de intensidad vertiginosamente, si existieron condiciones climáticas favorables (Figs. 1

y 2). En las siembras tempranas, fundamentalmente en la región occidental, cuando la enfermedad no se ha detectado o es muy baja su incidencia, aun en las etapas fenológicas más susceptibles y las condiciones óptimas para su desarrollo, esta no incrementa debido a la baja concentración de inóculo ambiental [Piña, 1979; Rodríguez y Gómez, 1987].

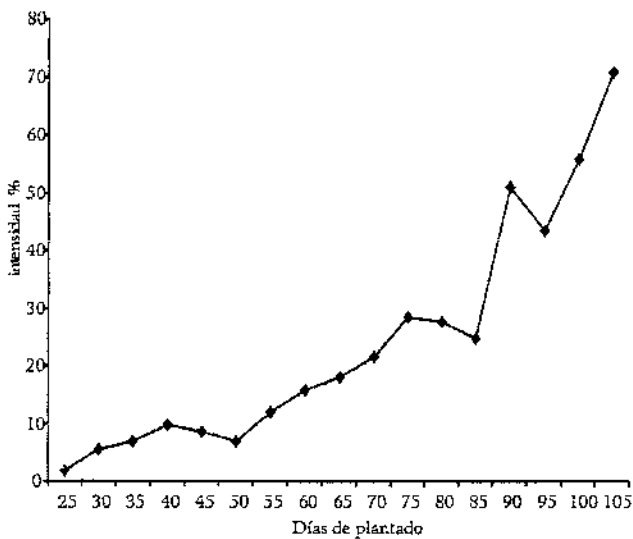


Figura 1. Porcentaje de intensidad media del tizón temprano en papa en áreas de producción en la década del ochenta.

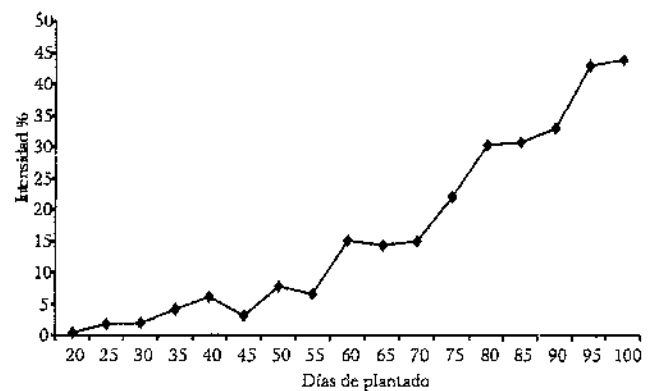


Figura 2. Porcentaje de intensidad media del tizón temprano en tomate en áreas de producción en la década del ochenta.

Como resultado del análisis realizado, se propone un modelo sencillo que predice la aparición de los primeros síntomas del tizón temprano en papa y tomate, así como los drásticos incrementos posteriores a condiciones climáticas favorables para la enfermedad en función de la edad del cultivo. En plantaciones con más de treinta días de germinadas, si durante dos días consecutivos se presentan las siguientes condiciones:  $HR_{med} \geq 84\%$ , o  $HR_{mín} \geq 60\%$ , o ambas,  $T_{mín} \geq 18^{\circ}C$ ,  $P_p \geq 0,5$  mm, deben aparecer los primeros brotes de la enfermedad. Si tales condiciones ocurren en plantaciones entre 50 y 60 días, con un porcentaje de intensidad de la enfermedad entre 5-10%, debe esperarse un desarrollo epidémico acelerado.

El modelo planteado permite la identificación de períodos no favorables y favorables para el desarrollo de la enfermedad, en función de las condiciones climáticas de la región y de las fases fenológicas más vulnerables (acamado), con lo cual se logra determinar la progresión estacional de la enfermedad.

## CONCLUSIONES

- Los brotes de tizón temprano están determinados por el estado fenológico de la plantación y por las combinaciones climáticas que incidán posterior a las fases iniciales naturalmente resistentes.
- Los primeros síntomas de *A. solani* pueden aparecer en las plantaciones con más de treinta días de germinadas, fundamentalmente en las variedades más susceptibles y después de ocurrir durante dos días consecutivos:  $HR_{med} \geq 84\%$ , o  $HR_{mín} \geq 60\%$  o ambas,  $T_{mín} \geq 18^{\circ}C$  y lluvias de 0,5 mm o más. Si tales condiciones o más intensas se presentan en campos con más de sesenta días, el incremento será más o menos violento, en dependencia de la variedad, la edad de la plantación, el potencial de inóculo y las condiciones de clima favorables al desarrollo de la enfermedad ocurridas anteriormente.
- Las diferencias observadas entre las plantaciones tempranas y tardías son debidas a que las primeras, una vez abandonadas las fases naturalmente resistentes, caen en períodos donde las combinaciones climáticas favorables son menos intensas y frecuentes (enero-febrero), mientras que las tardías, toda la fase de resistencia natural

ocurre en este preciso instante, y al desaparecer ella, caen en un período donde las condiciones son más favorables (marzo-abril).

## REFERENCIAS

- Castellanos, L. et al.: «Influencia de la edad de la planta de papa en el desarrollo de *Alternaria solani*», *Agrotecnia de Cuba*, La Habana, 21 (2), 1989.
- Cramer, H. H.: «Defensa vegetal y cosecha mundial», *Pflanzenschutz Nachrichten* 20, 1967.
- Douglas, D. R.; J. Pavek: «Screening Potatoes for Field Resistance to Early Blight», *American Potato Journal* 49: 1-6, 1972.
- Harrison, M. D. et al.: «Control of Potato Early Blight in Colorado. I. Fungicidal Spray Schedules in Relation the Epidemiology of the Disease», *American Potato Journal* 42: 317-319, 1965.
- Hooker, W. J.: *Compendium of Potato Disease*, Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú, 1980, pp. 61-63.
- Madden, L. et al.: «FAST. Sistema de pronóstico para *Alternaria solani* en tomate. Disease Control and Pest Management», *Phytopathology*, Estados Unidos, 68 (9): 1354-1358, 1978.
- Palenzuela, Emma: *Guía climática abreviada para los especialistas de la agricultura*, Instituto de Meteorología, Academia de Ciencias de Cuba, 1982, p. 57.
- Pico, V. M. et al.: «Resultados de la utilización del cazaesporas durante cinco años para la señalización de *Alternaria solani* en papa», Resúmenes: II Jornada Científico-Técnica de Sanidad Vegetal, Camagüey, Cuba, 1986.
- Pineda, Margot: «Influencia de los factores climáticos en el desarrollo del hongo *Alternaria solani* en el cultivo del tomate del Valle de Caujerí», Informe LPSV, Guantánamo, Cuba, 1984 (inédito).
- Piña, A.: «Estudios bioecológicos y control de *Alternaria solani* en papa», Informe de Tema, La Habana. INISAV, 1979 (inédito).
- Sinden, S. L. et al.: «Effect of Potato Alkaloids on the Grow of *Alternaria solani* and Their Possible Role As Resistance Factors in Potatoes», *Phytopathology*, Estados Unidos, 63 (2): 303-307, 1973.
- Skeen, G.: «Influencia de la fenología del cultivo de la papa y la procedencia de la semilla en la dinámica de desarrollo del tizón temprano», *Revista Agrotecnia de Cuba*, La Habana, 16 (2): 45-53, 1984.
- Stevenson, R. E.; S.P. Pennypaker: «Effect of Radiation, Temperature and Moisture on Conidial Germination of *Alternaria solani*», *Phytopathology*, Estados Unidos, 78 (7): 926-930, 1988.
- Waggoner, P. E.; J. Y. Parlange: «Mathematical Model for Spores Germination at Changing Temperature», *Phytopathology*, Estados Unidos, 64, 1974.
- Zachmann, R.: «El tizón temprano de la papa: *Alternaria solani*», *Boletín de Información Técnica* 17, Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú, 1982.

# NAUMOVA MODIFICADO: AJUSTE DE UN MÉTODO DE PRONÓSTICO PARA EL TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA Y EL TOMATE EN CUBA

Guadalupe Gómez,<sup>1</sup> J. Rodríguez,<sup>1</sup> L. Castellanos,<sup>2</sup> Mary L. González,<sup>3</sup> Inés Figueroa,<sup>4</sup> A. Sarmientos,<sup>5</sup> Daysi Alujas<sup>6</sup> y Esther L. Martín<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5ta. B y 5ta. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

<sup>2</sup> Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Cienfuegos. Delegación Provincial del MINAGRI, Carretera de Palmira, Km 4½, Cienfuegos, CP 55100.

<sup>3</sup> Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de La Habana. Ave. 25 A no. 23011 e/ 230 y 234, La Coronela, Playa, Ciudad de La Habana, CP 13600.

<sup>4</sup> Delegación Provincial de Sanidad Vegetal de Sancti Spíritus. Delegación Provincial del MINAGRI, Carretera del Líbano Km 2, Sancti Spíritus, CP 64420.

<sup>5</sup> Delegación Provincial de Sanidad Vegetal de Matanzas. Carretera Central Km 112, Gelpi, Matanzas.

<sup>6</sup> Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Ciego de Ávila. Carretera Central Extremo Oeste e/ 7 y 8, Vista Alegre, Zona 3, Ciego de Ávila, CP 65100

<sup>7</sup> Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Villa Clara. Carretera de Maleza Km 2½, Santa Clara, Villa Clara, CP 50100

## RESUMEN

El tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) es una de las enfermedades más importantes en la papa y el tomate en Cuba. Antes de la década del setenta se realizaba un gran número de aplicaciones químicas de acuerdo con programas establecidos. Posteriormente se implementó en todas las Estaciones Territoriales de Protección de Plantas (ETPP) del país un modelo de pronóstico ruso (Naumova), que al no adecuarse a nuestras condiciones se modificó, para lo cual se trabajó con dinámicas de la enfermedad y variables meteorológicas diarias (temperatura y humedad relativa máximas y mínimas, y precipitaciones) de diferentes zonas paperas de las provincias de Pinar del Río, La Habana, Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara, Sancti Spíritus y Ciego de Ávila. En el caso de la papa, al método se le adicionó el «período de alerta», que predice la aparición de brotes ligeros de la enfermedad en zonas bajas de las plantaciones y partes inferiores de plantas de más de treinta días de sembradas, y en el caso del tomate se enfatiza en la importancia de la lluvia para la aparición y desarrollo del tizón tardío.

Palabras claves: *Phytophthora infestans*, pronóstico, *Solanum tuberosum*, *Lycopersicon esculentum*

## ABSTRACT

Late blight is one of the most important disease in potato and tomato in Cuba. Before 70's decade a lot of chemical application were performed according to schedule stated and after the 70's a Russian forecasting method was introduced in all the Plant Protection Territorial Station (ETPP) of the country: Naumova. The method was not adequate to our condition that is why it was modified. This modification was based in the disease's dynamics and the meteorological variable measured daily (maximum and minimum temperatures and relative humidity and rains) from different area where the crop is planted in Pinar del Río, La Habana, Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara, Sancti Spíritus and Ciego de Avila provinces. In potato the modification included the "alert period" that predict light symptoms in lower area where the crop is planted and the lower part of the thirty days older plants and tomato it was emphasized in the importance of the rain for the apparition and spread of the disease.

Key words: *Phytophthora infestans*, forecasting, *Solanum tuberosum*, *Lycopersicon esculentum*

## INTRODUCCIÓN

El tizón tardío es una de las enfermedades foliares más importantes en los cultivos de la papa y el tomate en Cuba. Antes de la década del setenta las aplicaciones químicas para combatir las plagas se realizaban por programas establecidos que indicaban un gran número de tratamientos en todo el ciclo del cultivo. A partir de 1974 la creación de las Estaciones Territoriales de Protección de Plantas (ETPP) en todo el país, con la implementación de metodologías de señalización y pronóstico, contribuyó a la disminución del número de aplicaciones.

El método macroclimático de Naumova [Zajarova, 1968] fue el primer modelo implementado en 1978 en las ETPP del país para hacer predicciones de la aparición y los plazos de tratamientos químicos contra *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, aunque autores como Padrón (1982) y Mayea (1984) también investigaban desde la década del setenta acerca de modelos como el de Beaumont (1947), Wallin (1951), Hyre (1954) y Naumova para ser utilizados en estrategias de control químico, aun cuando estos tendrían que ser modificados.

En la segunda mitad de la década del ochenta existían evidencias de la aparición de brotes ligeros de la enfermedad en varias regiones del cultivo de la papa que el método de Naumova no fue capaz de predecir. Esto motivó un análisis de las fechas de incidencia y desarrollo del tizón tardío y de los datos meteorológicos en diferentes campañas y regiones del cultivo de la papa y el tomate, con el objetivo de precisar las condiciones en que la enfermedad puede aparecer y evolucionar, para de esta forma hacer un uso más racional y efectivo de los tratamientos fungicidas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El método macroclimático de Naumova considera un «período crítico» cuando durante dos días consecutivos la humedad relativa media es  $\geq 84\%$ , y la mínima  $\geq 60\%$ , la temperatura máxima  $\leq 25^\circ\text{C}$  y la mínima  $\geq 11^\circ\text{C}$ ; el período de incubación se calcula por el nomograma de Naumova, el cual puede durar, como mínimo, 2,7 días.

Se trabajó en el período de tiempo comprendido entre 1980 y 1989, fundamentalmente en las campañas 1986-87, 1987-88 y 1988-89, durante enero y febrero, debido a la mayor incidencia de la enfermedad en este período [Padrón, 1982]. Los datos climáticos diarios fueron obtenidos en las Estaciones Meteorológicas del Instituto de Meteorología del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en las provincias de Pinar del Río (Guane), La Habana (Güines, Güira de Melena, Melena del Sur y Artemisa), Matanzas (Jovellanos y Colón), Villa Clara (Yabú, Universidad Central), Cienfuegos, Sancti Spiritus (Iguará, Itabo) y Ciego de Ávila. Las fechas de incidencia y dinámicas de la enfermedad se obtuvieron de los informes de campaña de los cultivos de papa y tomate de las ETPP, informes de investigación y artículos científicos publicados.

Los datos meteorológicos y de aparición y desarrollo de la enfermedad se tabularon convenientemente y se ajustó el método de Naumova (caseta meteorológica) de acuerdo con previas observaciones [Rodríguez, 1986] de la siguiente forma:

### Cultivo de la papa

#### Período de alerta

Humedad relativa media del día  $\geq 84\%$   
 Humedad relativa mínima del día  $\geq 60\%$   
 Temperatura máxima entre 25 y 28  $^\circ\text{C}$   
 Temperatura mínima  $> 11^\circ\text{C}$

Bajo estas condiciones durante dos días consecutivos es posible detectar brotes ligeros de tizón tardío en zonas bajas y partes inferiores de las plantas; se deben localizar los focos y tratar localmente, en lo fundamental en plantaciones con más de treinta días.

### Cultivo del tomate

#### Período crítico

1) La suma de las precipitaciones, no menos de 7 mm el primer día y no menos de 1,1 mm el segundo.

2) La temperatura mínima no es menor de  $6^\circ\text{C}$ , y la máxima no mayor de  $25^\circ\text{C}$  (en ocasiones hasta  $30^\circ\text{C}$ ).  
 3) Humedad relativa mínima del día  $> 60\%$   
 4) Rocíos intensos, alta nubosidad y ausencia de aire.

Bajo estas condiciones durante dos días consecutivos se debe calcular el período de incubación, el cual generalmente es de uno a dos días, aunque también puede calcularse de la siguiente forma:

$$\text{Hojas} \quad t = \frac{44,3}{T - 5,1}$$

$$\text{Frutos} \quad t = \frac{31,2}{T - 1,7}$$

donde:

$t$ : período de incubación en días  
 $T$ : temperatura promedio diaria del aire

Empleando los criterios señalados, las aplicaciones de fungicidas se deben realizar antes que finalice el primer período de incubación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Pronóstico del tizón tardío en papa

Durante la campaña del cultivo 1983-84 en Güines (Tabla 1) se puede apreciar el desarrollo de la enfermedad, la que 15 días después de la aparición alcanzó el 75% de intensidad de ataque. El primer período crítico se produjo los días 30 y 31 de enero de 1983, y el segundo el 3 y 4 de enero de 1984, un día antes de aparecer los síntomas. El período de incubación, calculado con el nomograma de Naumova, fue de cinco días para el primer período. Entre los días 7 y 8 de enero de 1984 se produce un período de alerta que contribuyó a su diseminación, simultáneamente ocurrido el 11, 12 y 13 de enero de 1984, lo que motivó la destrucción de la plantación.

Las variables meteorológicas de enero de 1980 en Güira de Melena se muestran en la Tabla 2, donde posterior a dos períodos de alerta fueron detectados focos poco importantes, sin que la enfermedad evolucionara a epidemia. Resultados similares fueron observados en Cienfuegos en enero de 1980 en la variedad Red Pontiac [Castellanos, 1984], donde un brote de tizón tardío (0,1%) no pudo ser distinguido previamente.

En 1986-87, 1987-88 y 1988-89 la enfermedad no incidió de manera epidémica en el territorio nacional. Sólo se registraron pequeños focos, principalmente en la campaña 1986-87, caracterizados por ligeras manchas foliares de poca importancia. En Cienfuegos, por ejemplo, solamente se observó un ligero ataque el 12 de marzo de 1987, precedido de un período de alerta muy lluvioso el 5, 6 y 7 de marzo de ese mes, que originó únicamente 0,8% de intensidad de ataque (Tabla 3). En Colón y Jovellanos la enfermedad no incidió en esa campaña, y durante 1987-88 y 1988-89 la enfermedad no apareció debido a temperaturas muy altas y poca lluvia.



Tabla 3. Períodos favorables y fecha de aparición del tizón tardío de la papa en Cienfuegos en 1986-87

Mes	Marzo-87												
	Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
HRx						85	91	86					
HRmín						72	69	69					
Tmáx						25,4	25,8	27,3					
Pp			64,4			17,9	42,3	1,4		28,6			
F. A.												*	

HRx: humedad relativa media

Pp: precipitaciones

HRmín: humedad relativa mínima

F.A. (\*): fecha de aparición

Tmáx: temperatura máxima

La Tabla 4 muestra los períodos de alerta y críticos, y el número de apariciones de brotes y epidemias, así como el porcentaje de efectividad del método obtenido en varias zonas paperas del país durante un gran número de años (1980-89), destacándose tanto la ocurrencia de períodos de alerta como críticos que se originan, y como consecuencia la incidencia de grandes epidemias y viceversa. Asimismo se aprecia la alta efectividad del método, el cual es

capaz de predecir los brotes y epidemias de tizón tardío. Es bueno señalar que la enfermedad no se detecta a nivel focal o epidémico, si antes no han ocurrido las condiciones climáticas señaladas, aunque puede darse el caso de ligeras manchas en hojas inferiores aisladas que no pueden ser señalizadas, pero estas no resultan epidemiológicamente peligrosas si con posterioridad no se presentan períodos críticos.

Tabla 4. Coincidencia de los períodos de alerta y críticos en la aparición de brotes de tizón tardío en papa en la década del ochenta

Campaña del cultivo	Períodos de alertas			Períodos críticos		
	#	A	%	#	A	%
1979-80	13	8	61	6	5	83
1980-81	4	2	50	7	5	71
1981-82	3	3	100	0	0	100
1982-83	19	14	73	35	33	94
1983-84	11	8	72	17	11	65
1984-85	7	4	57	4	2	50
1985-86	5	0	-	10	8	80
1986-87	5	5	100	2	2	100
1987-88	3	0	-	0	0	100
1988-89	0	0	100	2	0	-
Total		76,6				82,0

#: número de períodos de alerta y críticos

A: número de veces que la enfermedad apareció (brotes o epidemia)

%: porcentaje de efectividad del método

### Pronóstico del tizón tardío en tomate

El método de Naumova para el pronóstico del tizón tardío en papa no considera entre sus requerimientos necesariamente la incidencia de lluvia durante el período de infección, debido a que humedades relativas medias superiores a 84% durante dos días consecutivos aseguran suficiente tiempo (18 horas/día) con agua libre sobre las hojas [Chumakov y Zajarov, 1972], lo cual es fundamental para de-

sencadenar los procesos epidemiológicos. No obstante, la presencia de lluvia en el caso del tizón en el tomate, independientemente del período de humedad considerado, parece ser vital en el progreso de la enfermedad debido a una mayor resistencia natural de la especie. Por ello en ocasiones se detecta una alta distribución e infección de la enfermedad en papa, mientras que en tomate no ha sido observada.

Un análisis detallado de diferentes años y regiones en relación con el pronóstico y aparición del tizón tardío en el tomate nos muestra, en sentido general, una adecuada información, tanto para conocer, al igual que en la papa, los períodos críticos como la aparición y desarrollo de la enfermedad.

Como en la papa, el método propuesto determina los períodos óptimos para el desarrollo de epidemias y no brotes más o menos ligeros que en ocasiones se producen, y que necesariamente no requieren de tratamientos químicos, si no se presentan condiciones favorables

posteriormente. En sentido general nuestro clima es suficientemente cálido, y luego de producirse tales períodos, el tiempo se torna desfavorable para el progreso de la enfermedad; no obstante, es muy rápido y fatal si se producen varios períodos de alerta (subóptimos) o críticos consecutivos o combinados.

Los períodos críticos están bien representados en las campañas 1978-79 en Villa Clara (Tabla 5) y 1982-83 en Holguín (Tabla 6), donde se pueden distinguir uno o dos días consecutivos bien definidos con las características señaladas.

Tabla 5. Período crítico, fecha de aparición del tizón tardío en tomate y período de incubación en Yabú, provincia de Villa Clara en 1978-79

Día	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
HRx	86	82			86	93	87	89	87	86					86
HRmín	64	78			70	78	63	63	63						
Tmáx	24,1	24,1			27,4	24,5	26,8	26,4	25,0	25,4	27,6		25,7		
Tx	21,2	21,2	22,6	22,9	23,1	21,5	22,4	21,7	20,8	20,2	21,9	22,6	19,9	21,3	22,3
Pp	1,4	2,4		0,4		12,6	6,0								17,7
F. A.											*				
P. I.											2,75				

HRx: humedad relativa media

Pp: precipitaciones

HRmín: humedad relativa mínima

F. A. (\*): fecha de aparición

Tmáx: temperatura máxima

P.I.: período de incubación

Tx: temperatura media

Tabla 6. Período crítico, fecha de aparición del tizón tardío en tomate y período de incubación en la provincia de Holguín en 1982-83

Mes	Enero						Febrero				
	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5
Día	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5
HRx	90		93	98	85	86				85	
HRmín	73		69	79		62				70	
Tmáx	26,9		26,9	24,9						25,4	27,4
Tx	22,2	23,7	23,0	22,7	23,2	22,9	23,4	24,5	24,5	22,2	22,1
Pp	1,0			22,8							
F. A.							*				
P. I.							2,61				

HRx: humedad relativa media

Pp: precipitaciones

HRmín: humedad relativa mínima

F.A. (\*): fecha de aparición

Tmáx: temperatura máxima

P.I.: período de incubación

La Tabla 7 muestra los períodos críticos, el número de apariciones de epidemias y el porcentaje de efectividad en varias zonas tomateras del país durante un gran número de años (1980-89), destacándose la ausencia de períodos críticos y de enfermedad. Asimismo se aprecia la eficacia del método, el cual es capaz de predecir la incidencia del tizón tardío. La enfermedad no aparece si tales condiciones no inciden previamente, aunque pueden ocurrir condiciones favorables, y la enfermedad no presentarse en un número bajo de casos debido a condiciones fenológicas, de inóculo primario y otros.

## CONCLUSIONES

- Se considera un «período de alerta» favorable para la aparición y desarrollo del tizón tardío en papa, cuando durante dos días consecutivos la humedad relativa media es  $\geq 84\%$ , la humedad relativa mínima es  $\geq 60\%$ , la temperatura máxima está entre 25 y 28°C y la temperatura mínima es  $> 11^\circ\text{C}$ . Posterior a estas condiciones, generalmente se detectan brotes ligeros en zonas bajas de las plantaciones y partes inferiores de las plantas de

más de treinta días, lo que indica el inicio de aplicaciones químicas localizadas.

• Se considera un «período crítico» favorable para la aparición y desarrollo del tizón tardío en papa, cuando durante dos días consecutivos la humedad relativa media es  $\geq 84\%$ , la humedad relativa mínima es  $\geq 60\%$ , la temperatura máxima

es  $< 25^{\circ}\text{C}$  y la temperatura mínima  $> 11^{\circ}\text{C}$ . Generalmente ocurre la aparición generalizada de la enfermedad, fundamentalmente en presencia de lluvias, en plantaciones de más de treinta días. Si ocurren dos o más períodos críticos se espera una inminente epifitotia y gran nocividad.

Tabla 7. Coincidencia de los períodos críticos con la aparición de tizón tardío en tomate

Campaña del cultivo	Período crítico		
	#	A	%
1979-80	3	2	66
1980-81	1	0	-
1981-82	1	1	100
1982-83	5	3	60
1983-84	0	0	100
1984-85	1	0	-
1985-86	0	0	100
1986-87	1	1	100
1987-88	1	0	-
1988-89	0	0	100

#: número de períodos críticos

A: número de veces que la enfermedad incidió

%: porcentaje de efectividad del método

• Se considera un «período crítico» favorable para la aparición y desarrollo del tizón tardío en tomate si durante dos días consecutivos: a) la suma de las precipitaciones no menos de 7 mm el primer día, y no menos de 1,1 mm el segundo; b) la temperatura mínima no es menor de  $6^{\circ}\text{C}$  y la máxima no mayor de  $25^{\circ}\text{C}$  (hasta  $30^{\circ}\text{C}$  en ocasiones); c) humedad relativa mínima del día  $> 60\%$ ; d) rocíos intensos, alta nubosidad y ausencia de vientos.

## REFERENCIAS

Beaumont, A.: «The Dependence on Weather of the Dates of Outbreaks of Potato Late Blight Epidemics». *Trans. Brit. Mycolo. Soc.*, Inglaterra, 31: 45-53, 1947.

Castellanos, L.; Rosa Pérez: «Pronóstico del tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary con datos de temperatura, humedad relativa y lluvia», proyecto de presentación de trabajo de extensión agrícola, Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, Cienfuegos, 1984 (inédito).

Chumakov, A. E.; T. I. Zajarov: «Instrucciones metodológicas sobre el pronóstico a corto plazo de las enfermedades propagadas en los cultivos agrícolas», MINAGRI, La Habana: 1972.

Hyre, R. A.: «Progress in Forecasting Late Blight of Potato and Tomato», *Plant Disease*, Estados Unidos, 38: 245-253, 1954.

Mayea, S.S.: «Biologie, Okologie und Bekämpfung von Kartoffel in Cuba», disertación para optar por el grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, Rostock, 1984.

Naumova, N. A.: *Regularidad del desarrollo de Phytophthora de la papa y roya parda del trigo en relación con los factores meteorológicos*, VIZR, Unión Soviética, 1935, pp. 83-86.

Padrón, J.: «Umbrales de lluvia para el pronóstico del tizón tardío en Cuba», *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Protección de Plantas* 5(2):77-85, 1982.

Rodríguez, J.: *Modificación a la metodología para el pronóstico del tizón tardío de la papa. Manual de metodologías de señalización y pronóstico de plagas e enfermedades*, INISAV-DGSV, La Habana, 1986.

Sutton, C.J.: «Predictive Value of Weather Variables in the Epidemiology and Management of Foliar Disease», *Fitopatología Brasil*, Brasil, 12 (4): 305-312, 1988.

Wallin, J. R.: «Forecasting Tomato and Potato Late Blight in North-Central Region», *Phytopathology*, Estados Unidos, 47: 37-38, 1951.

## LOS ÁFIDOS EN EL CULTIVO DE LA PAPA EN CUBA: BIOLOGÍA, DINÁMICA DE POBLACIONES, NOCIDIDAD Y SEÑALIZACIÓN

S. F. Jiménez

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

### RESUMEN

Este trabajo se llevó a cabo con la finalidad de recopilar los resultados científicos obtenidos por investigadores de diferentes instituciones cubanas acerca de los áfidos en el cultivo de la papa, especialmente aquellos relacionados con la bioecología, daños y métodos para el monitoreo y toma de decisiones para el control. Una parte de la información que se presenta ha aparecido en diferentes publicaciones científicas seriadas, tanto de Ciudad de La Habana como del interior del país. Otros resultados utilizados han sido conocidos sólo como ponencias a eventos científicos o informes técnicos, cuya divulgación, por tanto, ha sido menos extendida.

Palabras claves: áfidos, ciclo biológico, *Entomophthora aphidis*, dinámica de poblaciones, papa

### ABSTRACT

This work was carried out with the purpose of gathering the scientific results obtained by investigators of different Cuban institutions about the aphids in potato crop, especially those related with the bioecology, damages and methods for monitoring and decisions making for the control. A part of the information that is presented has appeared in different scientific publications so much of the City of Havana like of the interior of the country; other used results have been known alone as reports to scientific events or technical reports whose popularization, therefore, it has been less extended.

Key words: aphids, biological cycle, *Entomophthora aphidis*, population dynamics, potato

### INTRODUCCIÓN

Los áfidos son insectos fitófagos del orden Homóptera que por sus características reproductivas, su polimorfismo y su modo de alimentarse, constituyen un grupo de gran importancia desde el punto de vista económico.

En el trópico la reproducción de los áfidos es partenogénica (anholocíclica), lo cual les permite multiplicarse ininterrumpidamente en condiciones favorables, presentándose tanto en forma de hembras ápteras como aladas. Estas últimas son las que dan inicio a la formación de las colonias cuando arriban a una planta, las cuales al comienzo están formadas sólo por ápteras, pero en la medida en que crece su número o se producen cambios fisiológicos en la planta hospedera, dan lugar a la aparición de las aladas, facultadas para emprender vuelo en busca de nuevas plantas adecuadas a su alimentación y multiplicación.

Los trabajos realizados en Cuba por Holman (1974) en torno a nuestra afidofauna reportaban 83 especies conocidas, a las cuales se añadió recientemente [FAO, 1993] la presencia en el país de *Toxoptera citricidus* Kirkaldy, sin que se descarte la existencia de otras especies en el territorio.

Para el cultivo de la papa en Cuba, Holman (1974) informó las siguientes especies de áfidos:

*Myzus persicae* (Sulzer). Áfido polífago que ataca igualmente las partes terminales como el envés de las hojas más bajas, y que resulta muy frecuente en especies de Solanaceae y Cruciferae. Es uno de los vectores más eficientes de enfermedades virales de plantas, conociéndose más de cien virus transmitidos por él. Los alados de esta especie emigran varias veces y producen grupos de progenies en diferentes plantas, lo que facilita su diseminación por los campos.

*Aphis gossypii* Glover. Áfido polífago que infesta especialmente las partes terminales de los retoños y las flores. Es común en Cuba en varias Cucurbitaceae, Solanaceae, Malvaceae y algunas Compositae. Se halla en todo tipo de vegetación, pero es más común en biótopos afectados por la actividad humana, siendo raro en las zonas más altas de las montañas. Se han informado más de cincuenta enfermedades virales transmitidas por esta especie de áfido.

*Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). Es común en Cuba en algunas especies de *Solanum* y también en algunas Leguminosae, prefiriendo para su alimentación las partes en crecimiento de las plantas. Constituye plaga de la papa, el tomate y otras plantas cultivadas, entre ellas algunas ornamentales. Se encuentra tanto en las tierras bajas

como en las zonas más altas de las montañas, pero evitan las zonas áridas. Está informada como vector de más de cincuenta virus de plantas.

Más recientemente Harty y Borges (1987) informaron para la papa a la especie *Rhopalosiphum rufiabdominalis* (Sasaki), la cual se había encontrado en Cuba en el arroz, constituyendo una plaga potencial. Habita en las raíces. No ha sido comprobado como vector de virus.

De estas cuatro especies de áfidos, *M. persicae* fue tradicionalmente la más abundante en el cultivo de la papa en Cuba hasta 1987, en que *A. gossypii* comenzó a cobrar importancia creciente con la aparición de una forma verde-oscura a negruzca que se detectó al sur de la provincia de La Habana, propagándose en los años subsiguientes a todas las zonas paperas del país y adquiriendo significativa importancia desde finales de 1989. *M. euphorbiae* se presenta de forma esporádica y escasa en las plantaciones de papa, y *R. rufiabdominalis* constituyó un nuevo reporte en el país en 1987, cuando apareció en la zona de Güira de Melena,

provincia de La Habana, atacando las raíces de las plantas [Jiménez, 1990].

### Ciclo biológico y reproducción de los áfidos de la papa

En estudios realizados acerca del ciclo biológico y la reproducción de *M. persicae* en papa [Jiménez, 1979; Jiménez *et al.*, 1993] a temperaturas constantes de 5, 10, 15, 20, 25 y 30°C, y humedad relativa de 60-70% y a temperatura ambiental promedio de  $21,63 \pm 0,28^\circ\text{C}$ , y humedad relativa promedio de  $67,14 \pm 0,66\%$ , se demostró que en el rango de 10 a 25 °C los insectos pasan más rápidamente por sus cuatro instares de desarrollo, alcanzan el estado adulto y el transcurso de una generación se produce en un tiempo cada vez menor, a medida que se les mantiene en temperaturas más elevadas. El período prerreproductivo también se acorta con el aumento de la temperatura, en tanto que la longevidad, así como la fertilidad, muestran un comportamiento inverso (Tabla 1).

Tabla 1. Desarrollo y reproducción de la forma áptera *Myzus persicae* a diferentes temperaturas

Temperatura (°C)	Duración de estados (días)				Período prerrep.	Generación	Ninfas por día	Fertilidad Total	Longevidad
	I	II	III	IV					
5	8,09	7,76	11,22	12,13	3,47	42,64	2,26	19,87	68,82
10	3,98	3,08	3,90	5,42	2,24	18,62	3,55	66,32	50,94
15	2,68	2,62	2,56	3,26	1,88	12,78	4,51	51,66	37,08
20	1,82	1,78	1,96	1,76	1,42	10,16	4,00	31,30	21,66
25	1,40	1,34	1,26	1,66	1,90	7,68	3,68	18,94	14,98
30	1,0	1,28	1,57	1,28	-	-	0	0	-

A 5 °C se produce el desarrollo más lento, y aunque se obtiene la mayor longevidad, la fertilidad total es baja, y se observa alguna mortalidad en los diferentes instares. A 30 °C muy pocos insectos logran alcanzar el estado adulto dada la alta mortalidad que se produce, y ninguno se reproduce, observándose además cambios en su morfología.

Estos resultados reafirman el importante rol de la temperatura sobre el desarrollo de la especie, y demuestran que sus umbrales térmicos deben ser  $< 5^\circ\text{C}$ .

Estudios realizados por Pérez (1989) acerca del desarrollo de *M. persicae* a diferentes regímenes de temperatura sobre plantas de papa, y por Ferrandiz y Bécquer (1984), los cuales estudiaron el desarrollo y la reproducción de este áfido sobre pimiento, muestran similitud con los obtenidos por Jiménez (1979).

El ciclo biológico de *Aphis gossypii* en papa no ha sido abordado en Cuba. Fernández (1990), en estudios realizados utilizando como hospedero *Citrus sinensis* Osbeck variedad Naranja Valencia bajo condiciones de aislador con temperatura promedio de  $24,8^\circ\text{C}$  y humedad relativa entre 60 y 80%, obtuvo una duración promedio de las fases preimaginales de *A. gossypii* de 6,80 días, con una fecundidad promedio de 27,30 individuos y una longevidad promedio de 19 días, constituyendo estos los únicos resultados conocidos. Sobre las restantes especies informadas para la papa no existen resultados del país.

### Dinámica poblacional de los áfidos en la papa

La dinámica poblacional de los áfidos en la papa ha sido estudiada por especialistas de casi todas las zonas de cultivo del país, siendo *M. persicae* la especie que por su tradicional abundancia y su reconocida importancia ha acaparado el mayor interés.

Al analizar las fluctuaciones del pulgón verde en papa a lo largo del año, Bécquer (1981) encontró los promedios mensuales de población más altos de enero a marzo, noviembre y diciembre, lo cual coincide con la época de cultivo del tubérculo en nuestro país.

Respecto a la relación entre las diferentes variables climáticas y los cambios en las poblaciones de los áfidos en la papa, de los trabajos realizados en el país no puede inferirse un efecto preciso de la humedad relativa, vista de manera independiente, sobre el desarrollo de los áfidos. Las precipitaciones no están bien estudiadas, y lo mismo respecto al viento, su dirección y velocidad. Sin embargo, todos los resultados existentes apuntan la importancia primordial que tiene la temperatura y también las oscilaciones térmicas sobre las variaciones poblacionales de *M. persicae*, así como sobre su primera aparición en las plantaciones.

Suárez *et al.* (1991), por análisis de la primera aparición del pulgón verde en plantaciones de papa durante nueve años, determinaron, mediante correlación de rangos, su dependencia con la temperatura media promedio de cinco días antes, y hallaron un 92% de posibilidades de su aparición, cuando las temperaturas medias varían de 18,5 a 25,8 °C, coincidiendo generalmente con la fase fenológica del cultivo «formación de brotes laterales» (Fig. 1).

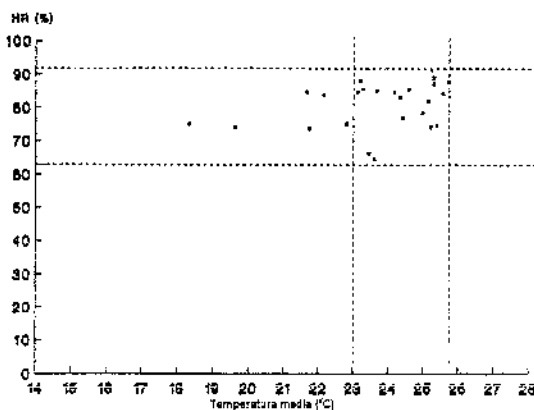


Figura 1. Condiciones climáticas para la primera aparición (%) de *M. persicae* [Suárez *et al.*, 1991].

Trabajos realizados durante once campañas de siembra de papa (Jiménez y Massó, 1980b) acerca de la dinámica poblacional de *M. persicae*, enmarcados en los meses del calendario de siembra para el cultivo en Cuba (octubre-diciembre) y utilizando tres fechas de siembra escalonadas, demostraron la relación entre los aumentos y disminuciones del número de áfidos con las temperaturas medias de 20°C en adelante o inferiores, respectivamente. Como resultado de análisis de regresión efectuados entre el incremento de la población de pulgones entre evaluaciones semanales y la temperatura

media del aire, se obtuvo la ecuación  $In.Po. = 0,1033 T - 2,0651$ , de donde se deduce que para que se produzca un aumento del número de áfidos, la temperatura media debe ser superior a 19,99°C. Cuando se realizó la regresión teniendo en cuenta la amplitud térmica, se obtuvo la ecuación  $In.Po. = -0,054 \text{ Ampli} + 0,6837$ , lo cual implica que para producirse incrementos poblacionales, la amplitud debe ser menor de 12,66°C [Jiménez *et al.*, 1998]. Resultados semejantes habían sido obtenidos por Gómez *et al.* (1975), León *et al.* (1984) y Villazón *et al.* (1989).

No sólo contribuyen al aumento de la infestación en la papa las condiciones climáticas favorables, sino también la fecha de siembra que se utiliza, pues en la medida en que esta se realiza más tardíamente, las áreas infestadas de las siembras tempranas e intermedias aumentan la posibilidad de migración desde ellas, cuyo ciclo vegetativo concluye hacia aquellas que están en sus fases iniciales y que pueden proveer a la plaga de un alimento de calidad para subsistir (Jiménez, 1980a). El inicio de la infestación al cultivo se produce en un tiempo cada vez menor, a partir de la germinación, a medida que se realizan las siembras más tardíamente y, a la vez, las poblaciones sobre el cultivo resultan más numerosas (Fig. 2).

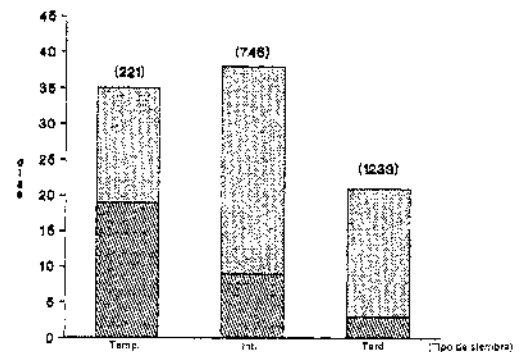


Figura 2. Comparación entre el período sin áfidos (□), período para alcanzar máximos poblacionales (▨), y vértice numérico (\$) por tipo de siembra [Jiménez, 1980a].

En relación con la distribución vertical del pulgón verde sobre las plantas de papa (Tabla 2), se ha demostrado que el menor porcentaje de infestación recae siempre en el nivel superior del follaje donde se encuentran las hojas más jóvenes y los retoños [Jiménez 1980a; León *et al.*, 1985; Pérez, 1987a].

Respecto a la preferencia varietal de *M. persicae*, no existe suficiente información. Ensayos realizados por Jiménez *et al.* (1981b) durante dos campañas con cuatro variedades arrojaron que Desireé y Red Pontiac,

tanto en siembras intermedias como tardías, alojan mayor número de pulgones que Arka y Claudia (Tabla 3). Un resultado semejante obtuvo Pérez (1989) al com-

parar Desireé con Arka, informando además mayores incidencias en general sobre la variedad Mariella respecto a Baraka.

Tabla 2. Infestación (%) de *M. persicae* por niveles de follaje

Nivel de follaje	Tipo de siembra		
	Temprana	Intermedia	Tardía
Superior	12,09	11,37	7,94
Medio	47,39	42,40	38,68
Inferior	40,52	46,23	53,38

Tabla 3. Incidencia de *M. persicae* en variedades de papa sembradas en dos etapas

Variedad	Número total de áfidos			
	Campaña I		Campaña II	
	<i>S. interm.</i>	<i>S. tardía</i>	<i>S. interm.</i>	<i>S. tardía</i>
Arka	2 155	3 449	1 741	1 564
Desirée	4 511	3 591	1 981	2 295
Claudia	1 287	3 299	1 575	1 514
Red Pontiac	2 619	4 510	2 198	2 156

Acerca de la dinámica poblacional de *A. gossypii* en la papa, sólo se cuenta con resultados muy preliminares en el país (La Rosa y Jiménez 1992), pero existen

evidencias de que actualmente las poblaciones de esta especie han desplazado en importancia a *M. persicae*, según se aprecia en algunas empresas productoras (Fig. 3).

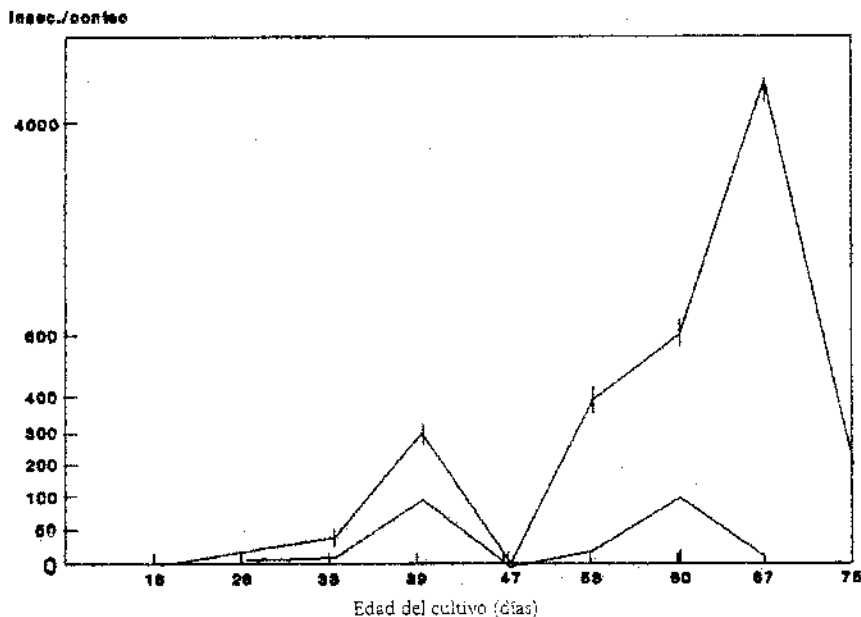


Figura 3. Población de *M. persicae* (—) y *A. gossypii* (---) en papa [Jiménez et al., 1991].

**Los enemigos naturales y la dinámica de los áfidos en papa**

Los biorreguladores más comúnmente hallados en las áreas sembradas de papa son los coccinélidos *Cycloneda sanguinea*, *Coleomegilla cubensis* e *Hippodamia convergens*, de los cuales tanto las larvas como los adultos se encontraron, alimentándose de los pulgones cuando las poblaciones de estos presentaban considerable abundancia y, sobre todo, en plantaciones de papa de las últimas fechas del calendario de siembra. Se observan también larvas de *Chrysopa* sp. y de *Baccha* sp., aunque esporádicamente y en muy pequeña cantidad, sobre todo en el caso de la última mencionada. En general, la acción de estos insectos benéficos como agentes

depresores de la dinámica de la plaga en condiciones naturales es poco apreciable, y ocurre demasiado tarde como para alcanzar eficiencia [Jiménez y Massó, 1980b].

A diferencia de lo que sucede con *A. gossypii*, el cual es parasitado por insectos, fundamentalmente *Lisiphlebus testaceipes* [La Rosa y Jiménez, 1993], no se observa apenas parasitismo por insectos en *M. persicae*. La situación se invierte en relación con los hongos entomopatógenos. Se han encontrado poblaciones de *M. persicae* afectadas considerablemente por *Entomophthora aphidis* (Hof.) [Jiménez, 1981a] (Fig. 6) siendo frecuente un 10-20% de parasitismo por este hongo en las plantaciones de fechas intermedias y tardías (Tabla 4), pero su comportamiento estacional es muy variable.

Tabla 4. Parasitismo en *M. persicae* (Sulz.) por *E. aphidis* (Hof.) en plantaciones de papa de distintas variedades y fechas de siembra

Año	Tipo siembra	Áfidos parasitados	Variedades			
			Arka	Desirée	Claudia	Red Pontiac
I	Intermedia	Total	452	751	345	851
		%	20,97	16,64	26,90	32,49
	Tardía	Total	390	517	684	642
		%	11,30	14,39	20,73	14,23
II	Intermedia	Total	296	129	233	165
		%	17,0	6,51	14,79	7,50
	Tardía	Total	133	175	163	282
		%	8,50	7,62	10,76	13,07

**La dinámica de vuelo de los áfidos en la papa y las trampas amarillas**

El uso de trampas constituye un elemento valioso en la detección de muchos insectos, y en el caso de los áfidos alados, el conjunto de ellas incluidas dentro de la denominación de *trampas de impacto* resultan particularmente útiles. Tal es el caso de las engomadas y las de agua [Jiménez y Delgado, 1991].

Moericke (1951) utilizó cubetas redondas de hojalata de colores y llenas de agua, y encontró que la mayor parte de las especies de áfidos eran más atraídas por el color amarillo. A partir de este resultado es muy frecuente el uso de trampas basadas en el principio de la atracción por el color amarillo, habiéndoseles diseñado de numerosas formas y dimensiones.

Las trampas amarillas con agua permiten la colecta no sólo de los pulgones alados que nacen en un cultivo, sino también de aquellos que provienen de lugares alejados, por lo que resultan útiles tanto para la detección del comienzo de las infestaciones a las plantaciones como para el conocimiento de los vuelos de contamina-

ción dentro de ellas, de lo que se deriva su importancia para cualquier estudio sobre la dinámica de vuelo de los pulgones alados.

Jiménez (1980a) utilizó trampas de 30 x 30 x 8 cm pintadas en su interior de color amarillo botón de oro, que ubicó a dos alturas dentro de parcelas de papa, y registró máximos de captura de *M. persicae* alados, en correspondencia con sus épocas de inmigración, y sobre todo de su emigración, cuando las plantas no presentaban condiciones favorables al desarrollo de la especie.

Pérez (1980) también utilizó trampas amarillas, dos a nivel del suelo y dos a 0,70 m de altura, y encontró que las mayores capturas de alados de *M. persicae* en trampas, tanto altas como bajas, se producían en febrero y marzo, y al concluir su estudio [Pérez, 1985a] este resultado se reafirmó no sólo para *M. persicae*, sino también para *A. gossypii*, concluyendo también que la primera de estas especies mostraba un comportamiento inestable frente a la altura de las trampas, mientras que *A. gossypii* no manifestó preferencia por una trampa u otra.

Al comparar dos tamaños de trampas (30 x 30 x 8 cm y 60 x 60 x 10 cm) ubicadas en zonas del llano y las mon-

tañas de Cuba, Pérez (1989) comprobó que la composición de la captura no cambia según las tallas de las trampas; respecto a la ubicación de las trampas en los campos, refiere también que aquellas ubicadas en los bordes obtienen mayores capturas, tanto de *M. persicae* como del total de especies de áfidos que las colocadas al centro de ellos, y en relación con la distancia a que se deben colocar las trampas entre sí. No encontró diferencias significativas entre 5, 15, 25 y 40 m, y las capturas de *M. persicae* y el total de especies, y propone utilizar de cuatro a ocho trampas por hectárea para el estudio del vuelo de los áfidos en la papa.

### Nocividad

La alimentación de los áfidos sobre las plantas ocasiona daños directos e indirectos. Los primeros no son siempre apreciables; sin embargo, existe consenso en admitir que el mayor daño que causan los áfidos es la transmisión de enfermedades virales de las plantas. Las características morfológicas del aparato bucal de los áfidos les proporcionan magníficas posibilidades para la transmisión de virus de plantas, puesto que están muy bien adaptadas para perforar los tejidos y extraer la savia, a través de cuya acción pueden a la vez adquirir y transmitir las partículas virales. Los dos virus de la papa de más importancia y distribución por el mundo, el virus del enrollamiento de las hojas (PLVR) y el virus Y de la papa (PVY), se transmiten por áfidos, considerándose que entre las especies que concurren a este cultivo en Cuba, el principal agente vector de ambas es *M. persicae*, aunque hasta el momento no se han realizado estudios vectorológicos con otros pulgones.

Pérez y Castro (1985b) estudiaron la capacidad vectorial de *M. persicae* en la transmisión de PLRV en *P. floridana*, destacando posteriormente [Pérez, 1987b] el alto potencial de esta especie como vector, por ser capaz de transmitir el virus en cualesquiera de los estados larvales de ápteros y de alados, y reportó además resultados de su estudio de la efectividad de *M. persicae* en la transmisión del virus Y de la papa en *P. floridana*. En condiciones naturales, durante el período invernal en Cuba, la efectividad y capacidad de la especie *M. persicae* para transmitir el virus Y y del enrollamiento de la hoja son semejantes a los de otros países donde se han realizado estos estudios.

En relación con la influencia de las enfermedades virales sobre los rendimientos en la papa, Lago (1987) hace referencia a porcentajes de disminución que van de 32 a 50 en tres variedades. Pero las enfermedades virales no sólo afectan los rendimientos en el cultivo,

sino que desde el punto de vista fitosanitario invalidan al tubérculo para ser certificado como semilla.

### Señalización de áfidos en la papa

Hasta mediados de la década del setenta, el trabajo fitosanitario en Cuba se realizaba basado en un instructivo técnico que reglamentaba las medidas de control de plagas y enfermedades. A partir de 1976 especialistas del INISAV y de otras instituciones científicas del país, luego de estudios científicos, desarrollaron metodologías de señalización que se introdujeron en el Sistema Nacional de Protección de Plantas y perfeccionaron la actividad de fitoprotección.

La metodología de señalización desarrollada para áfidos en papa de consumo [Jiménez, 1983] resume los conocimientos generales acerca de plantas hospederas, biología y daños ocasionados por esta plaga, y proporciona los fundamentos para su detección y seguimiento, basándose en tres aspectos esenciales:

- 1) Muestreo de plantas colindantes a las áreas de siembra de papa, previas a la germinación, para la detección de posibles reservorios de la plaga.
- 2) Colocación de trampas amarillas de agua para establecer el plazo exacto del inicio de la colonización de las plantaciones.
- 3) Muestreo de la población sobre las hojas con frecuencia semanal a lo largo del ciclo del cultivo.

Los muestreos de población se iniciarán siete días después de haberse producido el 75% de la germinación, revisando cien hojas de tres niveles del follaje de 33 plantas, escogidas al azar a lo largo de las diagonales del campo.

Los datos obtenidos se registran en un modelo de campo donde además se anotan la fenología, los enemigos naturales y otros datos de interés.

Si se muestrean las plantas de áreas colindantes se emitirá un alerta a los productores para la preparación de las medidas de control cuando los áfidos prealados o alados constituyan el 20% de los ejemplares hallados.

Se emitirá señal para la realización de medidas de control con insecticidas contra *M. persicae* en las plantaciones de papa cuando se encuentren veinte o más áfidos en cualquiera de sus estadios en el 5% de las plantas.

Existe también una metodología para señalar áfidos en áreas de producción de semillas [Pérez y Jiménez, 1993] con principios semejantes, pero ajustados a las especificaciones de las diferentes categorías establecidas para la certificación, que implican observaciones más rigurosas e índices para dar señales de tratamientos químicos contra áfidos muy estrictos (Tabla 5).

Tabla 5. Índices de infestación para emitir señal de medidas de control de áfidos según las diferentes categorías de semilla de papa

Categoría de semillas	Índice para emitir señal	Total de áfidos	Por ciento permisible de plantas virosas
Registrada II	0,025 áfidos/100 hojas	2,5	1,00-0,20
Registrada I	0,05 áfidos/ 100 hojas	2,5	2,00-0,40
Certificada II	0,1 áfidos/ 100 hojas	5	4,00-3,00

## CONCLUSIONES

• Los conocimientos existentes en Cuba acerca de los áfidos en el cultivo de la papa están centrados en *M. persicae*, y en la actualidad la extensión y abundancia sobresaliente de la forma verde oscura ne-gruzca de *A. gossypii* hace necesario profundizar los estudios, tanto de su bioecología como de su capacidad vectorial, y en dependencia de los resultados que se obtengan, ajustar los índices para su señalización a sus características específicas.

## REFERENCIAS

- Bécquer, Aydeé: «Fluctuaciones de las poblaciones del pulgón *Myzus persicae* en plantaciones de *Solanum tuberosum*», *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Protección de Plantas* 9: 9-15, 1981.
- Fernández, O.: «Ciclo biológico de *T. aurantii*, *A. citricola* y *A. fransulae gossypii*», Informe de Etapa PR 519, INISAV-Ministerio de la Agricultura, 1990.
- Ferrandiz, R.; Aydeé Bécquer: «Desarrollo y reproducción de la forma áptera de *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) bajo condiciones controladas», *Ciencias de la Agricultura* 18:39-46, 1984.
- «Food and Agricultural Organization: Brown Citrus Aphid in Cuba», *Caraphin News* no. 8, p.6, 1993.
- Gómez, Josefina et al.: «Comportamiento de la población de *Myzus persicae* Sulz y su relación con las enfermedades virales que atacan a la papa (*Solanum tuberosum* Lin.) en Cuba», *Centro Agrícola* 2 (1): 13-22, 1975.
- Harty, María E.; Mirtha Borges: «*Rhopalosiphum rufiabdominalis* (Sasaki) (Homoptera: Aphididae) nueva plaga para la papa (*Solanum tuberosum* Lin.) en Cuba», II Jornada Científico-Técnica Sanidad Vegetal, Resúmenes, La Habana, 1987.
- Holman, J.: *Los áfidos de Cuba*, Organismos, La Habana, 1974.
- Jiménez, S.: «Estudio del desarrollo biológico de *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) bajo condiciones de temperaturas controladas», I Jornada Científica, Resúmenes, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, 1979.
- : «Estudio bioecológico y control químico de *Myzus persicae* (Sulzer) en papa», Informe final PPE 04, INISAV, Ministerio de Agricultura, 1980a.
- Jiménez, S.; Elina Massó: «Dinámica de población de *Myzus persicae* (Sulzer) en papa (*Solanum tuberosum* L.)», I Seminario Científico de la Sociedad Cubana de Ciencias Biológicas, 1980b.
- Jiménez, S.: «Observaciones acerca del parasitismo por Entomophthorales en poblaciones de *Myzus persicae* (Sulz.) (Homoptera: Aphididae) en campos de papa», Resúmenes, I Congreso Nacional de Ciencias Biológicas, 1981a.
- Jiménez, S.; Alejandra Sotomayor; A. Hernández: «Incidencia de *Myzus persicae* (Sulz.) (Homoptera: Aphididae) sobre cuatro variedades de papa», Memorias, t. 2, I Jornada Científico-Técnica de Sanidad Vegetal, Cienfuegos, 1981b.
- Jiménez, S.: «Metodología para la señalización del pulgón verde del melocotonero», *Manual de metodologías de señalización*, C.N.S.V., La Habana, 1983.
- : «Los áfidos en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.)», *Boletín Técnico* no. 1. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, 1990.
- Jiménez, S.; M. Delgado: «Efectividad de diferentes trampas amarillas en la detección de áfidos y saltahojas en la frutabomba (*Carica papaya*)», *Protección de Plantas* 1 (1): 43-57, 1991.
- Jiménez, S.; C. Montero; J. Roscándido: «Ciclo biológico y reproducción de *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) en condiciones ambientales», *Protección de Plantas* 3 (2), 1993.
- Jiménez, S. et al.: «Zonificación del comportamiento de *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) en papa en la provincia de La Habana», Resúmenes, VI Simposio Internacional de Sanidad Vegetal en la Agricultura Tropical, 1998.
- Lago, L.: «El aislamiento en la producción de semilla de papa», Memorias, I Taller de Degeneración de Semilla de Papa, PRECODEPA, 1987, pp. 5-17.
- La Rosa, Julia; S. Jiménez: «Estudio preliminar de la variación poblacional de *Aphis gossypii* Glover y *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) en el cultivo de la papa», Resúmenes, V Jornada Científica Soc. Cubana de Zoología y III Taller sobre Diagnóstico de Plagas, Resúmenes, 1992.
- La Rosa, Julia; S. Jiménez: Abundancia poblacional y distribución en la planta de *A. gossypii* Glov., *M. persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) y sus enemigos naturales en el cultivo de la papa», IV Taller sobre Diagnóstico de Plagas, Enemigos Naturales, 1993.
- León, R., et al.: «Dinámica poblacional de *Myzus persicae* Sulz (Homoptera: Aphididae) en tres variedades de papa durante tres cosechas», *Revista de Ciencias Biológicas* 16 (1): 41-48, 1985.
- Moericke, V. Eine: «Farbfalle zur Kontrolle der Fluges von Blättaußen insbesondere der Pflirschblättaußen *Myzodes persicae* Sulz», *Nachrbl. Dtsch. Pflsch. Dienst.*, Stuttgart, 3: 23-24, 1951.
- Pérez, Keyla: «Influencia de altura de trampas en la captura de áfidos en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*)», *Agrotecnia de Cuba*, La Habana, 12 (2): 47-52, 1980.
- : «Resultados de dos niveles de alturas de trampas en la captura de áfidos, con referencia a cinco especies, en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) durante los años 1979, 1980 y 1981», *Agrotecnia de Cuba*, La Habana, 17 (1): 121-129, 1985a.
- Pérez, Keyla; Miriam Castro: «Efectividad de la especie *M. persicae* en la transmisión del virus del enrollamiento de *P. floridana*», *Ciencia y Técnica. Viandas, Hortalizas y Granos*, La Habana, 4 (1): 71-78, 1985b.
- : «Método para la captura de vectores en campo», Memorias, I Taller de Degeneración de Semilla de Papa, PRECODEPA, pp. 43-55, 1987.
- : «Otros aspectos de importancia para el estudio de la degeneración de la semilla de papa», I Taller de Degeneración de Semilla de Papa, PRECODEPA, 1987b, pp. 25-36.
- : «Los áfidos en el cultivo de la papa y en particular *Myzus persicae* Sulz. como vector de virus», tesis para Candidato a Doctor, 1989.
- Suárez, Magali; C. Murguido; Mary L. González: «Influencia de algunos factores climáticos y de la fenología de las plantas en la aparición del pulgón verde (*Myzus persicae*) sobre la papa (*Solanum tuberosum*)», *Protección de Plantas* 1 (3-4): 69-79, 1991.
- Villazón, L.; J. Martínez; A. Hernández: «Comportamiento y pronóstico del áfido *Myzus persicae* en varias campañas de papa», Resúmenes, I Jornada Científica de Sanidad Vegetal, Isla de la Juventud, 1989.

## SUSCEPTIBILIDAD DE VARIEDADES DE PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) ANTE POBLACIONES CUBANAS DE *MELOIDOGYNE* SPP.

Emilio Fernández

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 No. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

Los nemátodos formadores de agallas del género *Meloidogyne* Goeldi están considerados dentro de las plagas más importantes para el cultivo de la papa en diferentes regiones del mundo, ya que pueden afectar los rendimientos y/o calidad del producto comercial [Sasser, 1989; Weingartner, 1993].

Varias especies se encuentran asociadas al cultivo, entre ellas se citan a *M. incognita* (Kofoid and White) Chitwood, *M. arenaria* (Neal y Chitwood), *M. javanica* (Treub) Chitwood, *M. hapla* (Chitwood), *M. chitwoodi* (Golden y col.) y *M. fallax* Karssem, siendo las tres primeras predominantes en los climas tropicales y subtropicales [Jatala y Bridge, 1990; Karssen, 1996].

Estas especies tienen un rango de hospedantes amplio y diversa agresividad, y para su control se trabaja por diferentes vías, una de las cuales es el mejoramiento genético [CIP, 1994], por lo que es necesario conocer el comportamiento de las distintas variedades frente a las poblaciones nativas de *Meloidogyne* spp., y constituyó el objetivo del trabajo.

Bajo condiciones semicontroladas se evaluaron treinta variedades de papa ante poblaciones cubanas de las razas 1, 2 y 3 de *M. incognita*, la 2 de *M. arenaria*, así como *M. javanica* y *M. hapla*. Las especies y razas fueron identificadas previamente por el test de Hospedantes Diferenciales de Carolina del Norte [Taylor y Sasser, 1978], mientras que la prueba de susceptibilidad se desarrolló por el método de Hadisoeganda y Sasser (1982), evaluando el grado de susceptibilidad por la escala de Gar-

cía y Fernández (1983), donde grados 0,0-1,0 muy resistente (MR); 1,1-2,0 resistente (R); 2,1-3,0 ligeramente susceptible (LS); 3,1-4,0 susceptible (S) y muy susceptible (MS) 4,1-5,0.

Los resultados de las evaluaciones (Tabla) reflejaron una alta susceptibilidad de todas las variedades ante las poblaciones cubanas estudiadas. El grado de infestación observado en la mayoría de las variedades osciló entre 4,0 y 5,0, caracterizado por agallas de diferentes tamaños, encadenadas o no, y con masas de huevos con una alta cantidad de estos ( $450 \pm 32$ ). Este nivel de infestación fue menor (3,1-4,0), solamente en Bartina, Diamant y Romano ante *M. incognita* raza 3, Empire y Frisia frente a *M. incognita* raza 3 y *M. javanica*, y la variedad Mariela ante la raza 2 de *M. arenaria*. No se detectaron valores de grado de infestación menores que 4,0 ante las razas 1 y 2 de *M. incognita* ni *M. hapla*.

Este comportamiento coincide con lo planteado por diferentes autores. Así, Jatala y Bridge (1990) señalaron que, por lo general, en los cultivos de tubérculos comestibles en las zonas tropicales y subtropicales la resistencia a *Meloidogyne* es escasa.

En la papa no se han encontrado variedades con resistencia a los nemátodos formadores de agallas, aunque sí existen niveles de tolerancia y/o resistencia en líneas y clones precomerciales [Davide, 1985; CIP, 1988; CIP, 1994]. Esta dificultad ha servido de freno, inclusive, a algunos programas de mejoramiento del cultivo frente a otros factores, al presentarse distintas razas y variabilidades de las respuestas [CIP, 1993; CIP, 1994].

Susceptibilidad de las plantas evaluadas ante las especies y razas de *Meloidogyne* spp.

Línea, clon o variedad	Especies / razas					
	Mi			Ma	Mj	Mh
	1	2	3	2	-	-
Alland	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Atlantic	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Baraka	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Bartina	MS	MS	S	MS	MS	MS
Candita	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Cardinal	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Chieftain	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Carpetin	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Claudia	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Escart	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Darisa	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Desiree N	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Diamant	MS	MS	S	MS	MS	MS
Desiree Imp.	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Empire	MS	MS	S	MS	S	MS
Frisia	MS	MS	S	MS	S	MS
Galina	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Josema	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Karpina	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Libana	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Libay	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Lutelia	MS	MS	MS	MS	MS	MS
LT-1	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Mariella	MS	MS	MS	S	MS	MS
Noella	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Obelix	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Red Pontiac	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Romano	MS	MS	S	MS	MS	MS
Santé	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Spunta	MS	MS	MS	MS	MS	MS

Mi: *M. incognita* Ma: *M. arenaria* Mj: *M. javanica* Mh: *M. hapla*

Esta situación apoya la necesidad de considerar los niveles de infestación por *Meloidogyne* en los suelos antes de sembrar, principalmente con áreas para «semillas», así como no descuidar las rotaciones de cultivo, debiendo considerarse que están informadas para el cultivo bajo condiciones naturales en Cuba, la raza 2 de *M. incognita* y *M. arenaria*, precisamente las que más abundan en el país [Fernández et al., 1998].

## REFERENCIAS

- CIP: Manejo integrado de plagas, Informe Anual del Centro Internacional de la Papa, Perú, 1988.
- : Manejo integrado de plagas, Informe anual del Centro Internacional de la Papa, Perú, 1993.
- : Manejo integrado de plagas, Informe Anual del Centro Internacional de la Papa, Perú, 1994.
- Davide, R. G.: «Summary Report on the Current Status, Progress and Needs for *Meloidogyne* research in Region. VI», *An Advanced Treatise on Meloidogyne*, vol. 1: «Biology and Control», 1985.
- Fernández, E. et al.: «Guía para disminuir infestaciones de *Meloidogyne* spp. mediante el empleo de cultivos no susceptibles», *Boletín Técnico INISAV* 4 (3), 1998.
- García, O.; E. Fernández: *Metodología para determinar el comportamiento varietal de cultivos agrícolas a los nemátodos parásitos*, INISAV, MINAGRI, 1983.
- Hadisoeganda, W. W.; J. N. Sasser: «Resistance of Tomato, Bean, Southern Pea and Garden Pea Cultivars to Root-Knot Nematodes Based in Host Suitability», *Plant Disease* 66 (2): 145-150, 1982.

Jatala, P.; J. Bridge: «Nematode Parasites of Root Knot and Tuber Crops», *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*, Inglaterra, CAB Int., 1990.

Karssen, G.: «Description of *Meloidogyne fallax* n. sp. (Nematoda: Heteroderidae), a Root-Knot Nematode from The Netherlands», *Fundam. Appl. Nematology* 19 (6): 593-599, 1996.

Sasser, J. N.: *Plant Parasitic Nematodes: the Farmer's Hidden Enemy*, A Coop. Publ. of Dept. Plant. Pathology North Carolina St. Univ. and CACP, 1989.

Taylor, A.L.; J. N. Sasser: «Biology, Identification and Control of Root Knot Nematodes (*Meloidogyne* species)», A Coop. Publ. of the Dept. Pl. Pathol. NC. St. Univ. and the USAID, 1978.

*una publicación  
electrónica*

ÁMBITO FITOSANITARIO

[www.cuba.cu/ciencia/inisav](http://www.cuba.cu/ciencia/inisav)

---

ÁMBITO FITOSANITARIO es una publicación del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), que se inicia con la finalidad de divulgar los resultados científicos de nuestros investigadores, además incluye comunicaciones cortas, noticias, proyectos de investigación en curso, reconocimientos, entre otros temas que propician el intercambio de experiencias entre todos los que en Latinoamérica y el resto del mundo laboran en esta rama.

TEMÁTICA  
Sanidad Vegetal  
FRECUENCIA

Semestral  
DIRECTOR

Dr. Jorge Ovies Díaz

EDITORA

Lic. Acela Mirabal Abreu

CONSEJO EDITORIAL

Dr. Luis Vázquez Moreno

Lic. Adriana Ballester Hernández

CONTACTO EDITORIAL  
e-mail: [inisav@ceniai.inf.cu](mailto:inisav@ceniai.inf.cu)

## OCURRENCIA DE ENEMIGOS NATURALES DE *THRIPS PALMI* KARNY (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) EN CULTIVOS AGRÍCOLAS

L.L. Vázquez, E. Rodríguez, E. Blanco, P. de la Torre y Esperanza Rijo.

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

La alta incidencia de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en Cuba desde principios de 1997 motivó una gran preocupación respecto a las medidas de control por adoptar. Por ello se iniciaron pruebas con sustancias insecticidas y biopreparados entomopatógenos. Además, las referencias sobre resistencia a insecticidas y el hecho de que en países cercanos al nuestro la plaga había dejado de ser un problema, motivó que desde el inicio se estudiaran los enemigos naturales.

Existen diversas experiencias sobre la actividad reguladora de parasitoides y predadores en otras regiones [Hirose, 1990], y es señalada la alta incidencia de estos últimos en países vecinos como los Anthocoridae del género *Orius* en Guadalupe [Guyot, 1988; Etienne y Waetermeulen, 1989] o Hawai [Johnson, 1986; Hirose, 1993].

Con este propósito, como parte de las investigaciones sobre la incidencia de *Thrips palmi* que se realizan en la región occidental del país, durante 1997 y 1998 se realizaron evaluaciones en diferentes cultivos agrícolas.

La presencia de predadores en cultivos afectados por poblaciones de este trips, así como que fueron observados cuando se alimentaban de inmaduros de este insecto, nos permitió confirmar su actividad reguladora.

Los predadores se colectaron y conservaron en alcohol 70 % para su identificación posterior, la mayoría por comparación con especímenes de la colección del INISAV y por las descripciones taxonómicas de Zayas (1980), Johansen (1983), Muma y Denmark (1970), Ramos y Rodríguez (1997).

Las especies de predadores observados se informan en la Tabla, donde se demuestra una mayor ocurrencia de *Orius insidiosus* y *Franklinothrips vespiformis*, quienes se manifiestan de forma generalizada en las áreas afectadas por *T. palmi* en el país, sean zonas rurales de la agricultura intensiva o policultivos, en estas últimas en mayores niveles poblacionales. El resto de las especies ocurre con menor frecuencia y bajo determinadas condiciones de cultivo, principalmente en los huertos de la agricultura urbana y periurbana.

Especies de insectos observados predando inmaduros de *Thrips palmi* 1997-98

Especies	Orden y familia	Localidades	Plantas donde se colectaron	Ocurrencia relativa
<i>Orius insidiosus</i> Say	Heteroptera: Miridae	Güira, Güines, Melena del Sur, San Antonio, Quivicán (La Habana); Jovellanos, Pueblo Nuevo, Jagüey Grande, Cárdenas (Matanzas), Playa, La Lisa (Ciudad de La Habana)	Frijol, pepino, berenjena, papa, maíz, calabaza, melón	+++
<i>Franklinothrips vespiformis</i> (Crawford)	Thysanoptera: Aelothripidae	Güira, Güines, Melena del Sur, San Antonio, Quivicán (La Habana); Jovellanos, Pueblo Nuevo, Jagüey Grande, Cárdenas (Matanzas), Playa, La Lisa (Ciudad de La Habana)	Pepino, melón, calabaza, papa, col china	+++

Especies	Orden y familia	Localidades	Plantas donde se colectaron	Ocurrencia relativa
<i>Toxomerus sp.</i> <i>Ocyrtanus sp.</i>	Diptera: Syrphidae	Cárdenas, Matanzas, Jovellanos (Matanzas)	Pepino, soya	++
<i>Cyrtopeltis tenuis</i> Reuter	Heteroptera: Miridae	Güira, Güines, San Antonio (La Habana)	Papa, pepino, tomate, berenjena	+
<i>Coleomegilla cubensis</i> Csy.	Coleoptera: Coccinellidae	Güines, San Antonio (La Habana)	Berenjena, frijol, papa	-
<i>Cycloneda sanguinea</i> Csy.	Coleoptera: Coccinellidae	Cárdenas, Jovellanos (Matanzas), Güines, Güira, San Antonio (La Habana)	Pepino, calabaza, frijol, papa	+
<i>Chrysopa spp. Nodita</i> <i>firmi</i>	Neuroptera: Chrysopidae	Playa, Marianao (Ciudad de La Habana), Güines, San Antonio (La Habana) Cárdenas, Jovellanos (Matanzas)	Frijol, pepino	++
<i>Typhlodromalus</i> <i>peregrinus</i> (Muma)	Acari: Phytoseiidae	Güira, Güines (La Habana)	Papa, pepino	++
<i>Amblyseius solani</i> Ramos y Rodríguez	Acari: Phytoseiidae	Güira, Güines (La Habana)	Papa, pepino	++

La mayoría de estas especies habían sido referidas con anterioridad como reguladoras de poblaciones de trips [Guyot, 1988; Hirose, 1990], especialmente las dos primeras asociadas a *T. palmi*.

Debido a que en el programa de manejo integrado de *T. palmi* se ha establecido la utilización de barreras de maíz en campos cultivados de frijol, papa y otros cultivos, esto ha favorecido el desarrollo de las poblaciones de *Orius insidiosus*, especie que vive debajo de las brácteas de las hojas de esta planta, y que cuando alcanza la fase adulta se dispersa por la papa o el frijol infestado por el trips. Esta práctica está bastante generalizada en grandes, medianos y pequeños productores con buenos resultados, a favor de la actividad reguladora de este y otros entomófagos.

En general desde los primeros meses de ocurrencia de *T. palmi*, cuando las poblaciones eran muy altas, los predadores comenzaron a llamar la atención de los agricultores, y ello contribuyó a que fuese aceptada una estrategia de conservación en el programa de manejo integrado de esta plaga.

## REFERENCIAS

- Guyot, J.: «Revue bibliographique et premières observations en Guadeloupe sur *Thrips palmi* Karny», *Agronomy* 8 (7): 565-575, 1988.
- Etienne, J.; X. Van Waetermeulen: «*Thrips palmi* Karny» (Thysanoptera: Thripidae) et ravageurs de L'Aubergine en Guadeloupe», *Caribbean Food Crop Society* 25: 398-410, 1989.
- Hirose, Y.: «Prospective Use of Natural Enemies to Control *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae)», FFTC-NARC, International Seminar on the Use of Parasitoids and Predator to Control Agricultural Pests. Tsukuba, Japón, 1990, pp. 135-141.
- Hirose, Y. et al.: «Natural Enemies of *Thrips palmi* and Their Effectiveness in the Native Habitat», *Biological Control*, Tailandia 3: 1-5, 1993.
- Johansen, R. M.: «Nuevos estudios acerca del mimetismo en el género *Franklinothrips* Back (Insecta: Thysanoptera) en México», *Ann. Inst. Biol., Univ. Nac. Auton. Mexico* 53 (1): 133-156, 1983.
- Johnson, M. W.: Population Trends of a Newly Introduced Species. *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) on Commercial Watermelon Planting in Hawaii», *Journal of Economic Entomology* 79 (3): 718-720, 1986.
- Muma, M. H.; H. A. Denmark: «Phytoseiidae of Florida», *Arthropods of Florida and Neighboring Land Areas*, 6: 1-150, 1970.
- Ramos, M.; N. Rodríguez: «Ácaros fitoséidos (Phytoseiidae) en el cultivo de la papa. Descripción de una nueva especie», *Rev. Protección Vegetal*, La Habana 12 (2): 109-112, 1997.
- Zayas, F. de: *Entomofauna cubana*, t. VII, Ed. Científico-Técnica, La Habana, 1980.

## SUPLEMENTO DE ANTIBIÓTICOS CONTRA BACTERIAS PARA EL AISLAMIENTO DE *PHYTOPHTHORA INFESTANS* (MONT) DE BARY DE PLANTAS DE PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM* L.)

Marusia Stefanova, Loreta Larrinaga y María F. Coronado

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

El tizón tardío causado por *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary es una de las enfermedades fúngicas más importantes de la papa. El hongo posee una alta diversidad y adaptividad con virulencia variable, y puede provocar epidemias severas en diferentes partes del mundo [Hardy *et al.*, 1995; Spielman *et al.*, 1991]. La caracterización de las poblaciones existentes del patógeno requiere de numerosos aislados; sin embargo el aislamiento del hongo a partir de material de campo se hace difícil debido a la presencia de contaminantes, entre ellos las bacterias se convierten en predominantes por su crecimiento rápido y persistente.

Existen varios medios de cultivo selectivos o semiselectivos enmendados con antibióticos y fungicidas para suprimir los contaminantes [Sato and Kato, 1993; Tuite, 1969; Tooley, s.a.], pero estos no siempre han sido seleccionados sobre la base de un estudio previo de sensibilidad y definición de dosis óptimas.

Durante la campaña de papa 1994-95 la presencia constante de bacterias que no pudieron ser evitadas con el uso del medio de cultivo selectivo empleado obstaculizó el aislamiento de *P. infestans*. Por tal motivo se trabajó en la determinación de un suplemento antibiótico efec-

tivo contra contaminantes bacterianos para posteriormente enmendar el medio de cultivo basal.

Se obtuvieron numerosos aislamientos de bacterias a partir de hojas de papa afectadas por *P. infestans*. Posteriormente se probó mediante discos impregnados la sensibilidad de 26 de ellos frente a siete antibióticos y fungicidas recomendados [Tooley, s.a.] en diferentes dosis. Con las drogas que suprimieron el crecimiento de las bacterias se confeccionaron tres variantes (combinaciones de antibióticos y dosis) como suplementos del medio basal que fueron ensayados con todos los aislamientos de bacterias obtenidos de papa. La ausencia total de crecimiento indicó la efectividad de las combinaciones. La mejor variante se comprobó con muestras procedentes de campo.

La pimarcina (50 y 100 ppm), PCNB (50 ppm) y benomyl (50 ppm) no tuvieron efecto contra las bacterias ensayadas. De los antibióticos, la ampicilina y vancomicina provocaron halos de inhibición frente a algunos aislamientos de *Erwinia carotovora* subsp *carotovora* solamente, siendo el último producto de menor eficacia. La polymixina resultó ser el antibiótico de mayor espectro de acción. La concentración de 25 ppm tuvo un efecto similar al de 50 ppm (Tabla 1).

Tabla 1. Sensibilidad de aislamientos bacterianos frente a diferentes drogas y dosis (ppm)

Especies	Por ciento de cepas inhibidas					
	1	2	3	4	5	6
<i>E. carotovora</i>	66,7	44,5	44,5	100	100	22,1
<i>Ps. viridiflava</i>	0	83,4	16,7	100	100	0
<i>Ps. putida</i>	0	0	100	100	100	0
<i>Pseudomonas</i> spp. (fluorescentes)	0	44,5	88,9	88,9	88,9	0
<i>Flavobacterium</i> spp.	0	0	100	100	100	0

1: Ampicilina 50

2: Rifampicina 25

3: Rifampicina 50

4: Polimixina 25

5: Polimixina 50

6: Vancomicina 100

Con las combinaciones de rifampicina (25 ppm), ampicilina (50 ppm) y polymixina (25 y 50 ppm) se obtuvo un ciento por ciento de efectividad frente a las 53

cepas bacterianas comprobadas. Las variantes de las dosis menores de los tres antibióticos suprimieron el crecimiento de las bacterias entre un 70,4 y un 77,3% (Tabla 2).

Tabla 2. Efectividad de las combinaciones de dosis de los tres antibióticos seleccionados contra aislamientos bacterianos de papa

Combinación de dosis R - A - P	No. de cepas bacterianas	Efectividad (%)
25-25-50	44	77,3
25-25-25	44	70,45
25-50-50	44	100
25-50-25	53	100

R: Rifampicina

A: Ampicilina

P: Polymixina

Con el suplemento antibiótico nuevo más dos fungicidas (PCNB 75 ppm y benomyl 100 ppm) adjuntos al medio basal V-8 se obtuvo de muestras de campo un 90,76 % de fragmentos con *P. infestans* sin contaminaciones de ningún tipo.

Los resultados anteriormente expuestos permiten proponer la combinación de los antibióticos rifampicina, ampicilina y polymixina en dosis final de 25-50-25 ppm respectivamente como suplemento del medio basal de *P. infestans* para suprimir el crecimiento de las bacterias contaminantes y optimizar el aislamiento del hongo a partir de plantas de papa.

## REFERENCIAS

- Hardy, B.; B. Trognitz; G. Forbes: «Mejoramiento para el tizón tardío. Progresos hasta hoy», CIP Circular 2 (1) 1-5, abril, 1995.
- Sato, N.; M. Kato: «Improvement of the Selective Medium and Method of the Isolation of *Phytophthora infestans*», *Annals of the Phytopathological Society of Japan* 59: 568-571, 1993.
- Spielman, L.: «A Second Worldwide Migration and Population Displacement of *Phytophthora infestans*», *Plant Pathology* 40: 422-430, 1991.
- Tooley, P. W.: «Procedure for Isolation of *Phytophthora infestans*», USDA-ARS, 4h, s. a.
- Tuite, J.: «Media and Nutrient Solutions Used by Pathologist and Mycologists (1-80)», *Plant Pathological Methods. Fungi and Bacteria* Burgess, Publishing Company, 1969.