Manejo integrado de plagas

PRONÓSTICO DEL TIZÓN TARDÍO (*PHYTOPHTHORA INFESTANS* (MONT.) DE BARY) DE LA PAPA EN CUBA. V. EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL MÉTODO UMBRAL DE LLUVIAS PARA LA PREDICCIÓN DE EPIFITOTIAS

Guadalupe Gómez,[1] Magaly Suárez,[2] Isabel Suárez,[3] Jorge Montero,[4] María Eugenia Arredondo,[5] Teresa Rivero,[6] Alexis Hernández,[7] Elidia Díaz[4] y Edilma Martínez[8]

[1] INISAV
[2] LAPROSAV La Habana
[3] INSMET
[4] ETPP Güines
[5] Centro Provincial Meteorológico de Matanzas
[6] LAPROSAV Cienfuegos
[7] LAPROSAV Ciego de Ávila
[8] Centro Provincial Meteorológico de Villa Clara

RESUMEN

Diferentes variables climáticas son usualmente relacionadas con el desarrollo epidemiológico de las enfermedades en las plantas. Uno de los factores que más influyen en la evolución del tizón tardío de la papa es la lluvia, y a tal efecto fue publicado un modelo de pronóstico para ocurrencia de epifitotia en los inicios de la década del ochenta, que no fue utilizado hasta 10 años después, donde se comprobó que además también podía ser utilizado para predecir primeras apariciones, si se presentaban lluvias abundantes, aun cuando no ocurrieran períodos favorables según el modelo más utilizado hasta ese momento. De forma que se entendió la necesidad de evaluar la eficacia del método y profundizar en sus inexactitudes con el objetivo de trabajar en la elaboración de uno más eficaz, que garantizara mayor porcentaje de confiabilidad. Se trabajó con información acumulada desde 1978-1979 hasta 1992-1993 en diferentes zonas de las provincias de La Habana, Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara y Ciego de Ávila, donde se calcularon los porcentajes de coincidencia o no del modelo. El porcentaje de coincidencia osciló entre 71 y 93 %, con un valor medio de 80 %, lo que es considerado como muy bueno, mientras que la no coincidencia más importante del método es cuando alerta la ocurrencia de epidemias y no ocurren, algo relacionado con el umbral de temperaturas medias propuesto, que no se corresponde con las necesidades térmicas de P. infestans *para su evolución a epidemia.*

Palabras clave: *Phytophthora infestans, Solanum tuberosum, papa, tizón tardío, pronóstico*

ABSTRACT

Different climatic variables are usually related to epidemiological development of plant diseases. Rain is one of the most remarkable factors influencing on potato late blight evolution. A model taking into account this factor was published in early 1980' to predict the epidemic occurrence of the disease but it was used only 10 years later. It was proved that model even succeeded to predict the first outbreaks if heavy rain occurred even when no favorable periods were present, according to the model widely used up to that date. Thus, it was understood to assess the accuracy of the method and to obtain a new one with a greater likelihood of reliability. The 1978-79 until 1992-93 records of Havana, Matanzas, Villa Clara, Cienfuegos and Ciego de Ávila were studied and the coincidence percentages according to that model were calculated. Coincidence percentage ranged between 71 and 93% having a mean value of 80%, which is considered very well. The most important bad point of the method is the failure to alert epidemics occurrence. This is related to mean temperature threshold proposed by the model, which are not linked to thermal needs of P. infestans *for its evolution to epidemics.*

Key words: *Phytophthora infestans, Solanum tuberosum, potato, potato late blight, forecasting*

INTRODUCCIÓN

Entre los factores meteorológicos más importantes para el desencadenamiento de epidemias de tizón tardío en Cuba se encuentra la lluvia, pues si existen temperaturas relativamente bajas (menor de 28ºC), el agua juega un papel importante en la diseminación de la enfermedad, ya sea entre plantas o de un campo a otro. Aunque no se han realizado estudios al respecto, se conoce además que la neblina, unida a la ocurrencia de períodos

favorables y de precipitaciones, también es importante en la incidencia de epifitotias. No sin razón nuestros agricultores de principios del siglo XX denominaban a la enfermedad, no como tizón tardío, sino como *neblina* [Bruner y Valdés, 1945].

El modelo Umbral de Lluvias señala que en Cuba las epifitotias están condicionadas por valores de las precipitaciones acumuladas cada cuatro semanas superiores a 38 mm y temperaturas medias promedios semanales inferiores a 24ºC [Padrón, 1982]. Aunque el trabajo fue publicado en 1982, no fue hasta la campaña del cultivo 1993-1994 que fue utilizado en las Estaciones Territoriales de Protección de Plantas de La Habana y Matanzas, debido a que se consideraba que el método de Naumova modificado [Rodríguez *et al*., 1989] era capaz de predecir tanto primeras apariciones como ocurrencia de epifitotias; sin embargo, el resultado de la experiencia resultó un éxito, pues el modelo en esa campaña fue capaz no sólo de predecir la fuerte epidemia desatada, sino que también predijo la aparición de primeras manchas, algo que no se esperaba [Gómez *et al*., 1995]. Posteriormente continuó su aplicación, aunque, con el objetivo de obtener otro modelo más eficaz, se decidió hacer una evaluación de la efectividad del método.

MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo de Umbral de Lluvias fue evaluado en el período comprendido entre 1978-1979 hasta 1992-1993, en los meses de diciembre a marzo en los municipios de Güines, Melena del Sur y Güira de Melena (La Habana), Jovellanos, Colón (Matanzas), Horquita (Cienfuegos), Yabú (Villa Clara) y Venezuela (Ciego de Ávila), sobre la base de la capacidad y exactitud de la predicción. Las temperaturas medias promedios y las precipitaciones semanales fueron calculadas a partir del 1 de diciembre. Posteriormente se analizó si las curvas de cada campaña fueron superiores, inferiores o se encontraban oscilando en la curva umbral. Se determinó la condición de cumplimiento del método cuando la curva de las precipitaciones se encontraba oscilando en la umbral, si en más del 50 % de las semanas el valor era superior al establecido. Para el caso de las temperaturas se determinaron las medias, límite superior e inferior, intervalo de confianza para un 95 % de confiabilidad, así como la desviación y el error estándar en cuatro de las localidades estudiadas.

Con el propósito de determinar la eficiencia del modelo se calculó el porcentaje de coincidencia cuando: 1) el método alertó ocurrencia de epifitotia y realmente ocurrió; 2) cuando el método no alertó su ocurrencia y realmente no existió. La no coincidencia se determinó de dos formas: tipo A (cuando posterior a la señal de ocurrencia de epifitotia la enfermedad no se presentó con esas características) y tipo B (cuando el método no alertó de ocurrencia de epifitotia y la enfermedad tuvo carácter epifitótico).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del análisis de evaluación cualitativa del método en las diferentes localidades puede observarse en la *Tabla 1*, mientras que la eficiencia se muestra en la *Tabla 2*. Según este método, en las campañas 1986-1987, 1988-1989 y 1990-1991 debieron existir epifitotias en Güira de Melena, lo que no ocurrió. En esas tres campañas llovió abundantemente, pero incidieron muy poco los períodos favorables según el método de Naumova modificado; sin embargo, el método no alertó de posible epifitotia en 1985-1986, y ocurrió una de características moderada. En Güines el método alertó en 1979-1980 y 1989-1990, pero no ocurrieron períodos favorables para el desencadenamiento de epifitotia. En Melena del Sur dio alerta en 1989-1990, y no hubo períodos favorables y tampoco epifitotia.

En Jovellanos alertó en las campañas 1986-1987, 1989-1990, 1990-1991 y 1992-1993; sin embargo, con excepción de 1989-1990 en que sí existieron períodos favorables, en las otras tres campañas no se presentaron estos eventos y la enfermedad no apareció o su incidencia fue ligera. En 1985-1986 el método no alertó, y hubo una epidemia con características moderadas, lo que se debió a nueve períodos favorables que ocurrieron entre diciembre y enero. En Colón dio alerta en 1986-1987, 1987-1988 y 1989-1990, pero en ninguna de las tres campañas ocurrieron períodos favorables para la aparición y desarrollo de la enfermedad, por lo que no se presentó.

En Cienfuegos, Villa Clara y Ciego de Ávila el porcentaje de coincidencia del método resultó satisfactorio, y en los casos donde no fue efectivo se debió a campañas que, a pesar de haber llovido lo suficiente como para sobrepasar el umbral establecido, no ocurrieron períodos favorables suficientes como para desencadenar epifitotias de tizón tardío en las plantaciones.

Cuando se analizó el umbral que Padrón (1982) propone con respecto a la temperatura, pudo comprobarse que 24ºC es un valor muy alto. Solamente en Ciego de Ávila las temperaturas promedios semanales sobrepasan esa cifra, pues en el resto de las localidades estudiadas son muy pocas las ocasiones en que se encuentran por encima del valor umbral. El resultado del análisis de intervalo de confianza para los valores de la temperatura media en Güines, Güira de Melena, Aguada de Pasajeros y Venezuela (Ciego de Ávila) se muestran en las *Figs. 1, 2, 3* y *4*, lo que indica que en todas las campañas en la región occidental y central del país, las temperaturas favorecen el desarrollo epifitótico del tizón tardío, para no ser cierto, pues como ya se ha explicado han existido campañas en que las precipitaciones han sobrepasado los valores umbrales, y las temperaturas promedios han estado por debajo de los 24ºC, la enfermedad no se ha comportado como una epifitotia moderada o severa, y ha coincidido que no han existido períodos favorables. En Cuba se produce una marcada diferencia climática entre el occidente, centro y

oriente del país, además de la variabilidad climática anual. Ejemplo de ello fueron los inviernos cálidos y lluviosos que se presentaron a fines de la década del ochenta y principios del noventa [INSMET, 1991], cuando debieron haber aparecido epifitotias según el método y no ocurrieron.

Tabla 1. Resultado del análisis de evaluación del método Umbral de Lluvias para el tizón tardío en diferentes localidades del país

Campaña	La Habana			Matanzas		Cienfuegos	Villa Clara	Ciego de Ávila
	Güira de Melena	Güines	Melena del Sur	Jovellanos	Colón	Aguada de Pasajeros	Valle del Yabú	Venezuela
1978-1979	1	1	1	*	*	*	A	*
1979-1980	1	A	1	1	2	2	A	*
1980-1981	2	2	2	2	2	2	2	*
1981-1982	2	2	2	2	2	2	1	*
1982-1983	1	1	1	1	1	1	1	*
1983-1984	1	1	1	1	1	2	2	*
1984-1985	2	2	2	2	2	2	2	*
1985-1986	B	2	2	B	2	B	2	2
1986-1987	A	1	1	A	A	A	2	2
1987-1988	2	2	2	2	A	2	2	2
1988-1989	A	2	2	2	2	2	2	2
1989-1990	2	A	A	A	A	2	–	2
1990-1991	A	1	2	A	A	2	–	A
1991-1992	2	2	2	2	2	2	1	2
1992-1993	1	2	1	A	2	2	–	A

1: Existió epidemia y las lluvias fueron superiores al umbral del método.
2: Las lluvias fueron inferiores al umbral y no existió epidemia.
A: Las lluvias fueron superiores al umbral y no existió epidemia.
B: Las lluvias fueron inferiores al umbral y existióepidemia.

Tabla 2. Porcentajes de coincidencia y no coincidencia del método de Umbral de Lluvias

Localidad	Campañas analizadas	Umbral de Lluvias		
		Por ciento de coincidencia	Por ciento de no coincidencia tipo A	Por ciento de no coincidencia tipo B
Güira de Melena	15	73,33	20,0	6,66
Güines	15	86,66	13,33	0,00
Melena del Sur	15	93,33	6,66	0,00
Jovellanos	14	64,28	28,57	7,14
Colón	14	71,42	28,57	0,00
Cienfuegos	14	80,0	7,14	7,14
Yabú	12	83,33	16,66	0,00
Venezuela	8	87,50	12,50	00,0
Total		80,37	16,82	2,80

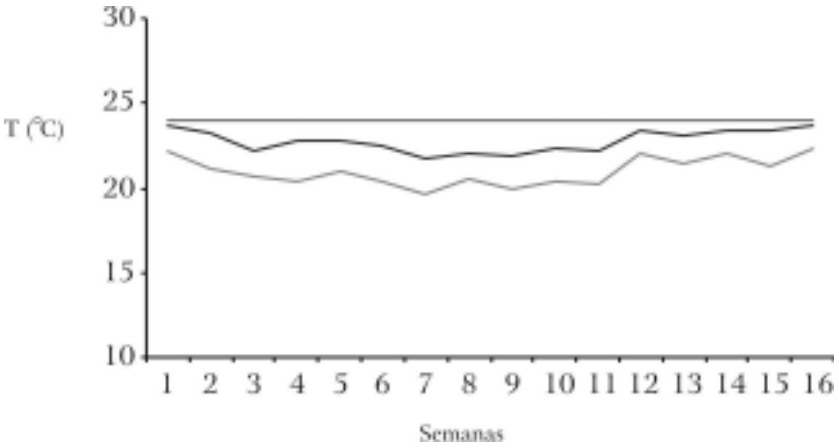

Figura 1. Intervalo de confianza (p = 0,05) de las temperaturas promedios semanales en Güines, La Habana.

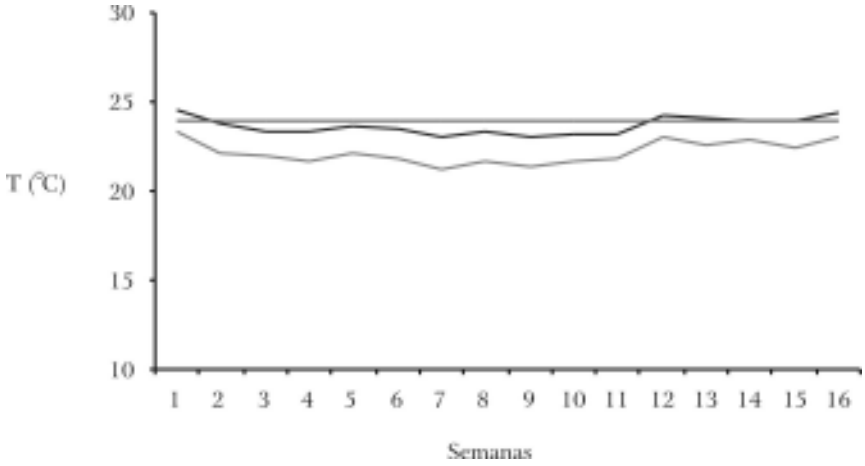

Figura 2. Intervalo de confianza (p = 0,05) de las temperaturas promedios semanales en Güira de Melena, La Habana.

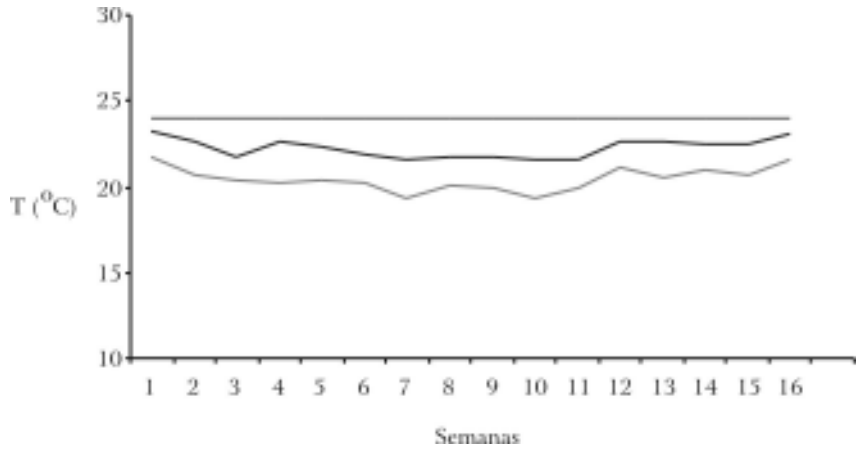

Figura 3. Intervalo de confianza (p = 0,05) de las temperaturas promedios semanales en Aguada de Pasajeros, Cienfuegos.

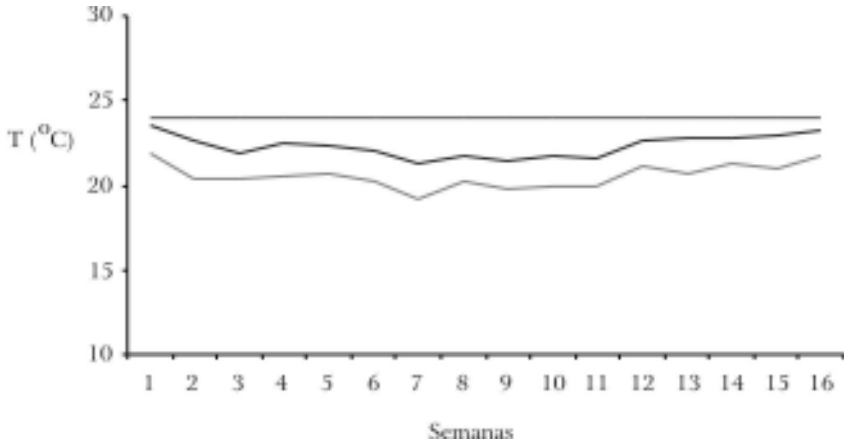

Figura 4. Intervalo de confianza (p = 0,05) de las temperaturas promedios semanales en Venezuela, Ciego de Ávila.

El fundamento del método está relacionado en el ciclo de vida del patógeno con la diseminación de la enfermedad. Este modelo no predice cuándo van a aparecer los primeros síntomas, lo que pronostica es en qué momento la enfermedad se va a presentar epifitóticamente, basado en la fuerte relación que existe entre la lluvia y el desarrollo del hongo. *P. infestans* tiene dos tipos de estructuras reproductivas en su fase asexual, que se forman en dependencia de las condiciones climáticas que imperen en el momento de su desarrollo. Estas estructuras alternativas tienen marcadas diferencias desde el punto de vista cuantitativo. Harrison y Lowe (1989) demostraron que seis o siete días después de la penetración de las zoosporas en las hojas el hongo es capaz de esporular, y producir alrededor de 300 000 esporangios.

Las zoosporas de *P. infestans* pueden trasladarse con el agua de lluvia de una a otra planta [Rotem *et al*., 1971; Bashi *et al*., 1982] o de un campo a otro adyacente [Gregory, 1983], lo que le permite un mayor dominio del espacio en un corto período; pero esto sucede siempre que la temperatura y humedad garanticen en primer lugar la formación de los esporangios, y en segundo lugar temperaturas entre 10 y 12ºC y no sólo alta humedad relativa. El agua es necesaria para su conversión en zoosporangios [Blackwell and Waterhouse, 1931].

De forma general puede señalarse que el método tiene un elevado porcentaje de coincidencia para las localidades estudiadas, y que su inexactitud radica, fundamentalmente, en el alto umbral que propone para el valor promedio semanal de las temperaturas medias. Cuando el modelo no alerta y la enfermedad evoluciona a epifitotia, es que, a pesar de que las precipitaciones no sobrepasan el umbral predeterminado, si los períodos favorables son abundantes y continuos puede presentarse la enfermedad con tales características.

CONCLUSIONES

- El porcentaje de coincidencia del método de Umbral de Lluvias en el período evaluado oscila entre 71 y 93 %, con un valor medio de 80 %.
- La no coincidencia más importante del método es cuando alerta la ocurrencia de epidemias y no ocurren, debido fundamentalmente a la ausencia de períodos de bajas temperaturas que favorecen el desarrollo del hongo.
- El umbral de temperaturas medias propuesto por el método no se corresponde con las necesidades térmicas de *P. infestans* para su evolución a epidemia.

REFERENCIAS

Bashi, Esther *et al*.: «Inoculum Potencial of *Phytophthora infestans* and the Development of Potato Late Blight Epidemics», *Phytopathology* E.U., 72 (8):1043-1047, 1982.

Blackwell, E. M.; G. M Waterhouse: «Spores and Spore Germination in the Genus *Phytophthora*», *Trans. Br. Mycol. Soc.*, Inglaterra, 15:294-310, 1931.

Bruner, C. S.; Barry Valdés: «Reseña de los insectos y enfermedades que afectan a la papa», *Revista de Agricultura*, abril-mayo-junio, 1945, p. 67.

Gómez, I. Guadalupe *et al*.: *Manejo integrado del tizón tardío de la papa*, INISAV, La Habana, 1995.

Gregory, P. H.: «Some Mayor Epidemics Caused by *Phytophthora*», *Phytophthora :It's Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology*, St. Paul: American Phytopathological Society, 1983.

Harrison, G. J.; R. Lowe: «Effects of Humidity and Windspeed on Sporulation of *Phytophthora infestans* on Potato Leaves», *Plant Pathology*, Londres 38:585-591, 1989.

INSMET: *Boletín de la Vigilancia del Clima*, La Habana, 2 (1), enero 1991.

Padrón, S. J.: «Umbrales de lluvia para el pronóstico del tizón tardío en Cuba», *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Serie Protección de Plantas,* La Habana 5 (2):77-85, 1982.

Rodríguez, T. J. *et al*.: «Pronóstico a corto plazo de *Phytophthora infestans* en papa y tomate». Informe de Investigación. Quinquenio 1986-1990. Cod 515.06.01, INISAV, La Habana, 1989.

Rotem, J. *et al*.: «Relativity of Limiting and Optimun Inoculum Loads, Wetting Durations, and Temperatures for Infection by *P. infestans*», *Phytopathology*, E.U., marz, 61(3):275-278; 1971.