

PRONÓSTICO DEL TIZÓN TARDÍO (*PHYTOPHTHORA INFESTANS* (MONT.) DE BARY) DE LA PAPA EN CUBA.

II. EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL MODELO NAUMOVA MODIFICADO

Guadalupe Gómez, Magaly Suárez, Moisés Figueroa, Teresa Rivero y Alexis Hernández

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 Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal de Cuba implementó en 1977 la metodología del Nomograma de Naumova en las Estaciones Territoriales de Protección de Plantas con el objetivo de hacer pronósticos de primeras apariciones y desarrollo del tizón tardío de la papa en Cuba. Debido a ciertas imprecisiones este modelo fue ajustado a las condiciones climáticas de la isla. No obstante, en determinadas localidades y campañas, el método no alertaba el surgimiento de las primeras manchas. Mediante la evaluación del modelo desde 1978-1979 hasta 1992-1993 en diferentes zonas de las provincias de La Habana, Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara y Ciego de Ávila, y de la determinación de su eficacia se logró valorar sus deficiencias. En la mayoría de los casos en que el método no alertó y la enfermedad fue detectada coincidió con un solo día de condiciones favorables acompañado de una determinada cantidad de lluvias. El porcentaje de coincidencia osciló entre 86,50 y 33,33%, con un valor general de 71,02%, concluyéndose además que la deficiencia principal que tiene el modelo es la no-cuantificación de las precipitaciones.

Palabras clave: *P. infestans*, tizón tardío, *S. tuberosum*, pronóstico.

ABSTRACT

Plant Health Research Institute of Cuba put into practice in 1977 a Nomograma Naumova method to forecasting about the first apparition and development of potato late blight. This method was adjusted to climatic condition of Cuba. However, it didn't work well in some localities and growing seasons. It was evaluated since 1978-79 until 1992-93 in different places of Havana, Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara and Ciego de Avila provinces. It was determined its efficacy and was validated the deficiencies of the method. In the most cases where the method was unable to alert both favourable conditions and rain. Coincidence percentage ranged between 86.50 and 33.33% with a general mean of 71.02%. This paper concluded that weak point of this model is the lack of rain quantification.

Key word: *P. infestans*, potato late blight, *S. tuberosum*, forecasting.

INTRODUCCIÓN

A partir de la creación en Cuba en 1975 de las Estaciones Territoriales de Protección de Plantas (ETPP) como parte del Sistema Estatal de Sanidad Vegetal, diversas metodologías de señalización y pronóstico fueron establecidas por parte del Instituto de Investigaciones del propio sistema [IISV, 1978]. En el caso del tizón tardío de la papa el método seleccionado fue el Nomograma de Naumova [Zhumakov, 1970], el cual define la ocurrencia de «períodos críticos» favorables para el desarrollo de la enfermedad. Sin embargo, se detectó que en determinados casos la enfermedad aparecía en ausencias de períodos críticos en forma de brotes ligeros en las partes bajas y húmedas de los campos y que generalmente no desarrollan a epidemia, de forma que se ajustó el modelo a las condiciones de

Cuba y el nuevo modelo fue denominado Naumova Modificado por Rodríguez (1989), trabajo publicado recientemente por Gómez *et al.* (1999). En la campaña del cultivo 1993-1994 el tizón tardío tuvo un comportamiento inusual, el patógeno fue extremadamente agresivo, fundamentalmente en La Habana y Matanzas, donde se demolieron 58 caballerías por su causa [Gómez *et al.*, 1995], y en esa misma década otras campañas tuvieron características similares, y no en todos los casos el modelo hizo predicciones acertadas, fundamentalmente cuando posterior a un solo día con condiciones favorables la lluvia alcanzaba valores elevados, por lo que se evaluó su eficacia con el objetivo de precisar los puntos débiles del método.

MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo Naumova Modificado fue evaluado desde 1978-1979 hasta 1992-1993 en los meses de diciembre a marzo en los municipios de Güines, Melena del Sur, 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. Para cada una de las estaciones meteorológicas vinculadas a las localidades estudiadas, se tabularon las variables climáticas relacionadas con el método, enmarcándose los perío-

dos favorables, así como la fecha de la primera aparición de la enfermedad. Posteriormente se analizaron casuísticamente ambos hechos.

Para determinar la eficiencia del modelo se calculó el porcentaje de coincidencia cuando 1: posterior a uno o más períodos favorables la enfermedad fue detectada, y 2: cuando no existieron períodos favorables y la enfermedad no fue detectada. La no-coincidencia se determinó de dos formas: tipo A: cuando posterior a uno o más períodos favorables la enfermedad no fue detectada y tipo B: cuando no existieron períodos favorables y la enfermedad fue detectada.

Tabla 1. Resultado del análisis de evaluación del método de Naumova modificado para el tizón tardío en las 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	1	1	1	1	B	A	*
1980-1981	1	A	A	2	2	2	A	*
1981-1982	1	2	2	2	2	B	B	*
1982-1983	1	1	B	1	B	B	B	*
1983-1984	1	1	1	B	1	2	B	*
1984-1985	1	1	1	1	A	A	A	*
1985-1986	1	1	1	1	1	1	1	2
1986-1987	1	1	1	2	2	1	1	B
1987-1988	1	1	1	A	2	A	A	1
1988-1989	1	1	B	2	2	2	1	1
1989-1990	1	A	1	A	2	2	–	1
1990-1991	1	1	1	1	2	2	–	2
1991-1992	A	A	2	2	2	B	1	1
1992-1993	B	B	B	2	A	B		1

1: La enfermedad fue detectada después de uno ó más períodos favorables.

2: No existieron períodos favorables y la enfermedad no fue detectada.

A: Posterior a uno o más períodos favorables la enfermedad no fue detectada.

B: No existieron períodos favorables y la enfermedad fue detectada.

Tabla 2. Porcentajes de coincidencia y no coincidencia del método de Naumova modificado

Localidad	Campañas analizadas	Naumova modificado		
		Por ciento de coincidencia	Por ciento de no coincidencia tipo A	Por ciento de no coincidencia tipo B
Güira de Melena	15	86,66	6,66	6,66
Güines	15	73,33	20,0	6,66
Melena del Sur	15	73,33	6,66	20,00
Jovellanos	14	78,57	14,28	7,14
Colón	14	78,57	14,28	7,14
Aguada de Pasajeros	14	57,14	14,28	28,57
Yabú	12	33,33	41,66	25,0
Venezuela	8	87,50	0,00	12,50
Total		71,02	14,95	14,01

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del análisis de la evaluación del método en las diferentes localidades puede ser observado en la *Tabla 1*, mientras que la eficiencia se muestra en la *Tabla 2*. En Güira de Melena el porcentaje de coincidencia fue de 86,66%; sólo en dos campañas el método no funcionó: en 1991-1992, donde se presentaron cinco períodos favorables, la enfermedad no incidió, y en 1992-1993 esta fue detectada sin la ocurrencia de períodos favorables previos, aunque cuatro y tres días antes cayeron 13,8 y 111,5 mm de lluvia. En Güines la coincidencia fue de 73,33%; la enfermedad no apareció en 1980-81, 1989-1990 y 1991-1992, a pesar de que, según el método, se presentaron períodos favorables; sin embargo, se detectó en 1992-1993 sin un período favorable previo a la aparición de las primeras manchas. En Melena del Sur fue de 73,33%; no hubo enfermedad en 1980-1981, 1981-1982 y 1991-1992, pero en la primera de ellas fue donde único existieron períodos favorables; en tanto que en 1982-1983 y 1992-1993 fue observada sin que existieran períodos favorables previos a su detección, aunque en 1992-1993 esta fue posterior a 50,5 mm de lluvias la semana anterior a la aparición.

En Jovellanos el porcentaje de coincidencia fue de 78,57%; en ocho de las campañas analizadas no se detectó la enfermedad, y sólo en dos de ellas existieron períodos favorables (1987-1988 y 1989-1990), mientras que en 1983-1984 esta apareció sin que previamente se presentara un período favorable, pero sí cuatro días después de haber caído 72,8 mm de precipitaciones. En Colón fue de 78,57%, en diez campañas no se observó el tizón tardío; en 1984-1985 y 1992-1993 únicamente se presentaron dos períodos favorables y no

se apreció la enfermedad; no obstante, en 1982-1983 ocurrió algo similar a lo explicado en otras localidades: la enfermedad apareció sin haber ocurrido ningún período favorable y después de una lluvia de 72,8 mm.

Es bueno señalar que en un gran número de casos coinciden campañas donde la enfermedad no fue detectada según el método de Naumova Modificado, en los cuales las lluvias ocurridas estuvieron relacionadas con la influencia del evento meteorológico El Niño-Oscilación Sur aspecto que fue oportunamente relacionado con la ocurrencia de epidemias del tizón tardío [Gómez *et al.*, 1999].

El porcentaje de coincidencia en Horquita fue de 57,14%; en 1984-1985 y 1987-1988 sólo ocurrieron dos períodos favorables en la primera y tres en la segunda, respectivamente; la enfermedad no apareció. Esto no es preocupante, pues al no existir una frecuencia mayor de intervalos de tiempo favorables, la evolución de la epifitotia se limita; pero si ocurre lo contrario, que el método no alerte y se detecten las primeras manchas, tal y como sucedió en cinco de las 14 campañas analizadas, sí debe serlo. Es posible que por la distancia que hay entre la Estación Meteorológica de Aguada de Pasajeros y las áreas de la Empresa de Cultivos Varios de Horquita, lugar donde se siembra la papa en Cienfuegos, no sea representativa, criterio que defienden los especialistas del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LAPROSAV) en esa provincia [Castellanos, 1997, comunicación personal]. Castellanos *et al.* (1995) combinaron los métodos Gráfico Móvil [Hyre, 1959] y Naumova Modificado por Castellanos *et al.* (1985), donde utilizaron un Punto Meteorológico del Ministerio

de la Agricultura e indicaron que el mismo fue muy efectivo para las predicciones de focos y epifitotías.

En Yabú fueron analizadas 12 campañas. En cinco de ellas, aunque existieron períodos favorables, no hubo enfermedad; el porcentaje de coincidencia fue de 33,33%. En 1981-1982 el tizón tardío se detectó después de un período de alerta y otro en el que la temperatura máxima de uno de los dos días fue de 28,9°C, pero hubo precipitaciones de 38,4 mm; en 1982-1983 apareció también, luego de dos períodos favorables, el segundo de ellos con temperaturas máximas de 28,7°C el primer día y 30,1°C el segundo, aunque con 45,3 mm de lluvia. En 1983-1984 la enfermedad se detectó sin ningún período favorable previo a su aparición. Desde 1992-1993 los especialistas del LAPROSAV de Villa Clara [Álvarez, 1996, comunicación personal] detectaron *P. parasitica* en el follaje de plantas de papa en el valle de Yabú, la cual causó manchas similares a las producidas por *P. infestans*. Una diferencia en la sintomatología es la ausencia del mildiu blanco característico de *P. infestans* por el envés de la hoja, lo cual puede confundir a los técnicos de la sanidad vegetal en el cultivo; otras desigualdades entre las morfología de ambas especies pueden ser observadas a través del microscopio óptico [Erwin y Ribeiro, 1996]. En 1994-1995 y 1995-1996 también existieron brotes de intensidad ligera en diferentes localidades de dicha provincia. También *P. parasitica* fue aislada de muestras supuestamente de tizón tardío procedentes de Alquizar y Güines en febrero y marzo de 1998 respectivamente [Tomás, 1999]. Cuando se analizaron los datos climáticos precedentes a la detección de los primeros síntomas, se observó que durante toda la campaña existieron además de períodos favorables para el tizón tardío, períodos de alta humedad a consecuencia de lo lluvioso de la estación y temperaturas máximas superiores a 28°C, que por los requerimientos de este patógeno beneficia su aparición y desarrollo.

El porcentaje de coincidencia del método en Venezuela (Ciego de Ávila) fue de 87,5%. De las ocho campañas analizadas, solo en 1986-1987 se detectó la enfermedad sin condiciones previas de períodos favorables.

El método fue efectivo en seis de las ocho localidades estudiadas, con porcentajes de coincidencia no aceptables en Horquita y Yabú; se considera que este valor podría mejorar aún más en las localidades de La Habana y Matanzas, si el método contemplara, de forma cuantitativa, las precipitaciones para las primeras apariciones. Es obvio que aunque no exista un período favorable, si las lluvias sobrepasan determinado valor, la enfermedad puede aparecer, pues ese factor puede complementar la deficiencia de alguno de los elementos necesarios para que ocurra el proceso infeccioso, tal y como fue señalado por Rotem *et al.* (1971).

Para Cuba, las temperaturas diarias entre 11 y 28°C y las humedades relativas entre 60 y 100% que ocurren en períodos de dos o más días producto de la entrada de un frente frío, son las condiciones que el hongo necesita para crecer, esporular y penetrar en el tejido foliar y del tallo hasta completar un nuevo ciclo de vida, lo cual está en correspondencia con las necesidades ambientales que *P. infestans* requiere para su desarrollo. En la medida en que estas condiciones se repitan, el hongo será más favorecido desde el punto de vista climático, y si existen lluvias, lloviznas, neblinas y otros, su evolución es mucho más efectiva.

CONCLUSIONES

- El porcentaje de coincidencia general del método Naumova Modificado para pronosticar el tizón tardío de la papa en el período evaluado fue de 71%, oscilando en la región occidental entre 73,33 y 86,66%, mientras que en la región central el rango está entre 33,33 y 87,50%.
- La no-coincidencia más importante del método ocurre cuando no alerta y la enfermedad aparece, lo que generalmente está relacionado con abundantes precipitaciones.

REFERENCIAS

- Castellanos, G. L., C. Rodríguez y Teresa Rivero. «Efectividad del método Naumova para el pronóstico del tizón tardío de la papa en la provincia Cienfuegos durante siete años», Jornada Científico-Técnica de Sanidad Vegetal, 3, Cienfuegos, LPSV, 1985.
- Castellanos, G. L. *et al.*: «Ocurrencia y pronóstico del tizón tardío en Cienfuegos». En: Simposio Internacional de Sanidad Vegetal, 5, Villa Clara: LPSV, 1995.
- Erwin, C.D.; O.K. Ribeiro: «*Phytophthora*. Diseases Worldwide». __ St. Paul: American Phytopathological Society, 1996.
- Gómez, Guadalupe. *et al.*: «Manejo integrado del tizón tardío de la papa». Informe de resultado científico. INISAV, MINAGRI, 1995.
- Gómez, Guadalupe, J. Padrón y A. Meulenert: «Influencia del evento meteorológico El Niño-Oscilación Sur sobre epifitotías del tizón tardío de la papa y el moho azul del tabaco en Cuba», *Fitosanidad* (La Habana) 3 (3): 21-26, 1999.
- Gómez, Guadalupe *et al.*: «Naumova Modificado: ajuste de un método de pronóstico para el tizón tardío de la papa y el tomate en Cuba», *Fitosanidad* (La Habana) 3 (3): 95-100, 1999.
- Hyre, R. A. «Progress in Forecasting Late Blight of Potato and Tomato», *Plant Disease* (EUA) 38: 245-253, 1954.
- INISAV. *Metodologías de señalización y pronóstico de plagas y enfermedades*, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, MINAGRI, 1978.

Rodríguez, T.J. *et. Al.*: «Pronóstico a corto plazo de *Phytophthora infestans* en papa y tomate», Informe de Investigación. Quinquenio 1986-90, Cod 515.06.01. La Habana, INISAV, 1989.

Rotem, J.; Cohen, Y.; J. Putter: «Relativity of Limiting and Optimum Inoculum Loads, Wetting Durations, and Temperatures for Infection by *P. infestans*», *Phytopathology* (EUA) 61(3): 275-278; marz. 1971.

Tomás G. Yoelquis: «Reproducción, sobrevivencia y estudio de algunos aspectos biológicos de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary». Tesis presentada en opción al título académico de Master en Protección Vegetal, Ministerio de Educación, Universidad Agraria de La Habana, La Habana, 1999.