

El pronóstico a corto plazo de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary en papa durante 30 campañas en la Empresa Cultivos Varios Horquita

Shor term forecast for *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary on potato during 30 cultivation seasons in Horquita Varied Crops Enterprise

Neivys Yanes López¹, Leónides Castellanos González², Roberto Gómez Brito³, Carmen V. Martín Vasallo¹, Niafi Morejón López¹

1. Estación de Protección de Plantas de Yaguaramas, Cienfuegos, Cuba.

2. Centro de Estudios para la Transformación Agraria Sostenible (CETAS) Universidad de Cienfuegos, Carretera de Rodas, Km 4, Cienfuegos. Cuba. Teléfonos. 05343522912 y 05343517282).

3. Ministerio de Ciencia Tecnología y Media Ambiente, Cienfuegos, Cuba.

E-mail: lcastellanos@ucf.edu.cu

RESUMEN. La investigación se desarrolló con datos de 30 campañas del cultivo de la papa en la Empresa Cultivos Varios Horquita (1978-1979 hasta 2007-2008). Durante las campañas en estudio se estuvo evaluando la fecha de la primera aparición del tizón tardío por campo o cuadrante (cuarta parte del área bajo las máquina de riego de pivote central) del cultivo de la papa, en relación con los métodos de pronóstico a corto plazo recomendados para la Empresa de Cultivos Varios de Horquita: Naumova modificado (humedad relativa temperatura) y el Método de Gráfico Móvil (lluvia temperatura). El método de Naumova modificado ha manifestado 87.7 % de eficiencia en el pronóstico del tizón tardío durante las 30 campañas en estudio en esta Empresa; el Gráfico Móvil de 56.2 % y la combinación de ambos el 93.7 %. Se manifiesta una disminución en el tiempo de la efectividad de los métodos de pronóstico empleados para el tizón tardío en papa, a tener en consideración en el futuro.

Palabrac clave: *Phytophthora infestans*, pronóstico, *Solanum tuberosum*, tizón tardío.

ABSTRACT. The investigation was developed with data of 30 potato cultivation seasons in the Horquita Varied Crops Enterprise (from 1978-1979 up to 2007-2008). During the studies season, the date of the first appearance of the late blight was evaluated for field or quadrant (fourth part of the area under the machine of irrigation of central pivot) of the of the potato crop, according with the methods of short term forecast recommended for the Horquita Varied Crops Enterprise: Modified Naumova (relative humidity -temperature) and the Method of Mobile Graph (rainfall - temperature). The method of modified Naumova has manifested 87.7% of efficiency for the forecast of late blight during the 30 studies seasons for this Enterprise while the Mobile Graph got 56.2% and the combination of both 93.7%. The effectiveness of the used forecast methods for the potato late blight manifested a decrease in the time, which have to be considered in the future work.

Keywords: *Phytophthora infestans*, forecast, *Solanum tuberosum*, late blight

INTRODUCCIÓN

La primera referencia del tizón tardío de la papa en Cuba fue la de Cook (1906). Esta patología según Hernández y Gómez (2005) y Andréu y Gómez (2007) constituye una enfermedad devastadora por su carácter epidémico para este cultivo.

Las condiciones favorables para la producción del cultivo de papa les son también para el desarrollo de la enfermedad, por lo tanto es imposible producir papa sin tomar las medidas necesarias para el manejo

de la misma (Lucca *et al.*, 2008). Puede controlarse satisfactoriamente mediante la combinación de varias medidas sanitarias, variedades resistentes y aspersiones con compuestos químicos aplicadas adecuadamente en la temporada (AgroNet, 2001; Andréu y Gómez, 2007; Lucca *et al.*, 2008).

Algunos de los primeros modelos de pronóstico fueron desarrollados para el tizón tardío y datan antes de los años 1940 y han apuntado a la necesidad de

hacer una intervención de manejo de la enfermedad, generalmente la aplicación de un fungicida (Forbes, 2007). Los sistemas de pronóstico para predecir el ataque de tizón han sido ampliamente utilizados y mejorados en los países desarrollados (Acuña *et al.*, 2005).

En Cuba se trabaja desde la década del 70 del siglo pasado en el pronóstico del tizón tardío de la papa con resultados alentadores pudiéndose citar los trabajos de Mayea (1984), Castellanos *et al.* (1989), Castellanos *et al.* (1998) y Gómez *et al.* (2003), sin embargo en los últimos años no se ha realizado un análisis profundo de la eficiencia de los métodos que se están empleando para el pronóstico de la enfermedad en la Empresa de Cultivos Varios de Horquita.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la efectividad de los métodos de pronóstico a corto plazo del tizón tardío de la papa en la Empresa de Cultivos Varios de Horquita en los últimos 30 años.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló con datos de 30 campañas del cultivo de la papa en la Empresa Cultivos Varios Horquita (1978-1979 hasta 2007-2008). La Empresa está ubicada al sur de la provincia de Cienfuegos y en ella predominan los suelos Ferralítico Rojo típico y Ferralítico Rojo lixiviado. Las variables meteorológicas históricas que caracterizan la zona de Horquita en el período de diciembre-marzo (ACC, 1992) son las siguientes:

Variable	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Temperatura media °C	21,9	20,4	21,3	22,9
Temperatura máxima media °C	28,5	27,6	28,6	30,1
Temperatura mínima media °C	16,6	14,9	15,3	16,7
Humedad relativa media (%)	82	79	78	75
Humedad relativa máxima media (%)	97	96	96	95
Humedad relativa mínima media (%)	51	48	46	45
Lluvia (mm)	20	37	39	47
Días de lluvia	5	5	8	10

Durante las 30 campañas en estudio se estuvo evaluando la fecha de la primera aparición del tizón tardío por campo o cuadrante (cuarta parte del área bajo las máquina de riego de pivote central) del cultivo de la papa, en relación con los métodos de pronóstico a corto plazo recomendados para la Empresa de Cultivos Varios de Horquita: Naumova (Zchumakov, 1969), modificado según criterios de Castellanos *et al.*, (1989) y el Método de Gráfico Móvil (Hyre *et al.*, 1959).

El método de Naumova (Zchumakov, 1969), modificado por Castellanos *et al.* (1989) tiene en cuenta períodos críticos, según los datos de humedad relativa y la temperatura durante dos días (48 horas al menos), de la siguiente forma:

Periodo alerta

HR mínima $\geq 60\%$

Temperatura máxima $< 28^{\circ}\text{C}$

Temperatura mínima $\geq 11^{\circ}\text{C}$

Periodo favorable

HR mínima $\geq 60\%$

HR media $\geq 84\%$

Temperatura máxima $< 28^{\circ}\text{C}$

Temperatura mínima $\geq 11^{\circ}\text{C}$

Periodo muy favorable

HR mínima $\geq 75\%$

Temperatura máxima $< 25^{\circ}\text{C}$

Temperatura mínima $\geq 11^{\circ}\text{C}$

El método Gráfico Móvil (Hyre *et al.*, 1959), recomienda un día favorable al tizón tardío cuando:

-La temperatura mínima es mayor de $7,5^{\circ}\text{C}$.

-La temperatura media promedio durante los cinco últimos días es menor de $25,5^{\circ}\text{C}$.

-La lluvia acumulada durante los diez días anteriores es de 30 mm ó más.

Al transcurrir diez días consecutivos favorables al mismo, el tizón puede ser pronosticado una o dos semanas más tardes.

Los datos climáticos fueron obtenidos en hidrotérmo grafos ubicados en casetas de 1.5 m de altura en la propia Empresa de Cultivos Varios Horquita o en la Estación Agro meteorológica más cercana (Aguada de Pasajeros). La información sobre las lluvias se recogió en pluviómetro ubicado en la propia empresa.

Para cada método se clasificaron los períodos y se seleccionó la primera observación de tizón la cual se clasificó según la severidad de incidencia en foco

cuando la enfermedad alcanzó distribución ($d > 5\%$); epidemia leve cuando la distribución ($> 5\%$ y $< 25\%$) y epidemia fuerte cuando la distribución es ($e > 25\%$).

Para la evaluación de la afectividad de los métodos de pronóstico se distribuyó las 30 campañas en tres etapas; desde campaña 1978-1979 hasta 1989-1990 componen la primera; desde 1990-1991 hasta 1999-2000 integran la segunda y la última etapa comprendida desde 2000-2001 hasta 2007-2008.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante las 30 campañas en estudio en la primera etapa comprendida desde 1978-1979 hasta 1989-1990, existieron cinco campañas 1980-1981, 1983-1984, 1984-1985, 1988-1989 y 1989-1990 en la que no se presentaron períodos favorables por ninguno de los métodos y no apareció el tizón, y sólo en dos campañas 1978-1979 y 1987-1988, existió período favorable y

no incidió el tizón, la primera campaña por los dos métodos y en la segunda por Naumova modificado. Siempre que el tizón apareció, por el método de Naumova modificado le antecedió períodos críticos por lo que el porcentaje de coincidencia fue máximo no así para el método Gráfico móvil (tabla 1), el cual no fue efectivo en las campañas 1981-1982, 1985-

Tabla 1. Efectividad de los métodos de pronóstico Naumova Modificado y Gráfico Móvil en el primer período

Campañas	Naumova Modificado		Períodos favorables según Gráfico Móvil.	Primera observación
	Clasificación de los períodos	Fecha de ocurrencia		
1978-1979	Alerta	3-4/01/79	2-21/02/79	-
1979-1980	Alerta	4-5/01/80 14-15/01/80	18-27/02/80	7/01/80*
1980-1981	-	-	-	-
1981-1982	Alerta	4-5/01/82 14-15/01/82 9-10/02/82	-	15/02/82*
1982-1983	Alerta	9-10/01/83 21-23/01/83 2-4/02/83 7-8/02/83 11-14/02/83	22-26/01/83 28/02- 8/03/83 11-20/03/83	25/01/83***
	Muy favorable	25-28/01/83		
1983-1984	-	-	-	-
1984-1985	-	-	-	-
1985-1986	Favorable	12-14/01/86	-	14/02/86**
1986-1987	Alerta	3-4/01/87 18-20/01/87 24-25/01/87 14-18/02/87 5-7/03/87	-	12/03/87*
1987-1988	Alerta	21-23/01/88 25-26/01/88 19-20/02/88	-	-
1988-1989	-	-	-	-
1989-1990	-	-	-	-

*Foco de tizón tardío

**Epidemia leve

***Epidemia fuerte

1986, 1986-1987 por no haber condiciones favorables y en la 1979-1980 no fue efectivo para la primera observación corroborando lo expuesto por Gómez *et al.* (2003), quienes señalan que el método Gráfico Móvil o umbral de lluvias está relacionado en el ciclo de vida del patógeno con la diseminación de la enfermedad. Este modelo no predice cuando van a aparecer los primeros síntomas, lo que pronostica es en qué momento la enfermedad se va a presentar como epifitotia, basado en la fuerte relación que existe entre la lluvia y el desarrollo del hongo.

En la segunda etapa comprendida desde 1990-1991 hasta 1999-2000 (Tabla 2, pág. 23), existió sólo una campaña 1999-2000 en la que no se presentó períodos favorables por ninguno de los métodos y no apareció el tizón; no se dio el caso que existiera período favorable por los dos métodos y no incidiera el tizón. No siempre que el tizón apareció, por el método de Naumova modificado le antecedió períodos críticos como en la campaña 1996-1997, pero si se presentó un período Gráfico Móvil; coincidiendo con Castellanos *et al.* (2008), quienes plantean que siempre que apareció el tizón se habían presentado previamente períodos críticos según el método de Naumova modificado o período favorable por el Gráfico Móvil. Es decir, que en seis de las ocho campañas afectadas, el método Naumova modificado fue efectivo lo que representa el 75 %, corroborando los resultados de Gómez *et al.* (2002), quienes obtuvieron con el método de Naumova modificado para el tizón tardío en las diferentes localidades del país un porcentaje de coincidencia general de 71%, oscilando en la región occidental entre 73,33 y 86,66%, mientras que en la región central el rango estuvo entre 33,33 y 87,50%.

Para el método Gráfico móvil en la campaña 1992-1993 no fue antecedida la ocurrencia de tizón por un período crítico y en dos campañas, la 1995-1996 y la 1998-1999 no fue efectivo para la primera observación, es decir que en cinco de las ocho campañas con presencia de tizón el método fue efectivo representando 62.5 %. Se puede señalar que en la campaña 1996-1997 por Naumova modificado no le antecedió períodos críticos y si por el método Gráfico móvil, corroborando lo alegado por Castellanos *et al.* (2008), quienes plantean que el uso combinado de los métodos ha resultado muy efectivo para las predicciones del tizón tardío, ya sea en forma

de foco o de epidemia.

En la tercera etapa comprendida desde la campaña 2000-2001 hasta 2007-2008, de ocho campañas se presentan condiciones favorables en siete y la enfermedad apareció en tres, dos de ellas antecedidas por períodos favorables y una sin que se presentara condiciones para el tizón tardío por ninguno de los dos métodos de pronósticos estudiados (Tabla 3).

La aparición de la enfermedad sin que se presentaran condiciones favorable por ninguno de los dos métodos en estudio, pudiera tener una explicación por las condiciones de microclima favorable que se crean cuando hay períodos sub óptimos (que sí ocurrieron de forma incompleta por el Método Naumova en esa campaña) y se riega con aspersión en horas del mediodía, pudiéndose completar los períodos críticos en determinados campos específicos de la Empresa. Esta situación fue alertada por Castellanos *et al.* (1998), quienes recomendaron manejar correctamente el riego suspendiéndolo en las horas del mediodía cuando se presentan condiciones sub óptimas o un día favorable a la enfermedad, para evitar que el período crítico se complete. Debe tenerse en cuenta que el sistema de pronóstico provincial para agentes fitosanitarios de la Sanidad Vegetal en Cienfuegos (SISPROSAV) (Castellanos *et al.*, 2008), que incluye el pronóstico para el tizón tardío de la papa por vía computacional, predice diariamente si hay condiciones favorables para la enfermedad, lo cual permite analizar si en el día anterior o el que le sigue a uno favorable se produjeron condiciones limítrofes a las que contempla el método y tomar medidas adicionales para muestrear con mayor intensidad los campos en busca de los síntomas de tizón incluso cuando no se han completado los dos días consecutivos favorables.

Existieron cinco campañas 2000-2001, 2001-2002, 2003-2004, 2005-2006 y 2006-2007 en las cuales se presentaron períodos críticos por los dos métodos y no apareció el tizón. Muchos autores coinciden en que aunque hayan condiciones favorables, el tizón puede aparecer o no, y esto depende de la distribución al azar de las fuentes de inóculo, la fonología del cultivo y del potencial de inóculo inicial que permita alcanzar la fase de epidemia en uno, tres o cinco períodos incubación (Divoux, 1963; Mayea y Castellanos, 1978; Castellanos *et al.*, 2008).

Tabla 2. Efectividad de los métodos de pronóstico Naumova Modificado y Gráfico Móvil en el segundo período

Campañas	Naumova Modificado		Grafico móvil	Primera observación del tizón
	Tipo de períodos	Fecha		
1990-1991	Alerta	12-16/01/91	-	-
1991-1992	Alerta	14-15/01/92	21-30/12/91	12/02/92**
	Favorable	26-27/01/92 24/02/92	9-18/02/92	
1992-1993	Alerta	1-2/01/93 25- 26/01/93 14- 25/02/93	-	7/01/93**
1993-1994	Alerta	1-2/12/93 23- 27/12/93 24- 25/02/94	18-27/01/94	24/02/94**
	Favorable	18-20/01/94	24/02-3/03/94	
1994-1995	Alerta	6-8/01/95 28- 31/01/95 11- 12/02/95	14-24/01/95	22/02/95*
1995-1996	Alerta	2-4/02/96 2- 4/03/96 8- 9/03/96	7-11/01/96	2/01/96**
	Favorable	29/12/95- 2/01/96 6- 7/01/96	3-13/02/96	
	Muy favorable	31/12/95-1/01/96	3-13/03/96	
1996-1997	-	-	14-23/01/97	16/01/97***
1997-1998	Favorable	9-10/01/98 25- 27/01/98 22- 23/03/98	10-19/01/98	15/01/98***
	Muy favorable	23/03/98	28/01- 11/02/98 22- 30/03/98	
1998-1999	Alerta	15-16/12/98	15-24/03/99	4/02/99*
1999-2000	-	-	-	-

*Foco de tizón tardío

**Epidemia leve

***Epidemia fuerte

Si se toma en cuenta que el objetivo del pronóstico es alertar para movilizar los recursos y que la enfermedad no sorprenda a los productores que en el caso del método Naumova modificado no se recomienda el empleo de fungicidas adicionales o de alta efectividad si no se presentan períodos favorables o muy favorables la efectividad del método solo se pierde cuando aparece la enfermedad y no se ha pronosticado como en la campaña 2003 -2004, aunque se observaron varios años en este siglo con períodos críticos sin que se presencia de la enfermedad.

Teniendo esta premisa en general el Método Naumova se manifestó como no eficiente en dos campañas de las 16 que apareció la enfermedad y el Método Gráfico Móvil en siete, obteniéndose una eficiencia de 87.5%

para el primero y 56.2 % para el segundo (Tabla 4).

Ambos métodos combinados solo fallaron en la campaña 2003 – 2004 por lo que lograron una eficiencia de 93.7%. Esto indica que a pesar de las variaciones que está presentando el tizón tardío en su frecuencia de aparición, la combinación del método Naumova modificado - Grafico Móvil recomendado por Castellanos *et al.* (1998) permite predecir la incidencia del tizón tardío en al Empresa de Cultivos Varios de Horquita con una alta probabilidad de adelantarse a la ocurrencia de la enfermedad.

La no presencia de la enfermedad ante un solo período crítico se ha explicado por muchos investigadores como Divoux (1963) por la no existencia o la insuficiente cantidad de inóculo del patógeno, que en algunos casos

Tabla 3. Efectividad de los métodos de pronóstico Naumova Modificado y Gráfico Móvil en el tercer período

Campañas	Naumova Modificado		Gráfico móvil	Primera observación del tizón
	Tipo de períodos	Fecha		
2000-2001	Favorable	21-25/12/00 29-31/12/00 4/01/01 22/01/01	23/12/00-1/01/01	-
	Muy favorable	26/12/00		
	Alerta	2-3/01/01 21/01/01 23/01/01		
2001-2002	Favorable	30/12/01 1/01/02	31/12/01-9/01/02	-
2002-2003	Alerta	13/12/02 26/12/02 4/01/03 14/01/03 17- 18/01/03	23-26/02/03 17- 31/03/03	20/02/03**
	Favorable	14/12/02 27/12/02 6/01/03		
	Muy favorable	5/01/03 15/01/03		
2003-2004	Alerta	1-3/12/03	14-19/12/03 21- 30/03/04	-
2004-2005	-	-	-	17/02/05**
2005-2006	Alerta	26/12/05	18-27/01/06 12- 21/02/06	-
	Muy favorable	25/12/05		
2006-2007	Alerta	9-10/12/06	17-26/12/06 31/12/06-4/01/07 12-23/02/07	-
2007-2008	Alerta	12/12/07 20- 21/01/08	31/03/08	7/02/08**
	Favorable	13/12/07		

*Foco de tizón tardío

**Epidemia leve

***Epidemia fuerte

Tabla 4. Efectividad de los métodos de pronóstico Naumova modificado y Gráfico Móvil para la primera observación por períodos

Aspectos		Períodos			
		1978-1990	1990-2000	2000-2008	Total
Número de campañas		12	10	8	30
Campañas donde incidió <i>Phytophthora infestans</i>		5	8	3	16
Campañas con períodos críticos no eficientes	Naumova Modificado	0	1	1	2
	Gráfico Móvil	3	2	2	7
Campañas con ocurrencia de tizón sin período crítico		0	0	1	1

se ha podido constatar que *Phytophthora infestans* ha necesitado de uno hasta cinco ciclos de incubación para que sea visible la enfermedad, mientras que en Cuba también investigadores como Gómez *et al.* (2003), plantean la necesidad al menos de la ocurrencia

de dos períodos favorables para que sean observados los primeros síntomas. Con la efectividad de los métodos sucede de forma similar, se ha incrementado al transcurrir las campañas, que ocurran períodos críticos y no aparezca el tizón coincidiendo con Divoux,

(1963); Mayea y Castellanos, (1978); Castellanos *et al.*, (1998), en el sentido que no siempre las condiciones favorables es suficiente para la aparición de la enfermedad.

En las 30 campañas en estudio en el primer período de un total de 12 campañas solo en cinco 1979-1980, 1981-1982, 1982-1983, 1985-1986 y 1986-1987 incidió *Phytophthora infestans* lo que representó 41.6 % de campañas afectadas; de ellas tres 1979-1980, 1981-1982 y 1986-1987, la primera observación constituyó un foco de tizón, una 1985-1986 epidemia leve y una 1982-1983

epidemia fuerte. En el segundo período de diez campañas solo en dos 1990-1991 y 1999-2000 no incidió y en el resto si apareció lo que representó 80% de campañas afectadas; en dos 1994-1995 y 1998-1999, la primera observación constituyó un foco de tizón, otras cuatro 1991-1992, 1992-1993, 1993-1994 y 1995-1996 epidemia leve y en dos 1996-1997 y 1997-1998, epidemia fuerte. En el último período de ocho campañas en tres 2002-2003, 2004-2005 y 2007-2008, incidió el hongo lo que represento 37.5 % de campañas afectadas y en las tres, la primera observación constituyó epidemia leve (Tabla 5).

Tabla 5. Clasificación de la primera observación de *Phytophthora infestans* por campañas y períodos

Períodos	Número de campañas	Campañas donde incidió <i>Phytophthora infestans</i>				Campañas afectadas (%)
		Total	Foco	Epidemia leve	Epidemia fuerte	
1978-1990	12	5	3	1	1	41.6 %
1990-2000	10	8	2	4	2	80 %
2000-2008	8	3	0	3	0	37.5 %

Esta información resumida pone en evidencia una vez más que en la década del 90 el comportamiento de tizón tardío se diferencio del resto de los años en cuanto a frecuencia de incidencia y severidad; además manifiesta también una disminución en la frecuencia de incidencia y severidad de la enfermedad en los últimos años, lo cual puede estar asociado con el aumento de la temperatura que se ha producido en las últimas campañas, lo cual ha es contrario a lo que ha sido alertado por investigadores del CIP (2008) y Alonso (2008) quienes alertan sobre la posibilidad de que con el cambio climático el tizón tardío, podría extenderse a zonas hoy libres de esta patología, en la presente investigación se observa que el tizón tardío tiende a disminuir su severidad y frecuencia bajo las condiciones de esta Empresa.

CONCLUSIONES

El método de Naumova modificado ha manifestado 87.7 % de eficiencia en el pronóstico del tizón tardío durante las 30 campañas en estudio en la Empresa de Cultivos Varios de Horquita; el Gráfico Móvil de 56.2 % y la combinación de ambos el 93.7 %.

Se manifestó una disminución en el tiempo de la efectividad de los métodos de pronóstico empleados para el tizón tardío en papa, a tener en consideracion en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

1. Academia de Ciencias de Cuba (A.C.C.): Dirección provincial de meteorología. Guía Climática sobre el clima de Cienfuegos. Cienfuegos. 52p., 1992.
2. Acuña, I.; R. Bravo; B. Sagredo; M. Gutiérrez; I. Maldonado; J. Inostroza. N. Gaete; G. Secor V. Rivera; J. Solano; C. Bravo; R. De la Barra; J. Kalazich; J. Rojas y C. Vera.: Uso de pronosticadores para el desarrollo de estrategias de manejo integrado del tizón tardío de la papa en la zona sur de Chile. XIV Congreso Nacional de Fitopatología. Talca – VII Región – Chile: p 47., 2005.
3. AgroNet. (El portal Agrícola Mexicano) no. 2470 (enero 2001). Los Mochis Sin, México. Disponible en: <http://www.agronet.com>. (Consulta: 10 marzo.2009).
4. Alonso, J. L. 2008. La papa y el tizón tardío; La papa y el calentamiento global. Bitácora de Papa. Disponible en: <http://bitacoradelapapa.wordpress.com>. (Consulta 10 marzo 2009)
5. Andréu, C. M. y J. Gómez.: La Sanidad Vegetal en la Agricultura Sostenible Agentes bióticos causantes de enfermedades en las plantas Capítulo 4. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, p, 126-244., 2007.

6. Castellanos, G. L., C. Rodríguez y T. Rivero.: Efectividad del método Naumova para el pronóstico del tizón tardío de la papa en la provincia Cienfuegos durante siete años. *Agrotécnia de Cuba*. Vol. 21 No.1: 73 – 82, 1989.
7. Castellanos, L.; T. Rivero; C. Martín y J. Pajón.: Ocurrencia y pronóstico del tizón tardío en Cienfuegos, Cuba. Centro Agrícola. Revista del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba. No.1. año 25, Enero –Abril: 16-21, 1998.
8. Castellanos, L.; T. Rivero; F. Mora, P. Brito B. Rivas y J. Pajón.: Explotación de un nuevo Sistema de Pronóstico (SISPROSAV) para cuatro agentes fitosanitarios. Anuario Científico. Universidad de Cienfuegos. www. ucf. cu., 2008.
9. CIP. Centro Internacional de la papa 2008. Informe Anual. La Molina, Lima, Perú. Disponible en: <http://www.cipotato.org/cip/spanish/about.asp> (Consulta: 10 de marzo 2009).
10. Divoux, R.: Determinación de las fechas de tratamiento realizadas contra el Mildiu de la papa, Boletín Tech Inform. Agric., Mayo. 180 pp., 1983.
11. Forbes, G. 2007. Simulación y pronóstico de enfermedades de plantas CIP. Centro Internacional de la papa. La Molina, Lima, Perú. Disponible en: <http://www.cipotato.org/cip/spanish/about.asp> (Consulta: 10 de marzo 2009).
12. Gómez G.; M. Suárez; f. Moisés; T. Rivero y A. Hernández.: Pronóstico tizón tardío *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) de la papa en Cuba. II. Evaluación de la efectividad del modelo Naumova modificado. Fitosanidad. Vol. 6, No. 2: 35-38, 2002.
13. Gómez G.; M. Suárez; I. Suárez; L. Montero; M. E. Arredondo; T. Rivero; A. Hernández; E. Días y E. Martínez.: Pronóstico de 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. Fitosanidad. Vol. 7, No. 3: 33-38, 2003.
14. Hernández K. y Gómez G.: Aplicación de Marcadores bioquímicos y moleculares en poblaciones de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary causante del tizón tardío en papa y tomate. Fitosanidad. Vol. 9, No. 4: 50, 2005.
15. Hyre, R.; A. R. Bonde y G. Johnson.: La relación entre la lluvia, la humedad relativa y la temperatura con el tizón tardío en Maine, en *Plant, Dis. Reprtr.* 43., 1959.
16. Lucca M. F.; S. de Jerónimo; S. Capezio y M. Huarte. 2008. Validación de modelos predictivos de tizón tardío y desarrollo de un servicio de extensión en la Argentina Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Actualidad Papera Año 7 - N° 21. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/index.htm>. (Consulta 10 Marzo 2009)
17. Mayea, S. 1984. Biologie, Okologie und, Bekämpfung von Kartoffel in Cuba, disertación para optar por el grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, Rostock.
18. Mayea, S. y L. Castellanos. 1978. Estudio sobre pronóstico y control de los tizones tardío y temprano en varias zonas de la provincia de Villa Clara, Tesis de grado, Universidad Central de Las Villas.
19. Zchumakov, A. A.1969. Metodología para el pronóstico de la papa en la URSS, (ED). Kolos.

Recibido: 16/10/2011

Aceptado: 01/02/2011