

Patrones sinópticos que condicionan el desarrollo de *Alternaria solani* Sor. en el cultivo de *Solanum tuberosum* L. en Horquita

Sinaí Barcia Sardiñas y Beatriz Lemus Sánchez

Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos. Calle 51A s/n e/ 24 y 26, Cienfuegos, Cuba, sinaí@cfg.insmet.cu betty@cfg.insmet.cu

RESUMEN

El objetivo del presente estudio consistió en realizar un análisis del comportamiento de *Alternaria solani* Sor. en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) y la determinación de las condiciones meteorológicas de mayor asociación con la aparición de la enfermedad en la Empresa Agropecuaria Horquita en seis campañas paperas. Los datos para realizar el trabajo fueron tomados de la información recopilada en los informes de campañas anuales realizados por la Estación de Protección de Plantas de Yaguaramas y los datos meteorológicos de la Estación de Aguada de Pasajeros. El tizón temprano de la papa incidió en el 100 % de las campañas en estudio, siendo la campaña 2007-2008 la de mayores niveles de incidencia. La primera aparición y desarrollo de la enfermedad en todas las campañas se vio influenciada por el comportamiento de las variables climáticas temperatura y humedad relativa. Fueron identificados dos patrones sinópticos asociados a la aparición de *A. solani* en el cultivo de la papa. En los mismos se presenta sobre Cuba la influencia de anticiclones migratorios que se desplazan hacia el este para dar paso a sistemas frontales. Los resultados contribuyen a fortalecer el sistema de manejo de esta enfermedad en la provincia de Cienfuegos.

Palabras claves: *Solanum tuberosum*, *Alternaria solani*, tizón temprano, incidencia, patrones sinópticos

ABSTRACT

The objective of the present study was to conduct an analysis of the behavior of *Alternaria solani* Sor (early blight) in the cultivation of potato *Solanum tuberosum* L. and the determination of the meteorological conditions of greater association with the occurrence of the disease in Horquita Agricultural Enterprise for six seasons (2006-2012). Data to carry out this work were taken of the information gathered in the reports of annual campaigns carried out by the Estación de Protección de Plantas of Yaguaramas data were obtained from Aguada de Pasajeros Meteorological Station. Potato early blight affected the 100 % of the studied campaigns and the highest levels of incidence happened in the campaign 2007-2008. The first apparition and development of the disease in all seasons were influenced by the behavior of the climatic variables: temperature and relative humidity. Two synoptic patterns associated with the occurrence *A. solani* in potato cultivation. In the same occur on Cuba's influence migratory anticyclones that travel east to make way for frontal systems. The results contribute to strengthening the system of management of this disease in Cienfuegos province.

Key words: Incidence, *Solanum tuberosum*, *Alternaria solani*, early blight, synoptic patterns

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades que más afectan al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en Cuba son el tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) y el tizón temprano (*Alternaria solani* Sor.), la sarna común (*Streptomyces* spp.); la rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani* Khum) y las pudriciones blandas y pierna negra causadas por *Pectobacterium carotovorum* [Mayea *et al.*, 1983].

El tizón temprano es la enfermedad foliar más destructiva en muchas regiones paperas [Shtienberg *et al.*, 1990; Leiminger y Hausladen, 2012]. Esta

enfermedad ocurre particularmente en regiones con altas temperaturas y alternancia de períodos secos y húmedos [Gudmestad y Pasche, 2007]; no obstante, en los últimos años se han observado incrementos en su frecuencia de aparición en zonas de latitudes medias asociados a los efectos del cambio climático [Kocmánková *et al.*, 2010].

En Cuba es la enfermedad más frecuente que afecta las plantaciones de papa, presentándose en la totalidad de las variedades y sistemas de cultivo, y se considera la enfermedad más importante del cultivo a lo largo del

país. Piña (1980), Arzuaga (1982) y Castellanos (2002) informan que esta puede reducir los rendimientos entre el 4 y el 38 % de la cosecha potencial del cultivo.

En la década de los ochenta se realizaron importantes investigaciones que arrojaron recomendaciones para el mejor control de esta enfermedad, como fueron las de Piña (1980), quien estudió la biología de *A. solani* y su control químico con los fungicidas disponibles en ese momento; las de Arzuaga (1982), que estudió la resistencia genética de los cultivares de papa, y las de Skeen (1984), que abordó algunos aspectos epifitiológicos y el empleo de los derivados del furfural en el control de esta patología. No obstante, la introducción de nuevas tecnologías de cultivo, fungicidas y cultivares obligan a profundizar en las investigaciones relacionadas con la nocividad, la epifitología y otras formas de lucha que permitan un perfeccionamiento de la señalización y el pronóstico y de las medidas de control, con el objetivo de lograr un sistema de manejo integrado de la enfermedad científicamente fundamentado.

Castellanos *et al.* (2005) diseñaron un sistema de pronóstico a corto plazo del tizón temprano (SISPRO-TITE), el cual predice la probabilidad de encontrar la enfermedad en los campos de papa, utilizando el modelo matemático exponencial en función de la edad del cultivo, la humedad relativa y la temperatura.

Desde el punto de vista de la vigilancia agrometeorológica también se han realizado estudios en Cuba relacionados con la identificación de patrones sinópticos asociados a la aparición de esta enfermedad en los cultivos de tomate y papa en las provincias de Ciego de Ávila y Santiago de Cuba, respectivamente [Hernández *et al.*, 2008, Domínguez *et al.*, 2010]. Estos estudios contribuyen a fortalecer, con una nueva herramienta, el manejo integrado de plagas que se realiza en Cuba.

Desde hace varios años se cultiva la papa en la Empresa Agropecuaria Horquita, siendo la principal productora de este cultivo en la provincia de Cienfuegos. A pesar de haberse realizado diversas investigaciones relacionadas con el estudio de esta enfermedad que permiten conocer los fundamentales aspectos epidemiológicos del tizón temprano, ninguna ha estudiado la relación de su aparición con los patrones sinópticos de la atmósfera.

Es por ello que el objetivo de este trabajo consistió en determinar las condiciones meteorológicas de mayor

asociación con la aparición de tizón temprano de la papa causado por *A. solani* en la Empresa Agropecuaria Horquita en seis campañas papeiras, de 2006 a 2012.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló una investigación de tipo no experimental para un período de seis campañas (2006-2007 hasta 2010-2011) del cultivo de la papa en la Empresa Agropecuaria Horquita. Las variables meteorológicas estudiadas que caracterizaron la zona de Horquita en el período fueron determinadas a partir de la información de la estación meteorológica de Aguada de Pasajeros.

Los datos de distribución e intensidad de la enfermedad se tomaron de las tablas e informes de campaña realizados por la Estación de Protección de Plantas (EPP) de Yaguaramas.

La relación entre la incidencia del tizón temprano y el comportamiento de las principales variables meteorológicas se determinó utilizando las variables meteorológicas temperatura, humedad relativa y precipitaciones en el período de 2006-2012 de noviembre a marzo.

Con la información meteorológica obtenida y las variables biológicas (distribución e intensidad) del tizón temprano se realizó una dinámica de la enfermedad en función de la fenología del cultivo en semanas desde el momento de plantación para cada una de las seis campañas estudiadas.

Luego los datos se promediaron cada siete y catorce días antes de cada muestreo, y en cada uno de esos períodos se determinaron los valores promedios de la temperatura y humedad relativa máxima, media y mínima; oscilación de temperatura y humedad relativa diaria, así como el total de lluvia y días con lluvia. Para esos períodos se obtuvo también la frecuencia de días con temperatura mínima mayor de 18 °C, media mayor de 22 °C, máxima mayor de 27 °C, humedad relativa mínima mayor de 60 %, media mayor del 84 % y máxima mayor del 90 %, todas estas condiciones favorables para el desarrollo de *A. solani*, según Gómez *et al.* (1990).

Se realizaron análisis de correlación de las variables dependientes (intensidad y distribución) con la información de edad del cultivo y las variables meteorológicas.

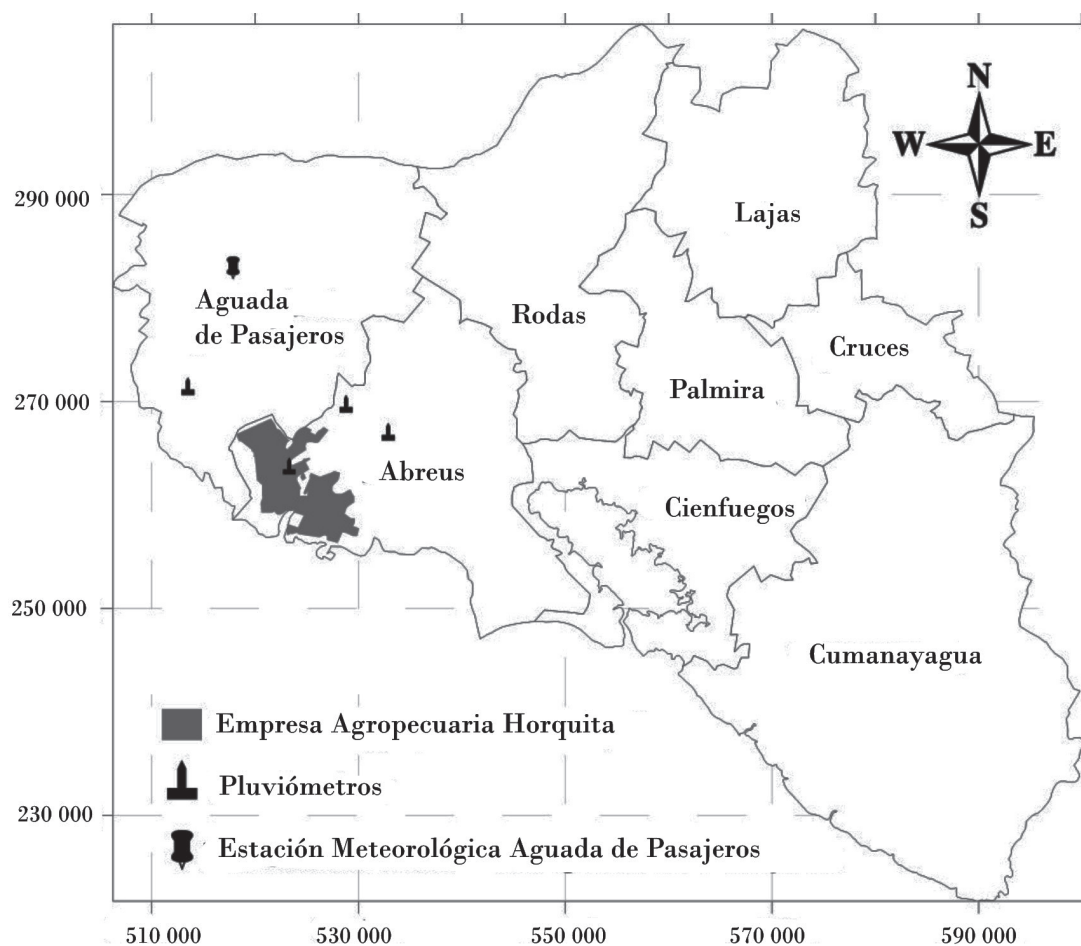


Figura 1. Ubicación de la Empresa Agropecuaria Horquita, estación meteorológica y pluviómetros utilizados en el estudio.

Finalmente, para determinar las condiciones meteorológicas de mayor asociación con la aparición de *A. solani* se utilizaron las fechas de la primera observación u ocurrencia del agente patógeno en las seis campañas que se estudiaron (2006-2007 hasta 2011-2012) y se relacionaron con las situaciones sinópticas presentadas en los cinco días antes de la aparición de la enfermedad.

Las situaciones sinópticas estuvieron caracterizadas por la distribución de la presión atmosférica en el nivel de superficie, la altura geopotencial en los niveles de 500 hpa y 200 hpa, representando los niveles medios y altos de la atmósfera, respectivamente.

Una vez determinadas las situaciones sinópticas asociadas a la aparición del tizón temprano, se procedió a realizar una clasificación sinóptica para determinar los patrones de la circulación atmosférica más frecuentes, de forma tal que puedan ser utilizados en la alerta temprana de esta enfermedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la incidencia de *A. solani* en papa durante seis campañas en la Empresa Agropecuaria Horquita

El tizón temprano de la papa es una enfermedad que se presenta frecuentemente en las áreas paperas de Cuba y que causa graves daños en los rendimientos de este cultivo [Castellanos, 2002]. En la Empresa Agropecuaria Horquita en todas las campañas analizadas se presentó más de un 80 % de áreas afectadas, con excepción del período 2009-2010 en el que solamente hubo un 71 % de afectación (Fig. 2).

Dentro de estos años se destacó la campaña 2007-2008, en la cual el 100 % del área plantada fue afectada con una intensidad de un 30,5 %. Estos niveles relativamente más elevados se le atribuyen en gran medida al gran espaciamiento en las fechas de siembras de los diferentes campos (49 días). De esta manera las

plantaciones en esa campaña no fueron de la misma edad fisiológica, y esto es un factor negativo, porque puede haber permitido que las plantaciones más viejas infestaran aquellas más jóvenes de forma

temprana, y los daños por la enfermedad fueran de mayor cuantía. Esto reafirma la necesidad de tener en cuenta la planificación de las siembras en el manejo de la enfermedad.

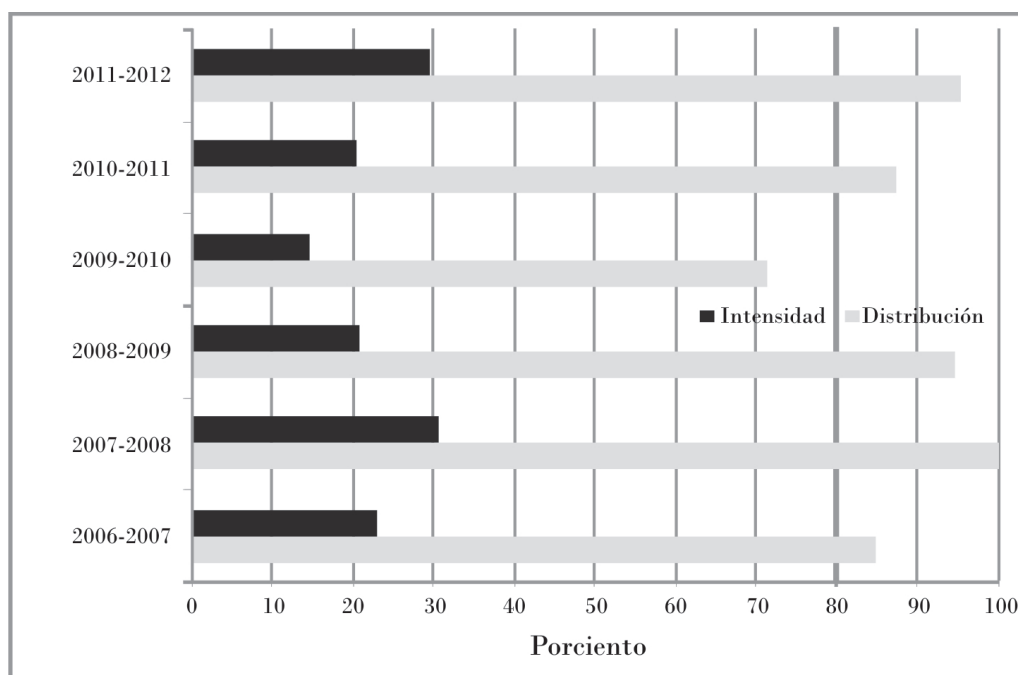


Figura 2. Niveles de distribución e intensidad de la enfermedad.

En todos los casos analizados la enfermedad se detectó después de los 29 días de plantado el cultivo, coincidiendo con Mayea y Seidel (1994), quienes plantean que estos pueden aparecer a partir de los 30 y 35 días de plantado el cultivo, y que existe resistencia antes de este momento, la cual disminuye después de los 60 días. Es por ello que en los dos primeros períodos vegetativos de la papa (hasta los 28 días) no se detectó la enfermedad.

La mayor cantidad de detecciones (88 %) se identificaron en el tercer período vegetativo donde comienza la tuberización hasta el desarrollo máximo del follaje (29-55 días), lo que resulta de un mayor impacto negativo en los rendimientos de las plantaciones. Solo el 12 % de los campos reportaron una aparición tardía de la enfermedad (con más de 55 días de plantado). Esto evidencia cuán importante es un nivel de saneamiento adecuado, una buena cobertura de los tratamientos fungicidas al envejecer las plantas de papa, así como evitar todo lo que produzca estrés en las plantaciones para evitar que la enfermedad se presente tempranamente en las plantaciones y el desarrollo de la epifitotia fuera menor.

Relación de la incidencia de *A. solani* y las variables meteorológicas

Al analizar las condiciones meteorológicas en que se desarrollaron las plantaciones de papa se constató que el comportamiento de las temperaturas en diciembre, enero, febrero y marzo en la mayor parte de las campañas estudiadas fue mayor de la media histórica. Las desviaciones de la temperatura media tuvieron valores que llegaron a ser mayores a 1 °C en varias ocasiones, coincidiendo con las temporadas de mayores afectaciones. Resultados similares se han obtenido en otras zonas del mundo donde la enfermedad ha sido un grave problema en aquellas temporadas en que las temperaturas medias han superado las medias históricas [Rounno-Paurson *et al.*, 2014]. Solo en las temporadas 2009-2010 y 2010-2011 las temperaturas presentaron anomalías negativas con respecto a los valores históricos.

Al analizar la situación específica por campaña, en la primera analizada (2006-2007) la enfermedad tuvo la primera aparición en la semana seis (4 de enero), antecediéndole en los 15 días anteriores dos días con lluvias, con acumulados significativos para diciembre

y valores de humedad relativa máxima superiores al 95 %. Las temperaturas máximas oscilaron entre los 28-30 °C, mientras que las mínimas superaron los 18 °C en las dos semanas que le antecedieron a la primera aparición. Estos intervalos de temperatura favorecen la aparición de la enfermedad, tal y como plantearon Piña (1980), Castellanos y Pérez (1986), y Stevenson y Pennypacker (1988), quienes afirman que los conidios del hongo germinan a todas las temperaturas entre 5 y 40 °C, y que su germinación es mayor entre 20 y 30 °C.

La siguiente campaña (2007-2008) se caracterizó por ser poco lluviosa, por lo que la aparición de la enfermedad a inicios de enero no estuvo antecedida por lluvias. Las temperaturas máximas 15 días antes de la primera aparición oscilaron entre 26-29 °C, y las mínimas entre 15-18 °C. La humedad relativa media osciló entre el 77-80 %, y la máxima superior al 95 %, lo que coincide con Piña (1980), quien plantea que la humedad relativa para este proceso nunca debe estar por debajo del 88 %.

En la campaña 2009-2010 fue la única en que el tizón temprano se detectó en diciembre, y su aparición fue antecedida por valores de humedad relativa media entre el 78-81 % y máximos por encima del 95 %. Las temperaturas medias mantuvieron valores elevados entre 23-25 °C con máximas entre 28-31 °C y mínimas entre 18-20 °C. Durante las primeras seis semanas la enfermedad se mantuvo con muy baja incidencia (menor del 10 % de distribución y menor del 2 % de intensidad) debido a la disminución acentuada de los valores de temperatura y de humedad, asociados a la masa de aire frío, seco y estable que predominó sobre todo el país después de la entrada en enero de los sistemas frontales 9 y 10 de esa temporada invernal.

Esta campaña en Horquita se caracterizó por presentar varios días con lluvia, los cuales fueron más frecuentes en febrero, coincidiendo con las semanas 13, 14, 15 y 16 cuando la enfermedad tuvo su máxima distribución e intensidad.

La primera aparición del tizón temprano en la campaña 2010-2011 no estuvo antecedida por lluvias; estas solo se notificaron en la primera quincena de diciembre y los acumulados fueron poco significativos. Las primeras semanas de esta campaña se caracterizaron por temperaturas muy frías debido a la afectación

de varios frentes fríos y la influencia de masas de aire de origen polar-ártico. En diciembre de 2010 se rompieron en el país varios récords de temperatura mínima absoluta, y la provincia de Cienfuegos no fue la excepción. En la estación de Aguada de Pasajeros se reportó una temperatura mínima de 2,7 °C el 15 de diciembre de 2010, quedando atrás el valor más bajo registrado en diciembre de 5,5 °C del 12 de diciembre de 1981 [Barcia, 2011].

La enfermedad se presentó en la semana ocho de la campaña después de un ascenso gradual de las temperaturas a partir de la semana seis.

Los valores de humedad relativa se mantuvieron altos durante todo el período, con máximos diarios por encima del 95 %.

La campaña 2011-2012 ocupó el segundo lugar en cuanto a distribución e intensidad de la enfermedad. La primera aparición en esta campaña estuvo asociada a un aumento en el comportamiento de la temperatura con relación a las dos semanas anteriores, en las cuales esta variable sufrió una disminución a causa de la afectación del décimo frente frío de esa temporada invernal, el cual provocó una disminución notable de la temperatura durante varios días en la provincia de Cienfuegos con valores mínimos diarios entre 10-15 °C [Barcia, 2013].

El aumento de la distribución e intensidad del tizón temprano en esta campaña presentó una alta correlación con la temperatura media y mínima, y la frecuencia de días con temperaturas mínimas por encima de 18 °C.

El análisis de correlación no arrojó siempre una alta correlación entre las variables dependientes (distribución e intensidad) con todas las variables independientes (variables climáticas y edad del cultivo). Los valores de coeficientes de correlación más altos respecto a las variables independientes fueron la fenología del cultivo, humedad relativa media, humedad relativa mínima, oscilación diaria de la humedad y la temperatura máxima (*Tabla 1*).

Estos resultados coinciden con otros trabajos realizados por Castellanos (2002), Díaz (2012) y Escudero *et al.* (2011), donde los valores de coeficientes de correlación más altos con las variables climáticas se obtuvieron para la temperatura máxima y la fenología del cultivo.

Tabla 1. Coeficiente de correlación variables biológicas (distribución e intensidad) en la semana del muestreo con las variables meteorológicas

		<i>T</i> máx.	<i>Hr</i> mín.	<i>Hr</i> med.	<i>Hr</i> máx.	<i>Oscilación</i> <i>térmica</i>	<i>Oscilación</i> <i>Humedad</i> <i>relativa</i>	<i>Frecuencia</i> <i>de días</i> <i>con Hr</i> mín. <i>> 60 %</i>	<i>Frecuencia</i> <i>de días con</i> <i>Hr med. ></i> <i>84 %</i>	<i>Frecuencia</i> <i>de días con</i> <i>Hr máx. ></i> <i>95 %</i>	<i>Semana</i>
Distribución	Pearson Correlation	0,286**	-0,463**	-0,514**	-0,305**	0,324**	0,423**	-0,297**	-0,292**	-0,311**	0,637**
Intensidad	Pearson Correlation	0,315**	-0,454**	-0,505**	-0,271*	0,305**	0,421**	-0,296**	-0,297**	-0,263*	0,619**

*: La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).
**: La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Identificación de los patrones sinópticos asociados a la aparición de *A. solani* en el cultivo de la papa en la Empresa Agropecuaria Horquita

En el bimestre enero-febrero es frecuente la llegada a Cuba de frentes fríos procedentes del Golfo de México, que se desplazan generalmente por el país y traen cambios de tiempo, como precipitaciones, descenso de temperaturas y la influencia de vientos de región norte; sin embargo, los patrones frontales suelen presentar características diferentes en dependencia de la estructura de la onda polar que los acompaña, y de la distribución espacial del campo de presión en la superficie del nivel medio del mar. El patrón sinóptico que antecedió a la aparición de *A. solani* en las campañas 2006-2007, 2008-2009 y

2009-2010 se caracterizó por la influencia de anticiclones continentales migratorios, anteceditos de sistemas frontales que no afectaron el territorio nacional. Según Fernández y Díaz (2005), este patrón sinóptico (Fig. 3) es el segundo de mayor frecuencia (13,40 %) en el bimestre enero-febrero caracterizado por la retirada gradual al este de un sistema anticiclónico en correspondencia con el avance de un frente frío en el sudeste del continente, cuya influencia no llega a Cuba. En este, la probabilidad de lluvias sobre Cuba es muy baja, y las temperaturas son relativamente altas para esta época del año, como se evidenció en enero de 2007 y 2009 y en diciembre de 2009.

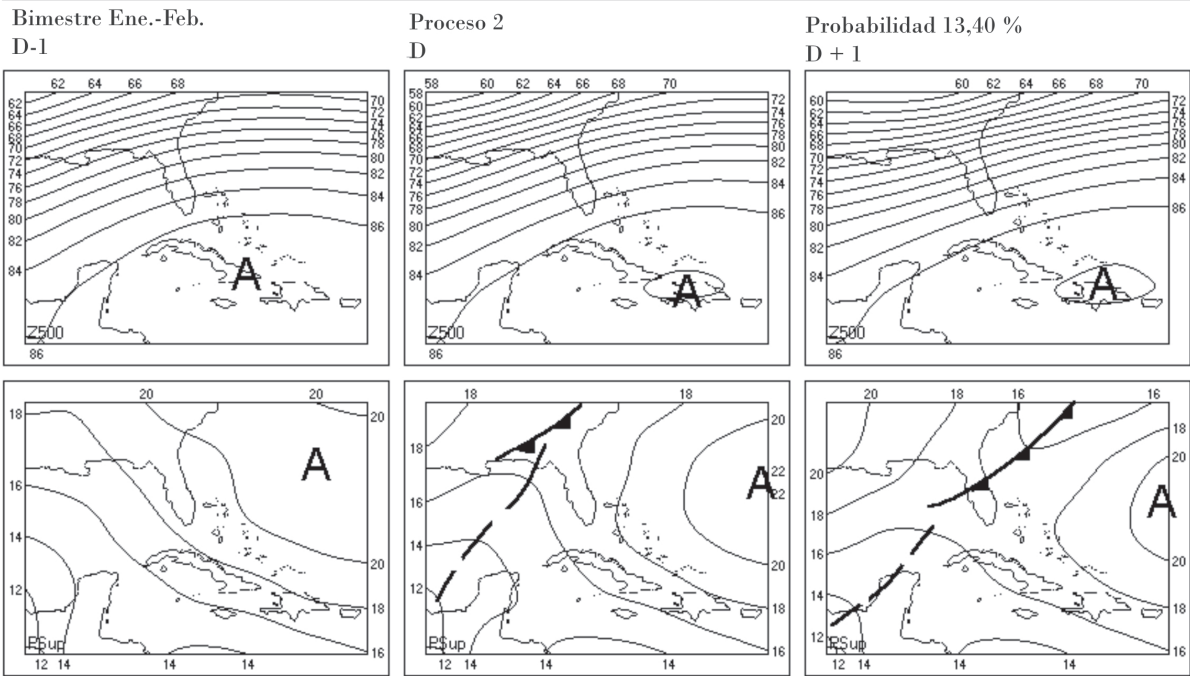


Figura 3. Patrón sinóptico 1 asociado a la aparición del tizón temprano de la papa en Horquita.

El segundo patrón sinóptico asociado a la aparición del tizón temprano de la papa se relacionó con el paso de un sistema frontal por la isla y el desbordamiento de la masa anticiclónica por delante del frente. Estos procesos son descritos por Fernández y Díaz (2005) y los vinculan a la influencia de situaciones sinópticas asociadas a anticiclones

continentales migratorios (Fig. 4). Estos sistemas están relacionados con un gradiente barométrico fuerte, los cuales producen en ocasiones un marcado descenso de las temperaturas en el período diurno, como sucedió en el caso de las campañas 2007-2008 y 2011-2012 en los días que antecedieron a la aparición de la enfermedad.

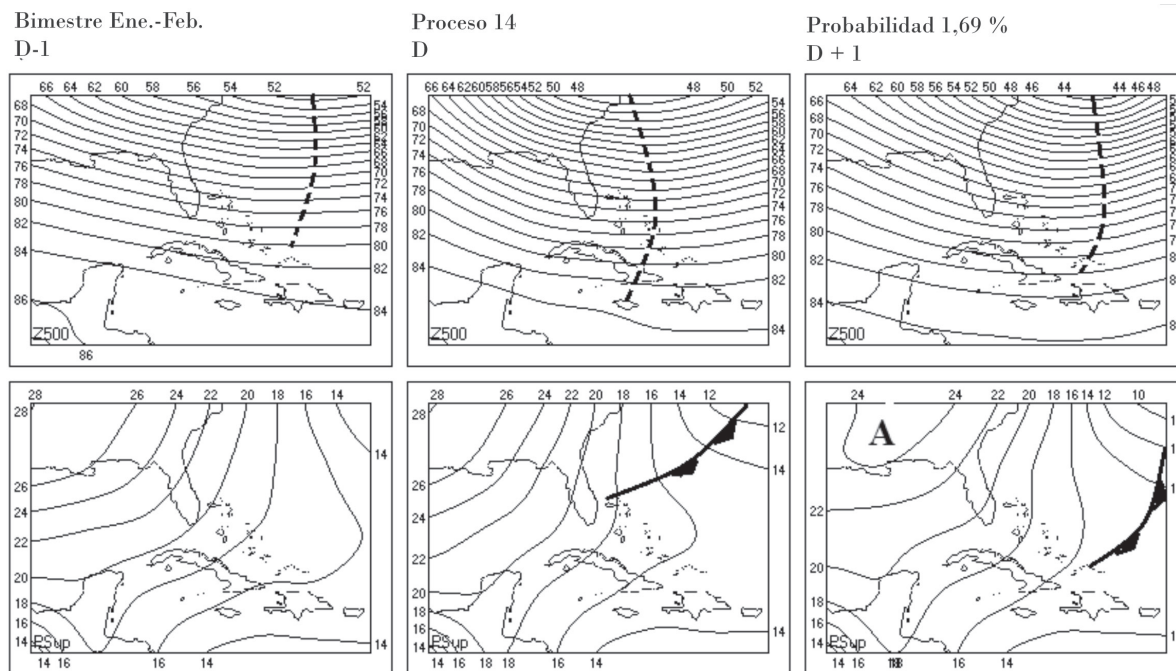


Figura 4. Patrón sinóptico 2 asociado a la aparición del tizón temprano de la papa en Horqueta.

CONCLUSIONES

- La aparición y desarrollo del tizón temprano de la papa en la Empresa Agropecuaria Horqueta se vio influenciada por el aumento de la temperatura y a variaciones en el comportamiento de la humedad relativa. En la mayor parte de los casos estudiados en los siete días que antecedieron a la primera aparición de la enfermedad predominaron temperaturas máximas entre 26-31 °C, valores de humedad relativa media entre el 77-81 % y máximos superiores al 95 %. Los valores más altos de las correlaciones de las variables dependientes y las variables independientes se obtuvieron para la fenología del cultivo, y para el resto las relaciones fueron débiles, aunque vale destacar que las mayores asociaciones se lograron con la temperatura máxima, la humedad relativa media, mínima y máxima, la oscilación térmica diaria y la frecuencia de días con humedad relativa máxima por encima del 95 %.

- Fueron identificados dos patrones sinópticos asociados a la aparición de *A. solani*. en el cultivo de la papa. En los mismos se presenta sobre Cuba la influencia de anticiclones migratorios que se desplazan hacia el este para dar paso a sistemas frontales, que en uno de los casos no afecta al país, por lo que no se producen descensos marcados de temperatura y humedad relativa; y en el segundo de los casos lo afectan trayendo consigo una disminución brusca de la temperatura durante dos o tres días antes de la aparición de *A. solani*.

REFERENCIAS

- Arzuaga, J.: «Estudio de la resistencia genética de *Alternaria solani* Sor en 84 variedades de papa», tesis por el grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba, 1982.
- Barcia, S.: «Resumen climático anual de la provincia de Cienfuegos 2010», Centro Meteorológico Provincial (no. 9), Cienfuegos, Cuba, 2011.
- Barcia, S.: «Resumen climático anual de la provincia de Cienfuegos 2012», Centro Meteorológico Provincial (no. 11), Cienfuegos, Cuba, 2013.

- Castellanos, L.; T. Rivero; A. Pomas y J. Pajón.: «Modelación matemática de *Alternaria solani* Sor en papa en función del tiempo», *Fitosanidad* 9 (1): 23-26, Cuba, 2005.
- Castellanos, L. y R. Pérez: «Estudio del efecto de la temperatura sobre algunos aspectos biológicos de *Alternaria solani*», Resúmenes 1ra Jornada Científico-Técnica de Sanidad Vegetal, Sancti Spíritus, Cuba, 1986.
- Castellanos, L.: «Nocividad, epidemiología y manejo del tizón temprano (*Alternaria solani* Sor.) en el cultivo de la papa», tesis por el grado de Doctor en Ciencias, Universidad Central de Las Villas, Cuba, 2002.
- Díaz, M.: «Incidencia de *Alternaria solani* Sor. en papa durante cinco campañas en relación con las variedades y condiciones meteorológicas, en la granja La Vega, de la Empresa Agropecuaria del municipio de Rodas (Tesis de Diploma), Cienfuegos, Cuba, 2012.
- Domínguez, L.; G. Nápoles y D. R. Vuelta: «Propuesta de patrones sinópticos que condicionan el desarrollo de *Alternaria solani* para las características climáticas de Santiago de Cuba», Memorias del V Congreso Cubano de Meteorología», La Habana, Cuba, 1-4 diciembre 2009.
- Escudero, O.; M. C. Seijo, M. Fernández González e I. Iglesias: «Effects of Meteorological Factors on the Levels of *Alternaria*», *International Journal of Biometeorology* 55: 243-252, 2011.
- Fernández, A. J. y Y. A. Díaz: *Catálogo de los procesos sinópticos en el archipiélago cubano*, Cienfuegos, Ed. Geocuba, Cuba, 2005.
- Gómez, G. J. Rodríguez y L. Castellanos: «Pronóstico a corto plazo de *Alternaria solani* en papa y tomate», Resúmenes del II Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal, La Habana, Cuba, 1990.
- Gudmestad N. C.; J. S. Pasche: «Role of Fenamidone in the Management of Potato Early Blight – *Alternaria solani*», Proceedings of the 10th workshop of an European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. PPO-Special Report 12, Bologna, Italy, 2007.
- Hernández, A.; O. Córdova y A. López: «Elementos sinópticos asociados a la aparición de tizón temprano (*Alternaria solani* Sor.) en el cultivo de la papa en Ciego de Ávila», *Fitosanidad*, 12 (4): 261-262, Cuba, 2008.
- Kocmánková E.; M. Trnka; J. Eitzinger; H. Formayer; M. Dubrovský; D. Semerádová; Z. Žalud, J. Juroch y M. Možný: «Estimating the Impact of Climate Change on the Occurrence of Selected Pests in the Central European Region», *Climate Research*, 44: 95-105, Alemania, 2010.
- Leiminger J.; H. Hausladen: «Early Blight Control in Potatoes Using Disease Orientated Threshold Values», *Plant Disease* 96 (1): 124-130, EE.UU., 2012.
- Mayea, S. y D. Seidel: «Sistema de lucha contra el tizón temprano (*Alternaria solani*) en papa», *Agrícola Vergel XII*, España, 1994.
- Mayea, S. y S. Hernández: «Estudio sobre las enfermedades del tizón tardío y temprano de la papa», *Tesis de grado*, Cuba, 1983.
- Piña, A.: «Estudio bioecológico y control de *Alternaria solani* en papa», Problema Principal Estatal 4, La Habana, Cuba, 1980.
- Runno-Paurson, E.; M. Hansen; B. Tein; K. Loit; K. Jõgi; A. Luik; L. Metspalu, V. Ereemeev; I. H. Williams y M. Mänd: «Cultivation technology influences the occurrence of potato Early Blight (*Alternaria solani*) in an Organic Farming System», *Zemdirbyste-Agriculture*, 101 (2): 199-204, Lituania, 2014.
- Shtienberg D.; S. N. Bergeron; A. G. Nicholson; W. E. Fry y E. E. Ewing: «Development and Evaluation of General Model for Yield Loss Assessment in Potatoes», *Phytopathology*, 80: 466-472, EE.UU., 1990.
- Skeen, G.: «Epifitiología de *Alternaria solani* en papa y el empleo de los derivados del furfural en su control». Resúmenes de tesis para el grado científico de candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba, 1984.
- Stevenson, R. E. y S. P. Pennypacker: «Effect of Radiation, Temperature and Moisture on Conidial Germination of *Alternaria solani*», *Phytopathology* 78 (7): 926-929, EE.UU., 1988.