Rev. Agricultura Tropical Vol. 2 No. 2:57-62, 2016
ISSN on line: 2517-9292

ESTUDIO DE PHYTOPHTHORA INFESTANS (Mont.) de Bary EN 30 CULTIVARES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) Y SU RELACIÓN CON LAS VARIBLES CLIMÁTICAS

Dahert García Hernández*, Alfredo Morales Rodríguez y Osmany Molina Concepción.
Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Apdo. 6, Santo Domingo, CP: 53 000, Cuba.
**Autor para la correspondencia: fitosanitario@inivit.cu*

RESUMEN

El Tizón Tardío causado por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary es la enfermedad más importante en la papa (*Solanum tuberosum* L.) y su principal problema fitosanitario. *P. infestans* es un agente patógeno extremadamente agresivo dado la velocidad de dispersión, pasando de un nivel insignificante a destruir enteramente el cultivo en pocos días, depende de las condiciones de luz, temperatura, humedad y genéticas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la tolerancia a *P. infestans* en 30 cultivares de papa. El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar, con cuatro réplicas por parcela, las que contaban cada una con 5 surcos y 25 plantas. La fecha de plantación fue 29 de diciembre de 2015, la distancia de plantación fue de 0.90 por 0.30-0.35m. Las labores culturales y fitosanitarias se realizaron según las normas técnicas para el cultivo. Las evaluaciones se realizaron a partir de los 45 días de sembrada, tres veces por semana, según la metodología para la evaluación de *P. infestans,* implementada por Sanidad Vegetal. Se observó la aparición de *P. infestans* a partir de los 48 días de plantado el cultivo, con severidad máxima a los 67 días, donde todos los cultivares presentaron afectación. Las temperaturas medias oscilan entre 14 y 15 ºC y la humedad relativa entre 76 y 82 %, además se presentaron precipitaciones de 13.6 mm. Los cultivares Zone Red, Amany, Noha, Loane, Rain Bow, Gold Rush y Actrice resultaron los más tolerantes al microorganismo patógeno durante todo el ciclo productivo. Estos resultados indican la estrecha vinculación de la aparición de *P. infestans* con las condiciones climáticas, además no todos los cultivares responden de igual forma a la presencia del hongo lo que sugiere continuar realizando estos estudios.
Palabras clave: *Phytophthora infestans*, *Solanum tuberosum*, tolerancia.

STUDY OF *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary IN 30 CULTIVARS OF PAPA (*Solanum tuberosum* L.) AND ITS RELATIONSHIP WITH CLIMATE VARIABLE

ABSTRACT

Late blight *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary is the most devastating potato (*Solanum tuberosum* L.) diseases and its main phytosanitary problem. *P. infestans* is an extremely aggressive pathogen given the rate of dispersion, from an insignificant level to the complete destruction of the crop in a few days, depending on light, temperature, humidity and genetic conditions. The objective of this work was to evaluate the tolerance to *P. infestans* in 30 potato cultivars. The experimental design used was a randomized block, with four replicates per plot, each with 5 furrows and 25 plants. The planting date was on December 29, 2015, planting distance was 0,90 by 0,30-0,35m. The cultural and phytosanitary works were carried out according to the training manual on the production of this culture. Evaluations were carried out from day 45 after plantation, three times per

week, according to the methodology for the evaluation of *P. infestans*, implemented by Sanidad Vegetal Department. The appearance of *P. infestans* was observed after 48 days of planting, with maximum severity on day 67, where all cultivars showed affectation. The average temperatures oscillate between 14 and 15 ºC and the relative humidity between 76 and 82%, in addition there were rainfalls of 13.6 mm. The cultivars Zone Red, Amany, Noha, Loane, Rain Bow, Gold Rush and Actrice were the most tolerant to the pathogen during the whole productive cycle. These results indicate the close association of the appearance of *P. infestans* with the climatic conditions, in addition not all the cultivars respond equally to the presence of the fungus suggesting to continue carrying out these studies.
Keywords: *Phytophthora infestans, Solanum tuberosum*, tolerance.

INTRODUCCIÓN

La papa se ubica entre los 10 cultivos más importantes en los países en desarrollo (Scott *et al.* 2000). En Cuba se siembran como promedio 2568,00 ha con un rendimiento de 20,7 $t.ha^{-1}$ muy por debajo de países como Estados Unidos que es de 40 $t.ha^{-1}$ (FAO, 2014).

El Tizón Tardío causado por *P. infestans* ha sido el principal problema fitosanitario por siglo y medio, desde la hambruna irlandesa en la década de 1840 se gastan millones de dólares en fungicidas para su control a nivel mundial (Rubio *et al*., 2016). En Cuba, el número de aplicaciones por campaña oscila entre 11 y 15 alternando fungicidas protectantes y curativos, los que además de subir los costos del cultivo, aumentan el riesgo de aparición de patotipos de hongos patógenos resistentes a fungicidas (Grünwald *et al*., 2006).

P. infestans es un agente patógeno extremadamente agresivo, debido su velocidad de dispersión, pasando de un nivel insignificante a destruir el cultivo en pocos días, dependiendo fundamentalmente de las condiciones de luz, temperatura, humedad y el genotipo empleado para su aparición. Cuando el micelio alcanza la parte aérea de la planta, produce las estructuras reproductivas (esporangios), estas se producen en temperaturas bajas acompañadas de alta humedad relativa, se requiere al menos de 12 horas en estas condiciones para que se produzca la infección. El hongo se dispersa por el agua de lluvia y el viento, depositándose en hojas y tallos húmedos, donde se inicia una nueva infección, si las condiciones climáticas lo favorecen y no tiene una adecuada atención fitosanitaria.

P. infestans es un microorganismo que posee una gran plasticidad genética por lo que resulta un agente patógeno de gran importancia económica (Alarcón *et al.* 2013), causa manchas en hojas, tallos, pecíolos y tubérculos, que conducen a la necrosis y muerte de la planta (Pérez y Forbes, 2008). Los síntomas están relacionados con la destrucción temprana del follaje lo que limita la capacidad productiva, provocando pérdidas en la calidad de los tubérculos.

Los cultivares varían en su susceptibilidad con relación a dicha enfermedad no existiendo un sistema estándar para medir el grado de resistencia a *P. infestans* en los genotipos de papa. Generalmente son clasificados en resistentes, moderadamente resistentes o susceptibles.

Según Mayea *et al*., 1972 existe una estrecha dependencia entre el registro climático y el desarrollo de *P. infestans*. Evaluar la tolerancia a la misma en 30 cultivares de papa y su relación con las variables climáticas constituye el objetivo del presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el propósito de determinar la tolerancia a *P. infestans* en papa, el experimento se desarrolló en áreas del Instituto Nacional de Viandas Tropicales (INIVIT). Se plantaron 30 cultivares de este cultivo (Tabla 1), en un suelo Pardo mullido carbonatado (Hernández *et al.*, 2005). El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar, con cuatro réplicas por parcela, las que contaban cada una con 5 surcos y 25 plantas. La fecha de plantación fue el 29 de diciembre de 2015, la distancia de plantación empleada fue de 0.90 por 0,30-0,35 m. Las labores culturales y fitosanitarias se realizaron según las normas técnicas para este cultivo en Cuba.

Tabla 1. Cultivares evaluados para tolerancia de *Phytophthora infestans* en papa.

Número	Cultivares	Número	Cultivares	Número	Cultivares
1	Ultra	11	Metro	21	Electra
2	Zone Red	12	Manitoli	22	Santana
3	Amany	13	Loane	23	Dirosso
4	La Perla	14	Safari	24	Daifla
5	Noha	15	Rain Bow	25	Bayside Red
6	Melanto	16	Fontane	26	Faluka
7	Farida	17	Roselis	27	Atlas
8	Hermes	18	Caribe	28	Actrice
9	Daysi	19	Arizona	29	Gold Rush
10	Challerger	20	Florice	30	Romano

Las ocho evaluaciones se realizaron a partir de los 45 días de sembrada, tres veces por semana, según la metodología para la evaluación de P. *infestans* implementada por Sanidad Vegetal, para la cual la escala seguida es: grado (0) planta sana, grado (1) primeros síntomas o manchas en las hojas, grado (2) las manchas ocupan hasta un 10% de la superficie foliar de la planta, grado (3) entre 11 y 25%, grado (4) 26 y 50%, grado (5) más del 50% de la superficie de la planta.

Los datos sobre las variables climáticas, temperatura, precipitación y humedad relativa se obtuvieron de la estación meteorológica ubicada en el INIVIT, para analizar según modelo Pronóstico de "Naumova" (Naumova, 1935), el cual señala la predicción de los primeros brotes de la enfermedad.

Para procesar la información se utilizó un lenguaje de programación, orientado a objetos denominado R 3.3.0 (R Development Core Team, 2016); el cual es un conjunto de programas integrados para análisis estadísticos y gráficos.

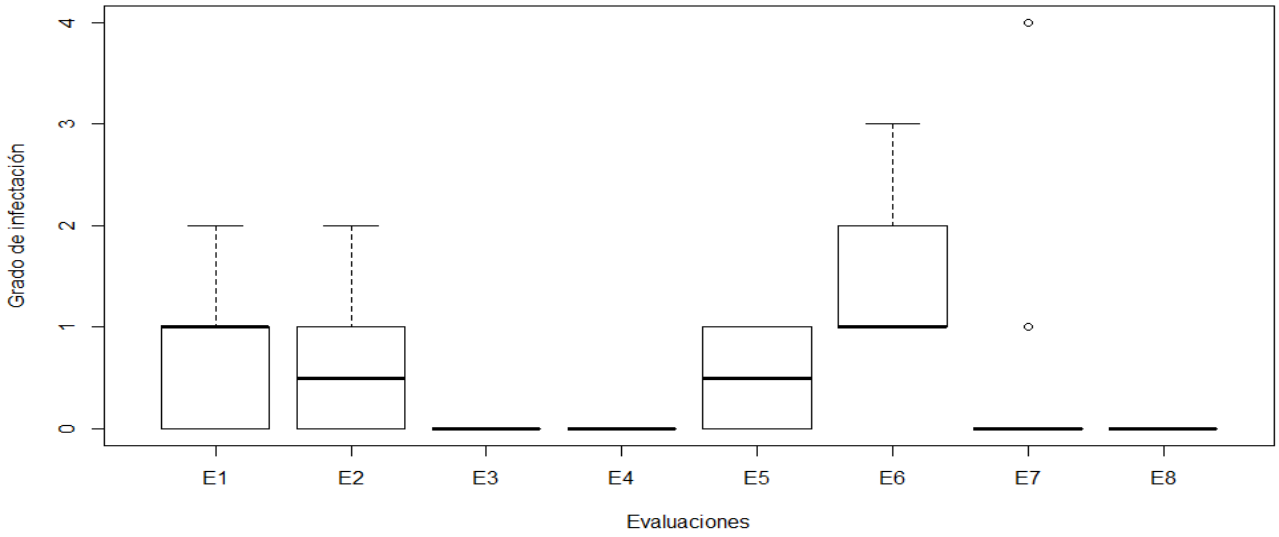
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó la aparición de *P. infestans* a partir de los 48 días de plantado el cultivo (Figura 1) en 18 cultivares, pues existieron condiciones meteorológicas propicias. En las evaluaciones 1 y 2 realizadas a los 48 y 53 días de efectuada la plantación, respectivamente, las temperaturas mínimas de los dos días anteriores a las evaluaciones oscilaron entre los 12 y 19º C y la humedad relativa entre 76 y 82 % lo que coincide con Gómez, (1999), quien asegura que históricamente en Cuba entre los 30 y 50 días de plantada la papa, se reporta la mayor cantidad de afectaciones en el cultivo producidas por esta enfermedad. En las evaluaciones 3 y 4 realizadas a los 56 y

59 días, respectivamente, solo siete cultivares tienen Grado 1 de infección, la temperatura media osciló entre 7,2 y 19º C y la humedad relativa entre 65 y 83 %, etapa en que no existieron condiciones climáticas marcadas para la aparición del tizón tardío, con una disminución sensible de la temperatura media. En la Evaluación 6 efectuada a los 67 días, existieron las mayores condiciones para la expresión de los síntomas de *P. infestans,* pues todos los cultivares presentaron afectación, la temperatura media osciló entre 14 y 15 ºC y la humedad relativa entre 76 y 82 %. Además, se presentaron precipitaciones de 13,6 milímetros lo que coincide con Bourke, (1953) y Keane, (1995), que refieren que las esporas de *P. infestans*, germinan e infectan las nuevas hojas de papa con un período de humedad de 12 horas, a temperaturas superiores a 10 ºC y humedad relativa de 90 %, incrementando la infección con la ocurrencia de una precipitación en el intervalo de 7 a 15 horas después de comenzar dicho período, aunque en las evaluaciones realizadas en esta investigación, la humedad relativa nunca alcanzó 90 %. En las evaluaciones 7 y 8 realizadas a los 71 y 74 días, respectivamente, se produjo una disminución a ocho cultivares afectados, pues no existieron condiciones climáticas para la proliferación del hongo.

Estos resultados corroboran la importancia de las condiciones climáticas para la aparición del hongo patógeno coincidiendo con Smith (1956) quien señaló que dos días consecutivos al menos con 11 horas de humedad relativa del 90% o más, favorecen el desarrollo de *P. infestans* en la papa.

Las temperaturas medias fueron como promedio de 20,3 ºC en el periodo comprendido entre el 16 de febrero y el 16 de marzo de 2015, con oscilaciones térmicas diarias bajas, lo que constituyó un elemento importante para la predicción inicial de la enfermedad, Shkinch (1969), señala en el pronóstico a corto plazo del tizón tardío la necesidad de que el registro de la temperatura máxima sea menor de 25 ºC, lo cual es corroborado por diferentes autores a nivel mundial.



Leyenda: E: evaluación (1-8)

Figura 1. Grado de infestación de *Phytophthora infestans* en las ocho evaluaciones realizadas en el ciclo del cultivo.

Los cultivares Zone Red (2), Amany (3), Noha (5), Loane (13), Rain Bow (15), Actrice (28) y Gold Rush (29) resultan los más tolerantes a *P. infestans* en el periodo evaluado, como se observa en la Figura 2. Por su parte los cultivares Ultra (11), Challerger (1), Metro (10), Manitoli (12), Fontane (16), Daifla (17), Caribe(18), Hidrozoo y Roselis (24) mostraron menos tolerancia a la enfermedad en todo el ciclo, lo que corrobora lo planteado por (Castillo *et al*., 2000 y Castaño *et al*., 2015) que destaca la importancia del genotipo en la resistencia al patógeno, lo que sugiere seguir realizando estudios varietales en diferentes condiciones edafoclimáticas.

Aunque no se encontró inmunidad para este patógeno, sí se apreció mayor tolerancia en siete cultivares evaluados, corroborando lo planteado por (Saucedo *et al.,* 2010) donde señaló la marcada influencia del hábito de crecimiento de las variedades de papa y la variabilidad existente entre macroclima (caseta meteorológica) y microclima foliar.

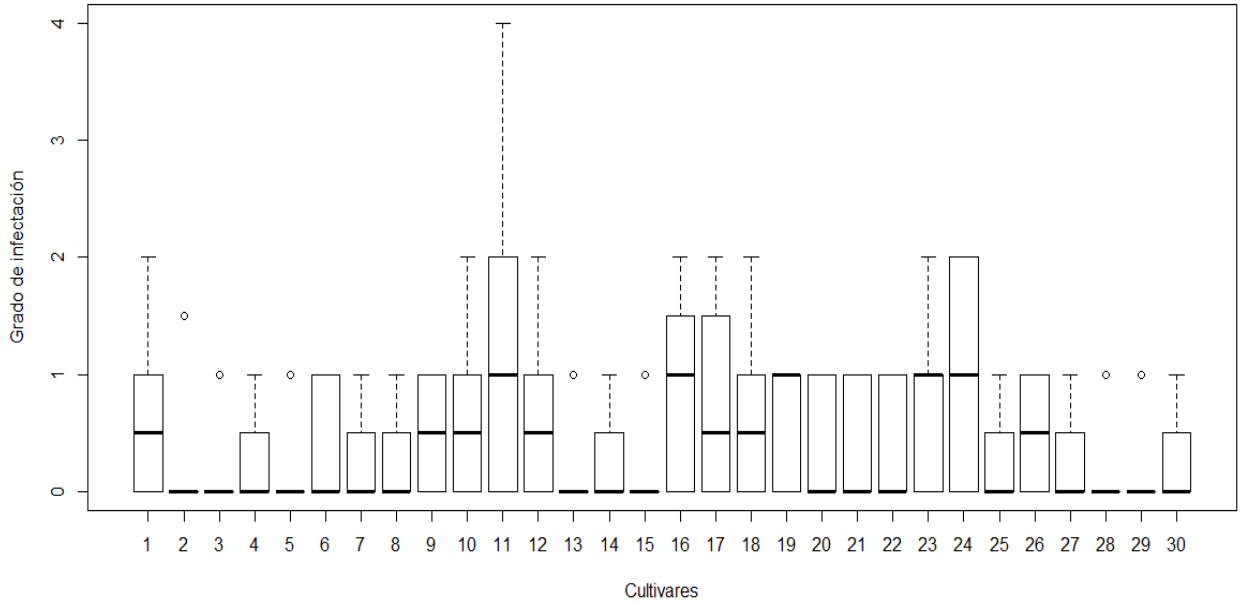


Figura 2. Grado de infestación de *P. infestans* por cultivares en todo el ciclo del cultivo.

CONCLUSIONES

Los síntomas de *P. infestans* se expresaron a partir de los 48 días de plantado el cultivo. Los cultivares Zone Red (2), Amany (3), Noha (5), Loane (13), Rain Bow (15), Actrice (28) y Gold Rush (29) resultaron los más tolerantes a la enfermedad.

BIBLIOGRAFÍA

BOURKUE, A. M. 1953. Contribution of Modern Meteorology to Plant Disease Forecasting. *Phytopathology*, EUA. 55 (9).

CASTAÑO, J.; G. RAMÍREZ; L. PATIÑO y G. MORALES. 2015. Alternativa para el manejo de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary en *Solanum betaceum* Cav. mediante inductores de resistencia. *Rev. Protección Veg*. vol. 30 (3).

CASTILLO, J.; A. ESTÉVEZ; M.E. GONZALÁLEZ; O. MORÉ; E. ORTIZ y U. ORTIZ. 2000. Selección de progenitores para el mejoramiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales,* 21(2).

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1995. *Informe anual*. Edición No.25.

FAO. 2014 FAOSTAT, FAO statistical databases. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Crops, production quantity. [en línea] Disponible en: http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx [consulta: 2014]

GÓMEZ, G. 1999. Sistema de Pronóstico para el tizón tardío de la papa causado por *P. infestans* en Cuba. Tesis en opción al grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, Habana. 64 pp.

GRUNWALD, N.; A. STURBAUM; G. ROMERO; E. GARAY; H. LOZOYA; W. FRY W. (2006) Selection for fungicide resistance within a growing season in field populations of *Phytophthora infestans* at the center of origin. *Phytopathology,* 96:1397–1403.

HERNÁNDEZ A.; M.O. ASCANIO; D.M. MORALES y R.A. CABRERA. 2005. Correlación de la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba con las clasificaciones internacionales y nacionales: una herramienta útil para la investigación, docencia y producción agropecuaria. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INCA). Disponible en: http://www.rutas.ucf.edu.cu. Consultado: 23 de abril del 2008.

MAYEA, S. y FEITÓ, D. 1972. Momento óptimo para iniciar los tratamientos contra los tizones de la papa, en consideración a los factores de predisposición. Trabajo de Diploma. UCLV. Villa Clara.

NAUMOVA, N. A. 1935. Regularidad del desarrollo de la *Phytophthora* de la papa y roya parda del trigo en relación con los factores meteorológicos, URSS: Vizr. P; 24-45p.

ALARCÓN, N.M.; H. LOZOYA; E. VALADEZ, M. del R. GARCÍA, M.T. COLINAS. 2013. Diversidad genética del tizón tardío de la papa *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary] en Chapingo, México.

PÉREZ, W. y G. FORBES. 2008. Manual técnico. El Tizón tardío de la papa. CIP. Lima, Perú. 39 p.

R Development Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Disponible en: http://www.r-project.org/. Consultado el: 6 de mayo de 2016.

RUBIO, A.; M. CADENA y R. FLORES. 2016. Comparación de la resistencia horizontal y vertical contra el tizón tardío de la papa en Toluca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol.7 (4).

SAUCEDO, O.; L. VICENTE; L. HERRERA y L. FERNÁNDEZ. 2010. Sistema de pronóstico climático del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de la papa en la provincia de Villa Clara. REDVET. *Revista electrónica de Veterinaria* 1695-7504; 11 (03B).

SCOTT G.J.; M.W. ROSEGRANT; y C. RINGLER. 2000. Roots and tubers for the 21st century: Trends, projections, and policy options. International Food Policy Research Institute (IFPRI), p. 31.

SHKINCH, K.M. 1969. Determination of short-term forecast of the appearance of *P. infestans* on tomato fruit. *Micología Fitopatológica*, 3(2):160-166.

SMITH, L.P. 1956. Potato blight fore casting by 90% humidity criteria. *Plant Pathology*, EUA; 5:83-87 pp.