

Epidemiología Comparativa del Tizón Tardío de la Papa. Implicaciones de Manejo Contrastando Climas del Trópico Alto y Climas Templados

Niklaus J. Grünwald^{1,2}, Gaspar Romero Montes² y William E. Fry¹

Resumen

Datos de Ithaca (NE USA) y Toluca (México Central, 2640 msnm), se utilizaron para enfatizar algunas de las diferencias en la epidemiología del tizón tardío entre climas templados y de trópico alto. La región de Ithaca tiene un clima de tipo continental húmedo. La precipitación anual varía entre 700-1100 mm. Durante el período del cultivo, la precipitación generalmente varía entre 400-500 mm. El valle de Toluca se caracteriza por temperaturas promedio mensuales en el rango de 12-17 °C y una precipitación anual de 800-900 mm que ocurre mayormente durante el período de cultivo. La epidemia de tizón tardío en el valle de Toluca empieza poco después de que empiezan las lluvias. En contraste, en la región de Ithaca las epidemias de tizón tardío son impredecibles tanto en su regularidad como en su inicio. Las temperaturas promedio mensuales son más altas mientras que la precipitación total mensual es más baja en el área de Ithaca que en la de Toluca durante el pico del desarrollo del cultivo. El efecto combinado de las diferencias en clima hace que las epidemias desarrollen más rápido en Ithaca que en Toluca. El uso de cultivares con altos niveles de resistencia de campo tales como Rosita y Norteña en combinación con un sistema de predicción adaptado apropiadamente tal como el SimCast se muestra promisorio para su uso en el valle de Toluca y posiblemente en otras áreas de los trópicos altos. Cultivares susceptibles como Alpha se manejan mejor con aplicaciones calendario semanales o de cada cinco días.

Abstract

Grünwald, N.J., Romero, G., Fry, W.E. 2001. Comparative epidemiology of potato late blight: Management implications contrasting highland tropics and temperate climates. Pages in: Proceedings of the International Workshop on Complementing Resistance to Late Blight (*Phytophthora infestans*) in the Andes. February 13-16, 2001, Cochabamba, Bolivia. GILB Latin American Workshops 1. E.N. Fernández-Northcote, ed. International Potato Center, Lima, Peru.

Data from Ithaca (NE USA), and Toluca (Central Mexico, 2640 masl), is used to emphasize some of the differences in the epidemiology of late blight in temperate and highland-tropical climates. The Ithaca region has a humid continental type of climate. Annual precipitation ranges between 700-1100 mm. During the growing season, the total precipitation usually ranges from 400-500 mm. The Toluca Valley is characterized by monthly average temperatures in the range of 12-17 °C and a yearly rainfall around 800-900 mm. Most of the precipitation occurs during the growing season. Epidemics of late blight in the Toluca Valley begin shortly after the rain season starts. In contrast, in the Ithaca region late blight epidemics are unpredictable in their regularity or their onset. Average monthly temperatures are higher while total monthly precipitation is lower in the Ithaca area than in the Toluca area during the peak of the growing season. The combined effects of differences in climate make epidemics develop less fast in Toluca than in Ithaca. Use of cultivars with high levels of field resistance such as Rosita and Norteña in combination with a properly adapted fungicide forecasting system like SimCast show promise for use in the Toluca Valley and possible in other areas of the highland tropics. Susceptible cultivars such as Alpha are best managed with weekly or 5-day calendar spray applications.

¹ Cornell-Eastern Europe-Mexico (CEEM) Potato Late Blight Project, 334 Plant Science Building, Department of Plant Pathology, Cornell University, Ithaca, NY 14853.
C.Elec: njg7@cornell.edu

² CEEM/PICTIPAPA Potato Late Blight Project, PICTIPAPA, Conjunto Sedagro, Domicilio Conocido, Metepec, Estado de México 52142, México.

Introducción

El tizón tardío, causado por el oomiceto *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, es considerado como uno de los problemas más serios que afectan al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Esta enfermedad es de particular importancia en los trópicos altos de los países en desarrollo, donde causa rendimientos bajos cuyas pérdidas ascienden a US\$2,750 millones cada año, y más aún, además se gasta en la adquisición de fungicidas utilizados en el manejo de la misma.

Nuestro conocimiento actual sobre la epidemiología del tizón tardío, se basa principalmente en estudios realizados en regiones con climas templados (Bruhn, 1979; Bruhn y Fry, 1981; Crosier, 1934; Melhus, 1915). La mayor parte del conocimiento usado para el manejo del tizón tardío en el trópico alto, es derivado de estudios conducidos en climas templados, por lo que existe una clara necesidad de reevaluar la investigación para los trópicos altos.

Hay diferencias obvias entre climas templados y del trópico alto, las cuales serán discutidas de acuerdo a nuestras observaciones obtenidas en el área de Ithaca, New York y Toluca, México (Cuadro 1). Las áreas de cultivo de la papa en los trópicos altos, se encuentran frecuentemente en altitudes que oscilan entre los 2,000 y 3,500 metros sobre el nivel del mar (msnm). Las grandes altitudes ocasionan que el promedio de temperatura baje durante el período de crecimiento de la papa, ocasionando que el progreso de la epidemia sea lento. Otras diferencias entre los climas templados y los del trópico alto se encuentran en la disponibilidad de inóculo y en la duración del día.

Cuadro 1. Diferencias obvias del patosistema tizón tardío de la papa en Freeville, NY y Toluca, México

	Gamefarm, NY	Toluca, México
Altitud en las áreas de crecimiento de la papa	150-300 m	2,600-3,500 m
Régimen de temperatura durante la etapa de crecimiento	Cálido	Templado
Duración del día	Largo	Corto
Presión de inóculo al inicio de la estación	Bajo	Alto
Desarrollo de la epidemia	Rápido	Lento

El progreso de la epidemia de tizón tardío depende en gran parte de (i) el nivel de resistencia por parte del hospedante hacia el patógeno, (ii) el programa de manejo de fungicidas, y (iii) el microclima. Un buen programa de manejo de la enfermedad, debería integrar la resistencia del hospedante, el clima y el manejo de fungicidas. Los sistemas pronóstico tales como BLITECAST (Mackenzie, 1981) y los programas de aplicaciones calendarizadas han sido usados con éxito para el control del tizón tardío en climas templados. En este capítulo discutiremos la importancia de la resistencia, el manejo de fungicidas y el microclima sobre el manejo del tizón tardío en el trópico alto con el conocimiento adquirido de nuestra experiencia de trabajo en Toluca, México e Ithaca, New York. Trataremos de identificar el mayor número de diferencias entre estos dos tipos de climas y expondremos en líneas generales las implicaciones correspondientes para el manejo de esta enfermedad.

Comparación del clima

Los datos provenientes de Ithaca, NY, y Toluca, México son usados para enfatizar algunas de las diferencias en los patrones del clima que pueden afectar la epidemiología del tizón tardío en climas templados y del trópico alto. El valle de Toluca se caracteriza por una temperatura promedio mensual de 12-17°C y precipitación anual entre 800 y 900 mm. El invierno es seco y templado, seguido por un verano fresco y lluvioso. La papa (*Solanum tuberosum* L.) crece durante los meses de verano, los cuales se caracterizan por ser frescos y húmedos (Grünwald et al., 2000). La mayor parte de la precipitación ocurre durante la etapa de crecimiento de la papa. El valle de Toluca ofrece un clima del trópico húmedo debido a la latitud (19°14'N; 99° 34'E) y a la altitud (2640 msnm).

En contraste la región de Ithaca tiene un clima del tipo húmedo continental (Dethier y Pack). Los veranos son templados y los inviernos son largos y fríos. La máxima precipitación ocurre a finales de la primavera y en verano. La precipitación anual va de 700 a 1100 mm. Durante el periodo de crecimiento de la papa, el total de precipitación oscila entre 400 y 500 mm.

Las epidemias de tizón tardío en el valle de Toluca comienzan un poco después de las primeras lluvias (Grünwald et al., 2000). De esta manera la papa crece cuando las condiciones para el tizón tardío son más propicias. En contraste en la región de Ithaca las epidemias de tizón tardío son impredecibles tanto en su regularidad como en su inicio. La temperatura media mensual es más alta mientras que la precipitación total mensual es más baja en el área de Ithaca que en el área de Toluca en el pico de la estación de crecimiento (Figura 1). Mientras la precipitación se incrementa, se podría esperar una presión en el incremento de la enfermedad, sin embargo la temperatura baja es más importante y por lo tanto la presión de la epidemia medida como la acumulación de unidades tizón en realidad progresa más rápido en Ithaca que en Toluca (Figura 2). En conclusión, las epidemias son más lentas en Toluca, pero la presión de la enfermedad es constante y predecible. De esta manera, una combinación de cultivares resistentes y una aplicación programada de fungicidas, aparentemente son estrategias apropiadas para hacer mucho más lenta la epidemia y minimizar las pérdidas de rendimiento.

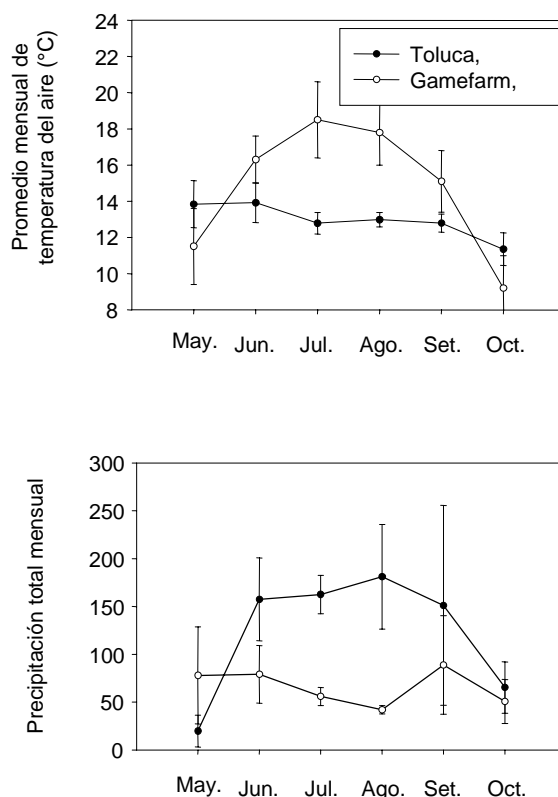


Figura 1. Promedio y desviación estándar de la temperatura del aire (°C) y precipitación (mm) de cada mes durante los años 1998-2000. Los datos de NY provienen de la estación meteorológica Gamefarm, obtenidos a través del Northeast Regional Climate Center (Ithaca, NY). Los datos de Toluca fueron obtenidos de una estación meteorológica automatizada, localizada en Metepec, previamente descrita (Grünwald et al., 2000).

Resistencia

El programa nacional de papa en México ha producido diferentes cultivares con altos niveles de resistencia de campo (Flores-Gutierrez et al., 1996; Grünwald et al., 1999, 2000). Estos cultivares pueden crecer sin que se les haga una sola aplicación de fungicida, obteniendo al final entre un 4 y un 20% de infección para Norteña y Rosita respectivamente, mientras que Alpha es completamente defoliado (Grünwald et al. 1999) (Figura 3). En 1998 y 1999 ambos cultivares tuvieron menos del 25% de infección al final de la estación sin una sola aplicación de fungicida. Nuestros resultados se corresponden bien con reportes informales del programa nacional de papa (INIFAP). Rosita fue liberada en 1971 (liberación #: PA-4/71) y Norteña en 1992 (liberación #: PAP-080592-011). Rosita y Norteña son actualmente cultivados en un 18% (Rubio – Covarrubias

y Flores Gutierrez, 1997) y un 5%, aproximadamente, de la superficie cultivada a nivel nacional (INIFAP, Programa Nacional de Papa, comunicación personal). Rosita ha sido sembrada comercialmente por 27 años y su resistencia al tizón tardío aparentemente no ha cambiado. De esta manera, esperamos que la integración de la resistencia de campo con un programa apropiado de manejo de fungicidas será de gran importancia en el manejo del tizón tardío en el trópico alto.

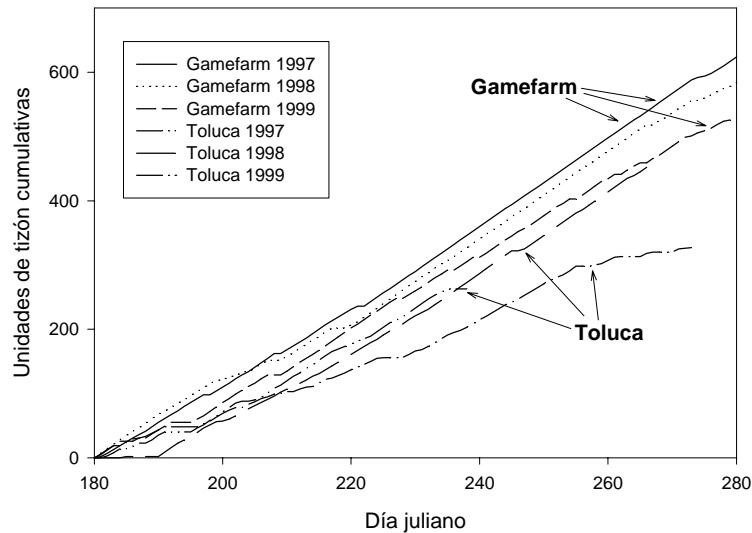


Figura 2. Unidades de tizón y fungicida acumuladas (Fry et al., 1983; Grünwald y Fry, 2000) calculadas usando datos climáticos de 1997-1999 obtenidos de Gamefarm, NY y Metepec, México.

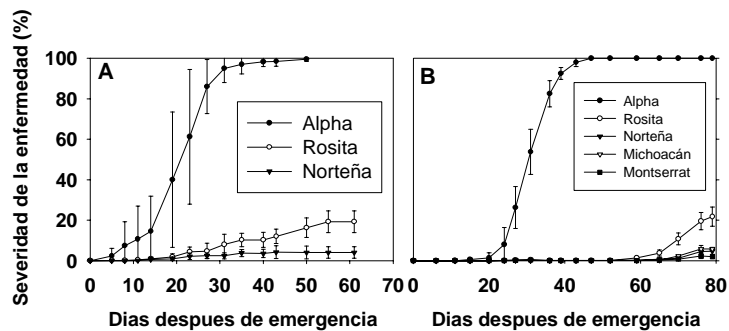


Figura 3. Curvas del progreso de la enfermedad para tizón tardío en diferentes cultivares sembrados en Toluca durante los años (A) 1998 y (B) 1999 sin aplicación de fungicida. El cultivar Alpha es un control susceptible. Rosita, Norteña, Montserrat y Michoacán son cultivares liberados por el Programa Nacional de Papa de México (INIFAP-Programa de Papa).

Manejo de fungicidas en Toluca

Una posible mejora en relación a los programas de aplicación de fungicidas basados en aspersiones calendarizadas, sería el uso de sistemas de pronóstico, que incluyan aspersiones recomendadas de acuerdo a las condiciones climáticas existentes en ese período. De los sistemas de pronósticos probados en Toluca, SimCast fue el que mejor funcionó y tan bien como las aplicaciones semanales de fungicida (Grünwald y Fry, 1998a, 1998b, 2000; Grünwald et al., 1999, 2000). En todos los casos las predicciones de SimCast resultaron

en un excelente control de la enfermedad. Con un incremento en el nivel de resistencia (de Alpha, a Rosita y Norteña), el número de aplicaciones disminuye, aunque el ciclo de crecimiento fuera mas largo para Norteña, seguido de Rosita y Alpha (Cuadro 2). En todos los casos SimCast funcionó tan bien o mucho mejor que un programa de aplicación de fungicidas. Comparado con los sistemas tradicionales de cultivo que contemplan 15-25 aplicaciones (Rubio – Covarrubias y Flores-Gutierrez, 1997), SimCast pronosticó 8-10 aplicaciones en el caso de Alpha, 6 en Rosita y 4 en Norteña (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de aplicaciones de fungicida, utilizado en el sistema de pronóstico SimCast, en comparación con el sistema tradicional de cultivo del cultivar Alpha en la región de Toluca, México

	No. de aplicaciones de fungicida
Sistema tradicional cv. Alpha	15-25
SimCast y Alpha	8-10
SimCast y Rosita	6
SimCast y Norteña	4

Conclusión

Hay diferencias muy obvias en ambos climas que afectan al desarrollo del tizón tardío de la papa; las diferencias más notables se encuentran en la precipitación y la temperatura. Los efectos combinados de las diferencias en climas, hacen que el desarrollo de las epidemias sea mas lento en Toluca que en Ithaca. El uso de cultivares con altos niveles de resistencia tales como Rosita y Norteña en combinación con un sistema de pronóstico apropiado como SimCast prometen mucho para su uso en el valle de Toluca y posiblemente en otras áreas del trópico alto.

Agradecimientos

Agradecemos a PICTIPAPA y CEEM por el apoyo logístico y económico para este proyecto. Agradecemos también al Dr. Enrique Fernández-Northcote de PROINPA y al Dr. Graham Thiele del proyecto Papa Andina (CIP-COSUDE) y a las organizaciones involucradas en organizar el taller (GILB, PROINPA, Proyecto Papa Andina, CIP) por la invitación a exponer nuestro trabajo en el taller.

Literatura citada

- Bruhn, J. A. 1979. Simulation of the potato late blight management system. M. Sc. Thesis, Plant Pathology Department, Cornell University, Ithaca.
- Bruhn, J. A., and Fry, W. E. 1981. Analysis of potato late blight epidemiology by simulation modeling. *Phytopathology* 71: 612-616.
- Crosier, W. 1934. Studies in the biology of *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary. Cornell Univ. Exp. Stn. Memoir 155.
- Dethier, B. E., and Boyd Pack, A. The climate of Ithaca, New York. Ithaca, NY: New York State College of Agriculture.
- Flores-Gutiérrez, F. X., and Cadena-Hinojosa, M. A. 1996. Evaluation of horizontal resistance and effects of R-genes in ten Mexican cultivars against potato late blight (*Phytophthora infestans*) under natural conditions in the central plateau of Mexico. *Rev. Mex. Fitopatol.* 102: 97-102.
- Fry, W. E., Apple, A. E., and Bruhn, J. A. 1983. Evaluation of potato blight forecasts modified to incorporate host resistance and fungicide weathering. *Phytopathology* 73: 1054-1059.
- Grünwald, N. J., and Fry, W. E. 1998a. Comparación de los sistemas de predicción BLITECAST y TOMCAST para el control del tizón tardío de la papa en el valle de Toluca. Paper read at Memorias del 2° Simposium Internacional de la Papa/8° Congreso Nacional de Productores de Papa, at Toluca, México.
- Grünwald, N. J., and Fry, W. E. 1998b. Comparison of BLITECAST and TOM-CAST with scheduled fungicide applications for control of Potato Late Blight in the Toluca Valley. *Phytopathology* 88: S34.

Grünwald, N. J., and Fry, W. E. 2000. Integration of SimCast and resistant cultivars to manage potato late blight in the Toluca Valley. Pages 96-102 in: Proceedings of the Workshop on the European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. PAV - Special Report No. 6. H. Schepers, ed. Applied Research for Arable Farming and Field Production of Vegetables.

Grünwald, N. J., Rubio-Covarrubias, O. A., and Fry, W. E. 2000. Potato Late-Blight Management in the Toluca Valley: Forecasts and Resistant Cultivars. *Plant Dis.* 84: 410-416.

Grünwald, N. J., Cadena, M., Rubio, O., Rivera, A., and Fry, W. E. 1999. Contribution of host-resistance to integrated control of late blight in the Toluca valley. *Phytopathology* 89: S30.

MacKenzie, D. R. 1981. Scheduling fungicide applications for potato late blight with Blitecast. *Plant Dis.* 65: 394-399.

Melhus, I. E. 1915. Germination and infection with the fungus of the late blight of potato (*Phytophthora infestans*). *Agric. Exp. Stn. Univ. WI Res. Bull.* 37: 1-64.

Rubio-Covarrubias, O. A., and Flores-Gutiérrez, F. X. 1997. Programa Nacional de Investigación en el Cultivo de la Papa, Publicación Especial. Mexico City: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).