

## VALIDACIÓN DEL SIMULADOR DE EPIDEMIAS LATEBLIGHT “LB2004” CON CLONES PRECOCES Y RESISTENTES DE PAPA (*Solanum tuberosum*)

Maila, G. Taipe, A<sup>1</sup>. Forbes, G.<sup>2</sup> Andrade-Piedra, J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Internacional de la Papa (CIP), Apartado 17 19 21, Quito, Ecuador.

<sup>2</sup> Centro Internacional de la Papa, apartado postal 1558, Lima 12, Perú.

E-mail: [a.taipe@cgiar.org](mailto:a.taipe@cgiar.org).

Palabras clave: tizón tardío, susceptibilidad, área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE), escala, Ecuador

### INTRODUCCIÓN

El tizón tardío es la enfermedad más importante del cultivo de papa en Ecuador; y como cualquier proceso biológico es altamente dependiente de las condiciones ambientales para su desarrollo (Fernandez-Northcote *et al.* 2000). La aplicación de fungicidas es la forma más común de control alrededor del mundo. En algunas zonas del Ecuador esta práctica conlleva daños a la salud del productor y del medio ambiente (Crissman *et al.* 2003). En los países industrializados se han desarrollado sistemas sofisticados que ayudan a los productores a tomar decisiones en cuanto a la aplicación de fungicidas. La información climatológica, modelos matemáticos complejos y el uso de computadoras permiten el pronóstico acertado de la ocurrencia de la epidemia (Shtienberg y Fry 1990). La recreación o “simulación” de la epidemia es el fundamento de estos pronosticadores. El simulador LATEBLIGHT, desarrollado en la década de los 80 en la universidad de Cornell por Bruhn y Fry (Bruhn *et al.* 1980; Fry 1982), es el de mayor éxito y utilización. Andrade-Piedra y colaboradores lo modificaron para las condiciones de los andes y denominaron a esta versión como “LB2004” (Andrade-Piedra *et al.* 2004). Se ha validado “LB2004” en varias ocasiones demostrando su eficiencia para reproducir el efecto del medio ambiente y del nivel de resistencia del hospedero. Kromann y colaboradores obtuvieron los componentes de la resistencia como periodo de latencia (PL) e incubación (PI), tasas de crecimiento de la lesión (TCL) y esporulación (TE) y eficiencia de infección (EI), para variedades cultivadas en Ecuador como I-Fripapa y Superchola y demostraron que “LB2004” simula mejor las epidemias con parámetros específicos para cada variedad (Kromann 2007). Actualmente “LB2004” en esta región es una herramienta para investigar y enseñar la epidemiología de la enfermedad y esta disponible en versiones para SAS y su adaptación para Windows denominada Polux (Andrade-Piedra *et al.* 2005). Los objetivos de esta investigación fueron determinar los parámetros epidemiológicos y validar “LB2004” con clones muy resistentes pero que además son precoces.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en la Estación Quito del Centro Internacional de la Papa (3050 msnm). Los componentes de la resistencia (PI, PL, TCL, TE) se obtuvieron en laboratorio mediante bioensayos de inoculaciones de esporangios de *P. infestans* sobre folíolos cortados desde plantas crecidas bajo invernadero. Se utilizó dos aislamientos de *P. infestans* (CIP y Tzimbuto-Chimborazo). La EI se obtuvo mediante la metodología de torres de inoculación reportada por Mizubuti (Mizubuti *et al.* 2000). Para obtener las epidemias naturales se dispusieron parcelas de cada tratamiento en el lote B3. Los tratamientos fueron tres clones con resistencia y precocidad (CIP 387205.5, CIP 386209.10 y CIP 393399.7) y dos variedades

testigo (I-Fripapa y Superchola). Se utilizó el “Proc Means” para la estadística descriptiva de los parámetros y “LB2004” ambos para SAS V9.2.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El aislamiento de *P. infestans* colectado en el CIP no produjo lesiones en los clones CIP 386209.10 y CIP 393399.7 y fue necesario aislar el patógeno de una zona (Tzimbuto-Chimborazo) en la que se había observado epidemias de tizón tardío en estos clones. Con estos dos aislamientos se obtuvieron los parámetros que se reportan en el Cuadro 1. Los valores de TCL y TE obtenidos por Kromann *et. al.* son mayores a los nuestros debido probablemente a que el tamaño de foliolos que utilizaron ellos fueron mucho más grandes y las evaluaciones se hicieron a las 144 horas, 12 horas más tarde que lo hicimos nosotros.

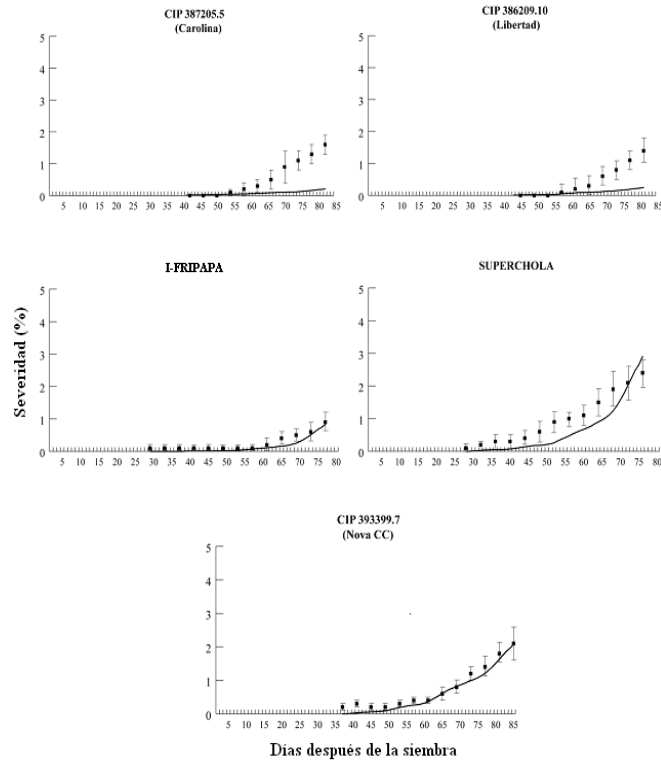
**Cuadro 1.** Valores de los componentes de resistencia, generados por aislamientos de *P. infestans*, de Tzimbuto, en clones y del CIP en variedades de papa (*Solanum tuberosum*). Cutuglagua – Pichincha. 2009.

	PL (días)		TCL (m <sup>2</sup> /día)x10 <sup>-3</sup>		TE (m <sup>2</sup> )x10 <sup>8</sup>		EI
I-Fripapa	3.29 <sup>a</sup>	3.49 <sup>b</sup>	2.67	4.492	0.649	1.33	0.61
Superchola	3.76	3.53	2.25	4.886	1.409	0.85	0.58
CIP 387205.5 (Carolina)	3.8		2.66		1.83		0.53
CIP386209.10 (Libertad)	3.92		2.51		1.737		0.68
CIP 393399.7 (Nova CC)	3.7		2.91		1.104		0.81

**a:** valores obtenidos por el autor

**b:** valores obtenidos por (Kromann 2007)

La validación de “LB2004” en los clones se realizó con los parámetros obtenidos en el presente estudio y en las variedades con los parámetros obtenidos por Kromann *et. al.* La graficación de las epidemias observadas y simuladas nos permitió observar la capacidad de “LB2004” para simular acertadamente la epidemia en todas las variedades a excepción de una ligera distorsión en los clones al final del ciclo (Gráfico 1).



**Gráfico 1.** Curvas de progreso del tizón tardío observadas (■) y simuladas (—), en la validación del simulador “LB2004” con clones y variedades de papa (*Solanum tuberosum*). Cutuglahua, 2009.

Los valores de ABCPE calculados por “LB2004”, en el 80% de los casos cayeron dentro del intervalo de confianza (95%); únicamente el ABCPE del clon CIP 387205.5 no se ubicó en ningún intervalo de confianza (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Intervalos de confianza (IC) y pruebas de equivalencia (PE) obtenidos en la validación del simulador “LB2004” con clones y variedades de papa (*Solanum tuberosum*). Cutuglahua, 2009.

Cultivar	n	IC 95%		IC	Calificación	PE (%)
		<i>L<sub>sup</sub></i>	<i>L<sub>inf</sub></i>			
I-Fripapa	1	4.39	16.71	6.24	1	0
Superchola	1	24.88	65.72	26.62	1	0
CIP 387205.5 (Carolina)	1	9.42	31.88	3.19	0	0
CIP386209.10 (Libertad)	1	2.40	28.50	3.50	1	0
CIP 393399.7 (Nova CC)	1	22.53	47.27	29.00	1	0
<b>80%</b>						<b>0%</b>

## CONCLUSIONES

La nueva parametrización de “LB2004” fue capaz de simular la epidemia natural de tizón tardío en clones precoces de manera satisfactoria.

La validación gráfica indica la eficiencia de “LB2004” que estadísticamente logró simular el tizón tardío en el 80% de los casos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andrade-Piedra, J., Hijmans, R., Forbes, G., Fry, W. y Nelson, R. (2004). Simulation of Potato Late Blight in the Andes. I: Modification and Parameterization of the LATEBLIGHT Model. *Phytopathology* 95, 1191-1199.
- Andrade-Piedra, J., Juárez, H., Pérez, W., Raymundo, R., Kromann, P., Hijmans, R. y Forbes, G. (2005). “Manual de Polux (Simulador de Tizón Tardío de papa).” Estación Experimental Santa Catalina, 28 junio, pp. 16.
- Bruhn, J. A., Bruck, R. I., Fry, W. E., Arneson, P. A. y Keokosky, E. V. (1980). “User's manual for LATEBLIGHT: A plant disease management game.” Cornell University, Department of Plant Pathology, pp. 49.
- Crissman, C., Espinosa, P. y Barrera, V. (2003). El uso de plaguicidas en la producción de papa en Carchi. In “Los plaguicidas: Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador” (D. Yanggen, C. Crissman y P. Espinosa, eds.), pp. 9-24. Centro Internacional de la Papa - Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Quito-Ecuador.
- Fernandez-Northcote, E., Navia, O. y Gandarillas, A. (2000). Bases de las Estrategias de Control Químico del Tizón Tardío de la Papa desarrolladas por PROINPA en Bolivia. In “Revista Latinoamericana de la Papa”, Vol. 11, pp. 24.
- Fry, W. E. (1982). Disease forecasting: epidemiological considerations. In “Principles of plant disease management”, pp. 105-125. Academic Press, New York.
- Kromann, P. (2007). Improving potato late blight control strategies for resource-poor farmers in low in-put agriculture in Andean Ecuador. Tesis, UNIVERSITY OF COPENHAGEN.
- Mizubuti, E., Fry, W. E. y Aylor, D. E. (2000). Survival of *Phytophthora infestans* sporangia exposed to solar radiation. *Phytopathology* 90, 78-84.
- Shtienberg, D. y Fry, W. E. (1990). Field and computer simulation evaluation of spray-scheduling methods for control of early and late blight of potato. *Phytopathology* 80, 772-777.