

Comportamiento bajo cultivo de clones de papa resistentes a la candelilla tardía en Trujillo, Venezuela

Field behavior of potato clones resistant to late blight in Trujillo state, Venezuela

M. Maffei¹, I. Quintero¹, J. Zambrano¹, W. Materano¹, A. Valera¹,
C. Torres¹ y B. Camacho²

¹Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel, Laboratorio de Fisiología Poscosecha. Trujillo, Venezuela.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Pampanito. Trujillo, Venezuela.

Resumen

Considerando que candelilla tardía causa estragos en nuestras zonas productoras de papa (*Solanum tuberosum* L.) el objetivo de este trabajo fue evaluar 11 clones de papa con resistencia horizontal: 392636-9, 392639-17, 393194-1, 393160-3, 392658-16, 393258-44, 392634-5, 393180-10, 392639-1, 392639-41, 392658-49 y la variedad 'Andinita' en Marajabú y Cabimbú zonas altas del estado Trujillo, Venezuela. Con nueve observaciones semanales fue estudiada el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE). En Cabimbú, el ABCPE para Andinita fue 1064,00, mientras que para 393180-10 (136,45), 392658-16 (157,38), 392639-41(169,38) y 392636-9 (192,18). En Marajabú, los menores valores de ABCPE se registraron en los clones 392636-9 y 392639-1 (28,64), 393194-1 (29,49), 393180-10 (34,74), Andinita alcanzó 86,00. Los clones 393180-10, 392636-9 y 392639-41 pueden considerarse como resistentes.

Palabras clave: Mejoramiento genético, ABCPE, tizón tardío, *Phytophthora infestans*.

Abstract

Late blight is the major fungus disease that limits the potato (*Solanum tuberosum* L.) production in the high lands of Venezuela. The behavior of 11 promissory potato clones with horizontal resistance: 392636-9, 392639-17, 393194-1, 393160-3, 392658-16, 393258-44, 392634-5, 393180-10, 392639-1, 392639-41, 392658-49 and 'Andinita' variety, were assessed in this study, at

the «Marajabú» and «Cabimbú» localities, Trujillo state, Venezuela. During nine evaluations the area under disease progress curve (AUDPC) was weekly estimated. In «Cabimbú» the AUDPC for 'Andinita' was 1064.00 while 393180-10 (136.45), 392658-16 (157.38), 392639-41(169.38) and 392636-9 (192.18) respectively. The smaller values of AUDPC for «Marajabú» were 392636-9 and 392639-1 (28.64), 393194-1 (29.49), 393180-10 (34.74) respectively, and the 'Andinita' obtained AUDPC values of 86.00. The 393180-10, 392636-9 and 392639-41 clones can be selected as resistant.

Key words: Potato breeding, AUDPC, late blight, *Phytophthora infestans*.

Introducción

Entre las enfermedades fúngicas que limitan la producción de papa, el tizón tardío o candelilla tardía como también se le conoce, es una de las más importantes y estudiadas en todo el mundo (Stevenson *et al.*, 2001; Turkensteen y Flier, 2002). A lo largo de los años las estrategias de combate contra esta enfermedad han sido orientadas principalmente al control químico (Maffei *et al.*, 2004; García y García, 2004); más recientemente, los avances en la lucha contra la enfermedad van dirigidos a la selección de materiales con cierto grado de resistencia (Rodríguez *et al.*, 2008).

Cuando se desea realizar estudios para la selección de nuevos materiales o líneas clonales con resistencia varietal, éstos deben ser sometidos a poblaciones variables del patógeno a campo abierto, y se evalúan bajo presión natural de inóculo en parcelas comerciales de papa, donde se seleccionan los que presentan tolerancia a *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary.

El estado Trujillo posee zonas altas productoras de papa con gran variabilidad en sus pisos climáticos, lo que conlleva a realizar ensayos con nuevos materiales para seleccionar los

Introduction

Between fungal diseases that limit potato production, the late blight, is one of more important and studied all over the world (Stevenson *et al.*, 2001; Turkensteen and Flier, 2002). Along years the combat strategies against this disease have been mainly guided to chemical control (Maffei *et al.*, 2004; García and García, 2004); recently, the advances in fight against disease looking for selection of materials with some resistance degree (Rodríguez *et al.*, 2008).

Looking for the selection of new materials or clone lines with varietal resistance, these have to be subjected to a variable pathogen populations, and they are evaluated under natural pressure of inoculum in potato commercial plots, where those showing tolerance to *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary are selected.

Trujillo state have high region producing potato with high variability in its climatic ranges that takes to essays with new materials to select those with better behavior according to proper conditions of each place. Farmers of our producer regions are highly interested in this matter, and

de mejor comportamiento de acuerdo a las condiciones propias de cada sitio. Los agricultores de nuestras zonas productoras se muestran altamente interesados en el tema, y manifiestan la necesidad de que las instituciones encargadas de obtener nuevos materiales con resistencia a candelilla tardía como son el INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas) y las Universidades Nacionales, les brinden otras alternativas a las variedades altamente susceptibles que regularmente siembran entre las que destacan 'Granola' y 'Andinita', ya que son necesarias más de 15 aplicaciones de productos químicos para el control de esta enfermedad y poder lograr así un ciclo de cultivo de calidad comercial aceptable.

Por esto, el objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento en campo de 11 clones promisorios de papa con resistencia horizontal a candelilla tardía, comparados con la variedad comercial Andinita en dos localidades productoras de papa, y determinar si existe influencia de la variación altitudinal sobre la respuesta de estos clones a la candelilla tardía.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en dos pisos bioclimáticos distintos denominados Marajabú, en las coordenadas 9°15'31" LN y 70°29'26" LO, con una altitud de 2100 msnm ubicado en el municipio Trujillo; y en el Páramo de Cabimbú ubicado en las coordenadas 9°9'31" LN y 70°29'26" LO con altitud de 2827 msnm perteneciente al municipio Urdaneta, estado Trujillo en Venezuela. Durante el ciclo mayo–

they indicates the necessity of institutions looking for new materials with late blight resistance like INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas) and the Nacional Universities, offer other alternative to the varieties highly susceptible usually sowed like 'Granola' and 'Andinita', since more than 15 chemical products applications for controlling this disease and to achieve a crop cycle of acceptable commercial quality.

The purpose of this study was to evaluate the behavior in field of 11 promissory clones of potato with horizontal resistance to late blight, compared to commercial variety 'Andinita' in two potato producers localities and to determine the influence of altitudinal change on response of these clones to late blight.

Materials and methods

The study was carried out in two different bioclimatic ranges called 'Marajabú', in coordinates 9°15'31" NL and 70°29'26" WL, with a altitude of 2100 masl located in Trujillo municipality; and in 'Cabimbú' moorland located in coordinates 9°9'31" NL and 70°29'26" WL with an altitude of 2827 masl at «Urdaneta» municipality, Trujillo state, Venezuela. During the cycle May–September 2008, the climatic variables with automatic meteorological stations mark Davis model Vantage Pro2®, installed in both localities. The climatologic conditions observed during the crop cycle and with influence on late blight development were: mean minimum temperature of 11.8°C and mean maximum of 18.5°C,

septiembre de 2008, se registraron las variables climáticas con estaciones meteorológicas automáticas marca Davis modelo Vantage Pro2®, instaladas en ambas localidades. Las condiciones climatológicas prevalecientes durante el ciclo de cultivo y consideradas de mayor influencia en el desarrollo de la candelilla tardía fueron: temperatura mínima promedio de 11,8°C y máxima promedio de 18,5°C, precipitación de 329,5 mm y humedad relativa media de 81,8% para Marajabú; en lo que respecta a Cabimbú la temperatura promedio mínima fue de 7,4°C y la media máxima 17,2°C, 294,3 mm de precipitación y humedad relativa promedio de 82,9%; mayor detalle del comportamiento de las variables climatológicas es presentado en el cuadro 1.

Se evaluó el comportamiento en campo de 11 clones promisorios de papa provenientes del Centro Internacional de la Papa (CIP) con resistencia horizontal a candelilla tardía: 392636-9, 392639-17, 393194-1, 393160-3, 392658-16, 393258-44, 392634-5, 393180-10, 392639-1, 392639-41 y 392658-49, comparados con la variedad comercial Andinita adaptada a la zona productora. La investigación se llevó a cabo bajo un diseño experimental en boques al azar, con 4 repeticiones, se realizó la prueba de comparación de medias de Dunnett mediante el paquete estadístico SAS® versión 9.0 (2008). Se sembraron cuatro hileras de plantas de 3 m de largo, los tubérculos semilla fueron sembrados a 0,3 m entre plantas y 0,8 m entre hileras; las evaluaciones se realizaron semanalmente para un total de 9 observaciones durante 55 días, en 5 plantas identificadas

rainfall of 329.5 mm and mean relative humidity of 81.8% for 'Marajabú'; in 'Cabimbú' the mean minimum temperature was of 7.4°C and the mean maximum 7.2°C, 294.3 mm rainfall and mean relative humidity of 82.9%; the behavior of climatologic variables is shown in table 1.

The behavior in field of 11 potato promissory clones from the Centro Internacional de la Papa (CIP) with horizontal resistance to late blight: 392636-9, 392639-17, 393194-1, 393160-3, 392658-16, 393258-44, 392634-5, 393180-10, 392639-1, 392639-41 and 392658-49, compared with commercial variety 'Andinita' adapted to the producer region. The research was carried out on experimental design at random blocks and four 4 replications; also, the Dunnett mean comparison test was accomplished through the statistical program SAS® version 9.0 (2008). Four rows of 3 m long were sowed, the seed tubers were sowed to 0.3 m between plants and 0.8 m between rows; the evaluations were weekly done for a total of 9 observations during 55 days, in 5 plants identified in central rows each plot that corresponded to 25% of plants.

The disease development was registered by using the methodology proposed by the Centro Internacional de la Papa (Henfling, 1987) that is a visual scale for the appreciation of damages to foliage with values from 1 (damage absence) to 9 (totally damaged), likewise, the area under progress curve of disease was estimated (AUDPC) by using method proposed by Shaner and Finney (1977).

Cuadro 1. Condiciones climatológicas prevalcientes en las localidades de Marajabú y el Páramo de Cabimbú Venezuela, durante el ciclo mayo-septiembre 2008.

Table 1. Climatological conditions at «Marajabú» and «Páramo de Cabimbú» locations, Venezuela, during cycle May-September 2008.

Mes	Marajabú				Páramo de Cabimbú			
	T Min°C	T Max°C	Precipitaciónmm	Hr%	T Min°C	T Max°C	Precipitaciónmm	Hr%
Mayo	11,9	17,8	37,3	84,1	7,5	17,0	25,8	79,5
Junio	11,6	18,9	76,1	81,2	6,7	18,0	65,0	81,5
Julio	11,5	18,1	83,2	81,5	7,2	16,7	82,8	82,3
Agosto	11,8	18,4	77,3	82,3	7,2	16,6	80,3	79,8
Septiembre	12,4	19,2	55,6	80,1	8,2	17,8	40,4	91,2

en las hileras centrales de cada parcela, lo que correspondió al 25% de las plantas.

Se registró el desarrollo de la enfermedad utilizando la metodología propuesta por el Centro Internacional de la Papa (Henfling, 1987) que es una escala visual de apreciación de daños al follaje con valores desde 1 (ausencia de daño) a 9 (totalmente dañado), así mismo se calculó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) por el método propuesto por Shaner y Finney (1977).

Resultados y discusión

En el piso bioclimático Marajabú, los menores valores de ABCPE se registraron en los clones 392636-9 y 392639-1 (28,64), 393194-1 (29,49), 393180-10 (34,74) mientras que el testigo Andinita alcanzó 86,00; el análisis de varianza para ABCPE reveló diferencias ($P < 0,05$) entre estos materiales respecto al testigo (cuadro 2). Rodríguez *et al.* (2008) obtuvieron bajos valores de ABCPE para el clon 392636-9 perteneciente a la familia 392636 en condiciones de umbráculo, estos autores reportan que en campo no se presentó la enfermedad debido a las condiciones climáticas adversas al desarrollo de ésta. Es de resaltar que en esta localidad, las condiciones climáticas prevalecientes mientras duró el ensayo, no fueron del todo propicias para el desarrollo de la enfermedad, dado que se registraron períodos de altas temperaturas con máxima de 19,2°C, mínima de 11,5°C y humedad relativa de 81,8%, lo que condiciona el desarrollo de la epidemia; sin embargo se

Results and discussion

In bioclimatic range 'Marajabú', the lower values of AUDPC were registered in clones 392636-9 and 392639-1 (28.64), 393194-1 (29.49), 393180-10 (34.74) whereas 'Andinita' control reached 86.00; the analysis of variance for AUDPC revealed differences ($P < 0.05$) between these materials respect to control (table 2). Rodríguez *et al.* (2008) obtained low values of AUDPC for clone 392636-9 belong to the family 392636 in shade house conditions, these authors report that in field, the disease was not observed because the adverse climatic conditions. It is possible to detach that in this locality, the climatic conditions whereas essay was accomplished, and they were not appropriated for development of disease, because high temperatures were registered, with maximum of 19.2°C, a minimum of 11.5°C and relative humidity of 81.8%, which condition the epidemic development; however, clones 392639-17, 392658-49, 392634-5, 393160-3 and 393258-44 showed AUDPC values statistically similar to the control (table 2), which prove that the low tendency to the blight even on these low pressure inoculum conditions, that exclude them of a resistance selection.

In 'Cabimbú', the AUDPC for 'Andinita' was of 1064.00, whereas for clones 393180-10, 392658-16 and 392639-41 the AUDPC values were of 136.45, 157.38, 169.38 respectively, being these the lower severity values obtained in this altitudinal range (table 2), which reflect the resistance of clones on high pressure of inoculum,

pudo detectar que los clones 392639-17, 392658-49, 392634-5, 393160-3 y 393258-44 mostraron valores de ABCPE estadísticamente iguales al testigo (cuadro 2), lo que demuestra su baja tolerancia a candelilla aún en estas condiciones de baja presión de inóculo, esto los excluye de una selección por resistencia.

Por su parte en Cabimbú, el ABCPE para Andinita fue de 1064,00, mientras que para los clones 393180-10, 392658-16 y 392639-41 los valores de ABCPE fueron de 136,45, 157,38, 169,38 respectivamente, siendo éstos los valores más bajos de severidad obtenidos en este piso altitudinal (cuadro 2), lo cual refleja la resistencia de los mencionados clones en situación de alta presión de inóculo, el cual fue favorecido debido principalmente a períodos de bajas temperaturas con mínima de 6,7°C y máxima de 18,0°C, y una humedad relativa de 82,9% durante el ciclo de cultivo, así mismo se muestra que el testigo Andinita, fue seriamente afectado por la enfermedad, lo que originó que el análisis estadístico estableciera diferencia entre éste y todos los clones.

Los resultados observados en el presente trabajo sustentan que existe influencia del piso altitudinal sobre el comportamiento de los clones resistentes al desarrollo de la enfermedad, tal es el caso del clon 392634-5 que en Marajabú se comportó como uno de los clones más afectados y estadísticamente igual al testigo con ABCPE de 44,36, y en Cabimbú fue de los que arrojó menores valores de AUDPC (194,47) lo que lo hace elegible como resistente. Por su parte el

mainly favored by periods of low temperatures with minimum of 6.7°C and maximum of 18.0°C, and relative humidity of 82.9% during the crop cycle, likewise, 'Andinita' control was seriously affected by disease, thus, the statistical analysis showed difference between this and the rest of clones.

The results observed in this study shows that there is influence of altitudinal range on behavior of clones resistant to disease development such as in case of clone 392634-5 that in 'Marajabú' behave like one of more affected clones and statistically equal to control with AUDPC of 44.36, and in 'Cabimbú' was one with lower values of AUDPC (194.47) that makes eligible like resistant. The clone 392639-1 in 'Marajabú' reached the lower value of AUDPC (28.64) and in 'Cabimbú' on the contrary was one of more damaged (216.13), but statistically different to control.

It is probable that environmental conditions in where these clones are tested, even if they propitiates or not the expresion of its resistant capacity, especially taking into account the values of temperature and particularly mean minimum temperature, since in 'Marajabú' case was of 11.8°C, whereas in 'Cabimbú' a mean minimum temperature of 7.4°C was registered, with high values of AUDPC, but lower than control 'Andinita'.

It has to be detached that during the essay the producer was involved on evaluation activity and of tested materials, and their appreciations in most of cases, agreed with grading system of the applied scale.

Cuadro 2. Valores de ABCPE de 11 clones y la variedad comercial Andinita en dos pisos bioclimáticos del estado Trujillo, Venezuela.

Table 2. ABCPE values of 11 clones and the commercial variety «Andinita» in two bioclimatic range of Trujillo state, Venezuela.

Marajabú				Cabimbú			
Material	N	ABCPE	Std	Material	N	ABCPE	Std
Andinita	4	86,00	39,79	Andinita	4	1064,00	634,06
392639-17	4	63,12	46,03	392658-49	4	377,61	136,07 *
392658-49	4	44,97	18,39	392639-17	4	234,27	89,68 *
392634-5	4	44,36	16,22	393258-44	4	227,81	58,51 *
393160-3	4	43,87	15,95	392639-1	4	216,13	118,50 *
393258-44	4	42,48	10,17	393160-3	4	213,31	99,63 *
392658-16	4	36,14	20,52 *	393194-1	4	198,24	70,09 *
392639-41	4	35,74	8,79 *	392634-5	4	194,47	114,30 *
393180-10	4	34,74	25,81 *	392636-9	4	192,18	76,03 *
393194-1	4	29,49	31,87 *	392639-41	4	169,38	84,57 *
392636-9	4	28,64	21,85 *	392658-16	4	157,38	65,29 *
392639-1	4	28,64	11,01 *	393180-10	4	136,45	53,17 *

Tests t de Dunnett para ABCPE, diferencias de Material contra Testigo a nivel $P < 0,05$ están indicadas por *.

clon 392639-1 en Marajabú alcanzó el menor valor de ABCPE (28,64) y en Cabimbu por el contrario fue de los más dañados (216,13), pero estadísticamente diferente al testigo.

Es probable que las condiciones ambientales en las cuales se prueban estos clones propicien o no la expresión de su capacidad resistente, especialmente si se toma en cuenta los valores de temperatura y particularmente la temperatura mínima promedio, ya que para el caso de Marajabú esta fue de 11,8°C, mientras que en la localidad de Cabimbu se registró una temperatura mínima media de 7,4°C, a lo que se le atribuye valores de ABCPE altos, pero sustancialmente más bajos que los del testigo Andinita.

Es de mencionar que durante el desarrollo del ensayo el productor colaborador se involucró en las actividades de evaluación y seguimiento de los materiales probados, y sus apreciaciones en la mayoría de los casos, coincidieron con las ponderaciones de la escala aplicada.

Conclusiones

Los clones 393180-10, 392636-9, 392639-41 y 392658-16, son los clones más idóneos a considerar en etapas subsiguientes del proceso de selección de materiales elegibles, para ser liberados posteriormente como variedades comerciales resistentes a candelilla tardía. El comportamiento en campo de estos materiales es significativamente afectado por las condiciones propias de cada sitio, se demuestra además que la manifestación de la resistencia de cada clon a candelilla tardía, está fuertemente

Conclusions

The clones 393180-10, 392636-9, 392639-41 and 392658-16, are the most appropriate for the next stages of selection process of eligible materials, to be later released like commercial varieties to late blight. Behavior in field of these materials is significantly affected by conditions appropriated to any place; it is also proved that manifestation of resistance of each clone late blight, is related to thermic oscillation and the pressure quantity of inoculum in field.

Recommendations

Essays with new materials with resistance to late blight have to be done with producers in different production regions, in order to achieve the selection of new varieties.

Acknowledgement

Authors wants to thank to the Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico. Universidad de Los Andes (CDCHT-ULA) and to the Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT). Codes NURR-C-301-02 (A) and S12002000372, respectively. Also, we express our gratitude to the Professor Dorian Rodríguez PhD, of Phytopathology Post Graduate studies, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA) and to the MSc Freddy Montero del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), by the supply of genetic material to accomplish this study.

relacionada con la oscilación térmica y la cantidad de presión de inóculo presente en el campo.

Recomendaciones

Ensayos de este tipo, con nuevos materiales con resistencia a la candelilla, deben realizarse en las diferentes zonas de producción en conjunto con los productores, a fin de lograr la selección de nuevas variedades.

Agradecimiento

Trabajo cofinanciado por el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes (CDCHT-ULA) y el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT) códigos NURR-C-301-02 (A) y S12002000372, respectivamente. Los autores desean expresar su agradecimiento igualmente al Prof. Dorian Rodríguez PhD, del postgrado de fitopatología de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA) y al MSc Freddy Montero del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), por facilitar el material genético para la realización del presente estudio. De igual modo merecen nuestro agradecimiento el Sr. Ermis Moreno en Marajabú y los Srs. Justo y Orlando Moreno en Cabimbú por la colaboración prestada para el desarrollo del presente estudio.

Literatura citada

García R. y A. García 2004. Evaluación de estrategias para el control químico del tizón tardío en dos

Also, we are grateful with to Ermis Moreno in 'Marajabú' and the Justo and Orlando Moreno in 'Cabimbú' for the collaboration for the development of this study.

End of english version

- localidades del estado Mérida. Bioagro 16(2): 77-83.
- Henfling, J. W. 1987. El tizón tardío de la papa: *Phytophthora infestans*. 2^{da} Ed. revisada. Lima, Centro Internacional de la Papa (CIP). 25. p. (Bol. de Información Técnica 4).
- Maffei M., I. Quintero y García R. 2004. Epidemiología, predicción y control químico, herramientas para el manejo integrado de candelilla tardía de la papa (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary). Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture 48:19-20.
- Rodríguez, D. Alcalá D. y Escalona F. 2008. Selección inicial de clones de papa por resistencia a candelilla tardía y rendimiento. Bioagro 20(1): 29-35.
- SAS Institute, Inc. 2008. SAS User's guide: Statistics. 9.0 Version. SAS Inst., Inc., Cary, NC. User's Guide. SAS help and Documentation.
- Shaner, G. y R. E. Finney. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox Wheat. Phytopathology 67: 1051-1056.
- Stevenson W. R., R. Loria, G. D. Franc, and D. P. Weingartner. 2001. Compendium of Potato Diseases, 2^d ed. Phytopathological Society, St. Paul, MN. pp. 28-30.
- Turkensteen, L.J. and W.G. Flier. 2002. Late blight: its global status in 2002 and beyond. Global Initiative on Late Blight Conference. Late blight: Managing the Global Threat. Hamburg. pp. 1-9.