

EVALUACION DE LA REACCION DE DIFERENTES CLONES DE PAPA A LA INFECCION POR TIZON TARDIO O QUEMA (*Phytophthora infestans*)¹

Luis Fernando Cartín*

ABSTRACT

Evaluation of the reaction to late blight (*Phytophthora infestans*) in different potato clones. Two sets of potato clones from the International Potato Center (CIP) were tested at Llano Grande, Province of Cartago, Costa Rica, under very favorable conditions for late blight development, without fungicides. Each set consisted of 23 clones. The mexican varieties Atzimba and Rosita were used as local checks.

In the Standard Set, clones 575003, 676008 and 676003 showed outstanding disease resistance; the highest yielders were 720055 (44 ton/ha) and 575010 (41 ton/ha), although these showed slightly less blight resistance. In the Additional Set, clones 575051 and 573268 were selected for high blight resistance and yield (48 and 42 ton/ha, respectively).

All selected clones were equal or superior to the presently used varieties, Atzimba and Rosita, in such characters as vigor, maturity, skin color, flesh color and tuber shape; thus they show good potential as future commercial varieties for Costa Rica. Atzimba and Rosita showed high and very high blight susceptibility and very low yields. 0.7 and 0.1 ton/ha, respectively.

INTRODUCCION

La papa es, desde el punto de vista de consumo humano y como fuente de trabajo, el principal cultivo hortícola del país; en los últimos años su producción se ha visto seriamente amenazada por los fuertes ataques de tizón tardío, conocido localmente como quema o mancha, y causado por *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary. Las variedades que en la actualidad se siembran, Atzimba y Rosita, han pasado en menos de ocho años de muy resistentes a muy susceptibles a la enfermedad, debido evidentemente a la aparición de nuevas razas fisiológicas del hongo.

Esto ha provocado una disminución del rendimiento y ha elevado los costos de producción al incrementarse, especialmente durante la época de mayo a noviembre, el uso masivo de fungicidas y la correspondiente mano de obra. Por esta razón, la investigación en este cultivo se ha dirigido hacia la búsqueda de nuevos materiales genéticos que tengan resistencia a la enfermedad y que posean adecuado valor agronómico para las condiciones costarricenses.

La necesidad de sustituir las variedades de papa, conforme aparecen nuevas razas patogénicas de *P. infestans*, es un problema común a muchos países (2,3). El Centro Internacional de la Papa (CIP), con sede en Lima, Perú, dispone de material genético resistente y cada año prepara colecciones de clones, que están disponibles a los programas nacionales para su evaluación local (4). Dos de estas colecciones fueron evaluadas durante la época lluviosa de 1976 en Costa Rica.

¹ Recibido para su publicación el 31 de marzo de 1977.

* Depto. Fitopatología, Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

Se recibieron dos lotes de semilla de papa, denominadas Grupo I y Grupo II, de la sede regional del CIP en Toluca, México. El Grupo I fue evaluado simultáneamente en 17 países del mundo; el Grupo II sólo fue distribuido en Centroamérica. Cada grupo consistía de 23 clones diferentes, incluyendo tanto variedades comerciales como material en etapas avanzadas de selección; se recibieron 20 tubérculos de cada uno, identificados únicamente con el número de entrada en la colección del CIP. Como testigos y bordes se utilizaron las dos variedades de mayor uso en el país, Atzimba y Rosita, originadas en México (1,2); sin saberlo el autor, ambas formaban parte del Grupo I.

Los materiales se sembraron el 14 de mayo de 1976 en la zona del Llano Grande, Cartago, a una altura de 1800 m sobre el nivel del mar. Durante el período hubo una precipitación total de 543 mm, con la mayor intensidad durante mayo y junio (Fig. 1), y frecuentes días nublados. La temperatura oscilaba diariamente entre 11 y 21 °C en esta época (16).

Se utilizó un block al azar, con dos repeticiones, para cada grupo. La parcela consistió en 10 tubérculos de cada clon, sembrados a 30 cm en un solo surco; hubo 70 cm entre surcos y 1 m entre repeticiones. La fertilización, al momento de la siembra, fue de 159, 477 y 159 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente. Para el control del hongo *Rhizoctonia solani*, de diversos gusanos cortadores y de "joboto" (*Phyllophaga* spp.) se aplicó al suelo PCNB, aldrín y mocap, respectivamente. Para el control de polilla (*Scrovipalpopsis solanivora*) se efectuaron atomizaciones semanales de mocap líquido. No se aplicaron fungicidas al follaje.

Las lecturas de tizón se iniciaron tres semanas después de la siembra, al aparecer las primeras lesiones, y se continuaron a intervalos semanales, durante 10 semanas. La escala usada para las lecturas fue la establecida por CIP y usada en todas sus pruebas: en ella cada parcela se ubica en un valor de 0, 3, 10, 25, 50, 75, 90, 97 ó 100 por ciento de área foliar afectada por tizón, y se califica de 1 hasta 9, respectivamente (L.J. Turkensteen, comunicación personal).

Durante el desarrollo del cultivo se calificaron aspectos agronómicos tales como germinación, vigor y madurez en relación al testigo Atzimba, así como

otras enfermedades, tales como mildiu polvoso (*Erisiphe polygoni*).

La cosecha se efectuó a los 126 días; se separó la producción de cada parcela en tubérculos de tipo comercial y no comercial, y se obtuvo el peso y número de cada tipo. Además, se calificaron varios aspectos agronómicos, tales como tipo y forma, color de la piel y de la carne y profundidad de ojos del tubérculo; en los casos en que la producción lo permitió, se estableció la gravedad específica. Se determinó también la incidencia del tizón tardío, polilla y joboto en los tubérculos.

RESULTADOS

El ataque de tizón tardío se inició desde muy temprano y fue bastante severo, como es usual en esta zona (Fig. 1). Esto permitió evaluar marcadas diferencias entre los clones de ambos grupos.

Grupo I

Como se puede observar en el Cuadro 1, desde el punto de vista de la respuesta de los diferentes clones a la infección por tizón tardío, se encontró como más tolerantes a la enfermedad los clones 575003, 676008, 676003 y 573265, siguiéndoles los clones 575010, 575048, 573270, 575001, 720060 y 720055.

En lo que respecta a la producción, los clones 720055 y 575010 ocuparon el primer lugar, a pesar de que en su reacción a tizón tardío se ubicaron en un tercer y segundo sub-grupo, respectivamente. El resto de los clones mencionados, de acuerdo al análisis estadístico, se encuentran localizados en un segundo, tercero y cuarto sub-grupo, los dos últimos difiriendo del primer sub-grupo en un 5% de significancia.

Desde el punto de vista de comportamiento agronómico general, los clones ubicados dentro de los sub-grupos a, b y c, de acuerdo al análisis (Cuadro 1), ofrecen características muy similares, y en algunos casos superiores, a las características ofrecidas por los testigos Atzimba y Rosita.

Debe hacerse notar que, aunque el clon 720055 tuvo el mejor rendimiento, reuniendo además

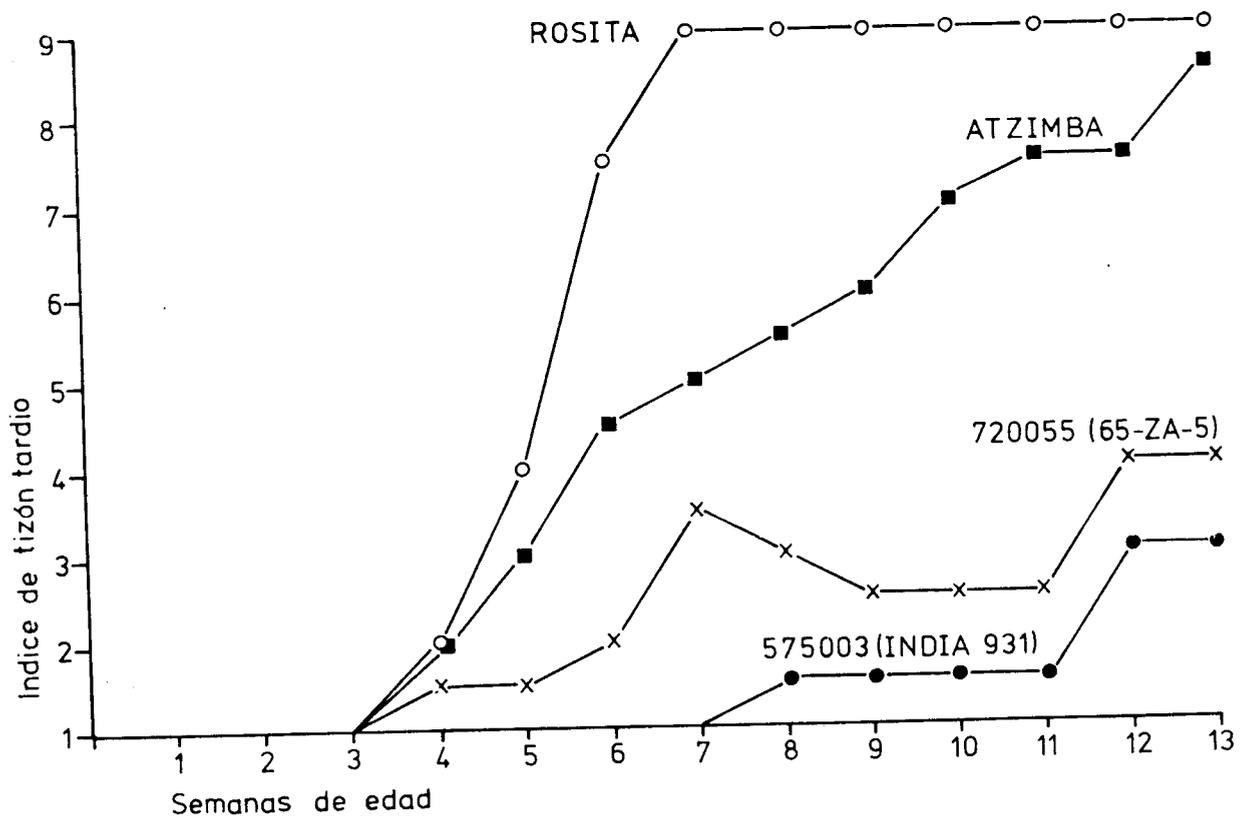
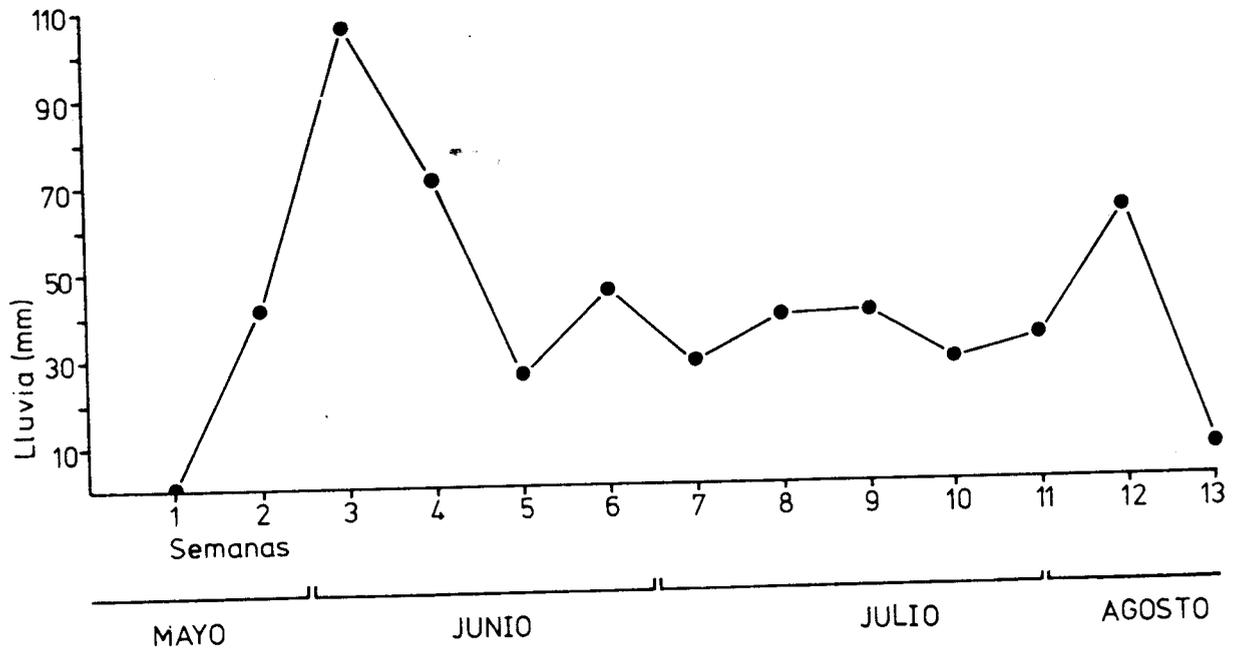


Fig. 1. Precipitación semanal durante el experimento, y desarrollo del tizón en variedades representativas de alta y baja susceptibilidad.

Cuadro 1. Comportamiento general de los clones del Grupo I durante la siembra de mayo a agosto de 1976 en Llano Grande

Número CIP	Clon otras denominaciones	Reacción a tizón tardío *	Rendimiento ton/ha.	Reacción a mildiu polvoso	Infestación de polilla ***	Vigor ****	Madurez ****	Características agronómicas		
								Color de piel	Color de carne	Forma del tubérculo
720055	65-ZA-5	2.70 abc**	44.3 a	++	15.0	+	+	Roja débil	Amarilla	Deforme
575010	India 1062	1.85 ab	40.6 a	++	31.0	+	0	Amar. débil	Blanca	Oval
575048	CCN-69-1	1.90 ab	38.7 ab	+	27.7	+	+	Amar. débil	Crema	"
575003	India 931	1.45 a	36.1 abc	+	18.3	+	+	" "	"	"
676008	India 1039	1.35 a	31.5 bcd	+	31.6	+	+	Amar. fuerte	Blanca	"
575049	CEW-69-1	2.10 ab	30.5 bcd	+	28.8	+	0	Amar. débil	"	Redondo
573265	AEX-69-1	1.40 a	30.3 bcde	++	47.7	+	0	" "	Crema	Oval
676003	CFM-69-1	1.55 a	28.7 bcdef	—	41.1	+	0	" "	Blanca	"
573270	India 852	2.45 ab	27.7 bcdef	++	44.3	+	0	" "	"	Deforme
575001	India 853	2.50 ab	25.7 bcdef	+	57.3	+	0	" "	"	Oval
720060	ARX-69-1	2.00 ab	24.6 defg	+	47.9	+	+	" "	"	"
575046	CBE-69-1	4.05 cdef	22.3 defg	—	34.2	+	0	" "	"	"
676016	CGL-69-1	3.25 bcd	21.4 defgh	—	19.0	+	0	" "	"	"
720051	64-OR-27	4.75 efg	20.6 efghi	+	42.0	+	0	" "	Crema	"
575031	NWS 66-116 x Juanita	4.35 defgh	16.8 fghij	—	33.7	+	0	Roja fuerte	"	Redondo
720047	Anita	4.00 cdef	15.4 fghij	—	7.8	+	0	Amar. débil	"	Oval
720048	Greta	4.90 efgh	14.4 fghij	—	5.3	+	0	" "	Blanca	"
676011	AKK-69-1	4.35 defg	10.7 ghijk	+	38.7	+	0	Roja fuerte	Amarilla	Redondo
676004	CFR-69-1	3.95 cde	9.3 hijk	—	19.0	0	0	Amar. débil	Crema	Oval
720054	CCU-69-1	5.00 fgh	6.9 ijk	—	18.4	+	0	" "	Blanca	Oval
676006	Murca	4.80 efgh	5.6 ijk	—	36.3	—	0	Roja fuerte	Amarilla	"
720044	Rosita	6.40 i	2.9 jk	—	10.8	0	—	Roja débil	Crema	Redondo
720045	Atzimba	6.05 hi	1.67 k	—	27.1	0	—	Amar. débil	"	Oval
LV1	Atzimba (local)	5.65 ghi	1.3 k	—	45.0			" "	"	"
LV2	Rosita (local)	7.65 j	0.1 k	—	20.0	+	+	Roja débil	"	"

* Promedio de 20 lecturas semanales, considerando las dos repeticiones del ensayo.

** Los valores dentro de cada columna que tengan una misma letra no difieren significativamente entre sí, según la prueba de Duncan.

*** Porcentaje de tubérculos atacados por la larva de *Scroviopalpopsis solanivora*.

**** Se estableció usando Atzimba local como testigo: (—) menos, (0) igual y (+) más vigor, o madurez, al cosechar.

características de color de piel y carne adecuados para Costa Rica, se le debe prestar atención en cuanto a la forma del tubérculo, en futuras evaluaciones; esto debido a que, si la deformidad del tubérculo es genética y no debida a condiciones

locales, podría tener problemas de aceptación en el mercado. Los clones que mostraron las mejores características en cuanto a vigor, madurez, forma del tubérculo, color de carne y color de piel, fueron 575048 y 575003.

Tanto en el experimento del Grupo I como en el del Grupo II, las variedades testigo, Atzimba y Rosita, y las dos mismas variedades incluídas como parte del Grupo I, ocuparon los últimos lugares, tanto en cuanto a resistencia a tizón tardío, como en cuanto a rendimiento (Fig. 2). Se debe mencionar también la alta susceptibilidad mostrada por la variedad Murca, la cual se ha estado tratando de incrementar en las zonas paperas de Cartago, ya que se le ha considerado como una variedad prometedora, al menos al comparársele con Atzimba y Rosita.

Se observa en la Figura 1 que a las siete semanas de edad del cultivo, cuando apenas se habían efectuado cinco lecturas, Rosita había muerto y Atzimba había alcanzado valores que demostraban su alta susceptibilidad a la enfermedad, en contraposición al comportamiento estable que ofreció 575003. El clon 720055, característico de los de reacción intermedia, mostró, a las 7, 11, 12 y 13 semanas, valores relativamente altos en susceptibilidad. Esta situación coincidió, primero, con las condiciones climáticas más favorables, y luego con un mayor potencial de inóculo del hongo, debido al aumento de la enfermedad en toda la zona. Otros clones de tolerancia intermedia



Fig. 2. Variedad susceptible (Atzimba) en medio de dos clones tolerantes.

mostraron una reacción similar. Es posible que, en el futuro, clones como estos podrían susceptibilizarse en forma rápida y provocar problemas similares a los de las variedades en uso actual.

Grupo II

En el cuadro 2 se puede observar el comportamiento general de los clones del Grupo II a la infección de tizón tardío, así como el rendimiento de cada uno de ellos. El clon 575051 fue el más tolerante y a la vez el más productivo de todos los clones probados. En segundo lugar se encuentra 573268, en lo que se refiere a la respuesta a tizón, si bien su rendimiento fue igual al de 575051.

Considerando tanto tolerancia como rendimiento, les siguen 575005, 575015 y 676008, pero con diferencias significativas, con respecto a los dos primeros clones, de un 5% de acuerdo a la prueba de Duncan, en una u otra de estas características.

En cuanto a las características agronómicas, se puede observar en el Cuadro 2 que el clon 575051 reúne cualidades que lo hacen ideal como candidato para sustituir a las variedades locales. Tanto su color de piel y de carne, como la forma del tubérculo, reúnen las condiciones requeridas por el mercado nacional, en el cual estas características son de especial importancia.

El clon 573268 difiere del anterior en el color de su piel, que es un poco más clara, pero es similar a Atzimba y por lo tanto sería aceptable en el mercado. Ambos sufrieron durante el último mes ataques considerables de mildiu polvoso y de polilla, aspectos que se deben tomar en consideración en futuras evaluaciones.

Los otros tres clones promisorios, a saber 575015, 575005 y 676008, manifestaron también características agronómicas similares a Atzimba; se justifica incluirlos en una nueva evaluación. Atzimba y Rosita, al igual que en el ensayo del Grupo I, mostraron una alta susceptibilidad al tizón y por ende muy bajos rendimientos (Fig. 2).

Cuadro 2. Comportamiento general de los clones del Grupo II durante la siembra de mayo a agosto de 1976 en Llano Grande.

Número	Clon		Reacción a tizón tardío *	Rendimiento ton/ha	Reacción a mildiu polvoso	Infestación de polilla ***	Vigor ****	Madurez ****	Características agrónomicas		
	CIP	otras denominaciones							Color de piel	Color de carne	Forma del tubérculo
575051	CFQ-69-1		1.45 a**	47.6 a	++	54.2	+	+	Amar. fuerte	Crema	Oval
573268	CFL-69-1		2.45 b	41.5 a	++	62.0	+	+	" "	"	"
575015	India-1124		3.15 bc	39.5 ab	+	31.4	+	0	" "	Blanca	Deforme
575005	India-980		2.05 ab	38.8 ab	+	41.4	+	+	" "	Crema	Oval
720057	CEX-69-1		3.55 cd	30.6 bc	—	41.5	+	0	Roja débil	"	Redondo
676008-1	India 1039		2.10 ab	29.1 cd	—	74.0	+	+	Amar. débil	Blanca	Oval
575002	India 921		3.25 c	28.7 cd	+	55.9	+	0	" "	"	"
575021	India 1174		4.00	26.9 cde	—	42.1	+	0	Amar. fuerte	Crema	"
575036	ABZ-69-1		3.65 cde	26.0 cde	+	27.0	+	+	Amar. débil	Blanca	"
575047	CCM-69-1		3.75 cde	25.3 cde	+	44.8	+	+	" "	"	"
676007	CDL-69-1		4.00 ef	23.4 cde	—	30.7	+	0	" "	"	"
575039	AGR-69-1		4.00 def	20.8 def	+	20.3	+	0	Roja fuerte	Crema	Redondo
720049	Montsama		4.85 g	18.3 ef	—	20.8	+	0	Roja débil	Blanca	Oval
720056	AQQ-69-1		4.90 g	13.6 fg	—	12.4	+	0	Rosa	Blanca	Redondo
720053	CFE-69-1		4.60 fg	13.5 fg	—	43.2	+	0	Amar. débil	Blanca	Oval
676009	AEN-69-1		4.35 efg	11.8 fgh	+	49.0	+	—	" "	"	"
573267	Juanita x NWS-66-75		5.70 h	7.1 ghi	—	34.2	+	0	Rosa	"	"
720046	Juanita		5.60 h	4.8 ghi	—	29.0	0	0	Roja fuerte	"	Redondo
676015	CGE-69-1		6.45 ij	2.6 hi	—	30.8	+	0	Amar. débil	"	Oval
676001	ARE-69-1		6.80 j	1.1 i	—	31.5	0	0	Roja débil	Crema	Redondo
575042	BJJ-69-1		6.85 j	1.0 i	—	13.2	0	0	Amar. débil	Blanca	Oval
676005	CFS-69-1		6.90 i	0.9 i	—	27.8	0	0	" "	"	Deforme
LV1	Atzimba (local)		5.85 hi	0.7 i	—	20.0			Amar. fuerte	"	Oval
676014	CFC-69-1		6.80 j	0.6 i	—	26.4	0	0	Amar. fuerte	"	"
LV2	Rosita (local)		7.65 k	0.1 i	—	28.6	—	+	Roja débil	Crema	Redondo

* Promedio de 20 lecturas semanales, considerando las dos repeticiones del ensayo.

** Los valores dentro de cada columna que tengan una misma letra, no difieren significativamente entre sí.

*** Porcentaje de tubérculos atacados por la larva de *Scrovipalopsis solanivora*.

**** Se estableció usando Atzimba local como testigo: (—) menos vigor; (0) igual vigor y (+) más vigor, o madurez, al cosechar.

DISCUSION

De los resultados anteriores se puede deducir que el país puede contar, en corto plazo, con una

serie de materiales genéticos de *Solanum tuberosum* que permitan sustituir las variedades actualmente en uso, ya degeneradas y de alta susceptibilidad a tizón tardío.

En el Grupo I los mejores materiales, tales como 575003, 676008 y 676003, por su alta tolerancia a tizón tardío y por sus altos rendimientos, ofrecen grandes posibilidades para su incorporación como variedades comerciales en el programa nacional de papa.

Del Grupo II, es posible disponer de varios clones, entre los cuales sobresalen 575051, 573268, 575005 y 575015, que demostraron altos rendimientos y alta tolerancia a la enfermedad. Quedó de manifiesto, a la vez, la alta susceptibilidad de las variedades de uso actual, Atzimba y Rosita, a tizón tardío, las cuales han llegado al punto de que sólo pueden dar rendimientos económicos con un plan preventivo, intensivo, de atomizaciones con fungicidas, lo cual provoca un alza considerable de los costos del cultivo. En otros países del área, Atzimba sigue siendo considerada una variedad con resistencia adecuada (1); la susceptibilidad que muestra en Costa Rica sugiere que aquí hay una mayor diversidad de razas de *Phytophthora infestans*, o al menos de las que son capaces de atacar a Atzimba. Esta ha sido la variedad predominante en este país durante los últimos ocho años. La severidad del ataque en Atzimba (50% del follaje destruido en 2 semanas) fue comparable a la que se ha descrito para la variedad susceptible Alpha en el Valle de Toluca, México (4).

Todos los clones seleccionados de ambos experimentos reúnen características agronómicas similares o superiores a Atzimba y Rosita, especialmente en lo que se refiere a color de piel y de carne y forma del tubérculo, características que son muy tomadas en consideración por los comerciantes de papa y amas de casa en Costa Rica. Desde este punto de vista, el clon que reúne las mejores características, superando incluso a las variedades locales, es el 575051. En base a estos resultados, conviene abocarse a la incorporación y multiplicación, dentro del programa nacional de semilla de papa, de estos materiales, para que en un corto plazo se pueda sustituir las variedades en uso actual.

Los resultados obtenidos indican que las condiciones ambientales de la zona de Llano Grande, fueron muy favorables para el desarrollo del tizón tardío; el ataque de tizón en las plantaciones vecinas fue severo, a pesar del uso de fungicidas. De los diferentes ensayos realizados en el mundo con el mismo Grupo I del CIP, éste fue uno de los que sufrió un ataque más severo. La precipitación fue

representativa de lo que es usual en esa zona (5); esto sugiere que la zona de Llano Grande puede seguirse usando como sitio de pruebas de resistencia a tizón tardío, con probabilidades iguales o mejores que en otros países (2,3,4). Es necesario, sin embargo, determinar cuáles son las razas de *Phytophthora infestans* que actualmente predominan en la región, sólo de esta manera se podría predecir la aplicabilidad de los resultados locales en otras regiones.

RESUMEN

En la zona de Llano Grande, Provincia de Cartago, se evaluó la reacción a la infección por tizón tardío (*Phytophthora infestans*), de dos colecciones de clones del Centro Internacional de la Papa, denominados Grupo I y Grupo II, cada uno de 23 clones. Como testigos locales se utilizaron las variedades de origen mexicano Atzimba y Rosita. No se aplicó fungicidas.

Del Grupo I sobresalieron por su tolerancia a la enfermedad los clones 575003, 670008 y 676003. En cuanto a producción los mejores fueron 720055, que ocupó un tercer lugar en tolerancia a tizón, y 575010. En el Grupo II se seleccionaron por su alta tolerancia a la enfermedad y rendimiento los clones 575051 y 573268.

Todos los clones seleccionados tienen características agronómicas como vigor, madurez, color de piel, de carne y forma del tubérculo similares o superiores a las variedades de uso actual; esto los acredita como materiales de un alto potencial como futuras variedades comerciales en Costa Rica.

Las variedades Atzimba y Rosita manifestaron alta y muy alta susceptibilidad a tizón, respectivamente. Las condiciones climáticas favorecieron el desarrollo de una epifitía severa; en un año promedio para la zona, la precipitación fue de 543 mm durante tres meses, con temperaturas entre 11 y 21 °C, características que hacen de Llano Grande un sitio adecuado para pruebas de resistencia a tizón tardío.

AGRADECIMIENTO

El autor agradece al Centro Internacional de la Papa el envío de los clones, así como su orientación técnica del trabajo. Al Ing. Oscar Hidalgo (representante del CIP México), su valiosa colaboración técnica en la realización del experimento y en la redacción del artículo. A la Sociedad El Bejuco S.A., en cuya finca se hizo el trabajo, su amplia colaboración en materiales y mano de obra.

LITERATURA CITADA

1. DELGADO, S.S. y CADENA, H.M. Efecto del virus X de la papa en el rendimiento de la variedad Atzimba. Agricultura Técnica en México 2: 391-393. 1968.
2. ESTADO DE MEXICO. Dirección de Agricultura y Ganadería. Campo Experimental Santa Elena, Resultados de 1968. Circular DAGEM No. 43, 1968. pp. 3-5.
3. GUZMAN, N. J. Naturaleza de la resistencia parcial de ciertos clones de tres especies de papa al *Phytophthora infestans* (Mont. de By) Revista ICA (Colombia) 9: 201-228. 1974.
4. LAPWOOD, D.H. Observations on blight (*Phytophthora infestans*) and resistant potatoes at Toluca, México. Ann. Appl. Biol. 68: 41-53. 1971.
5. VIVES, L. Tabulación para uso agrícola de los datos climáticos de Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1971. 222 p.