

# DETECCION DE FUENTES DE RESISTENCIA EN EL GENERO *Lycopersicon* AL ATAQUE DE *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY

Eduardo R. Guillén P.,<sup>1</sup> Jorge Galindo A.<sup>2</sup> y Oscar Brauer H.<sup>3</sup>

Rama de Genética del Colegio de Postgraduados, ENA, Chapingo, Méx.

## Sinopsis

Treinta líneas, representando germoplasma de *Lycopersicon esculentum*, *L. hirsutum*, *L. pimpinellifolium* y *Solanum pennellii*, fueron expuestas al ataque de *Phytophthora infestans* con el fin de valorar su resistencia y seleccionar progenitores para la obtención de variedades resistentes al tizón tardío. Las pruebas fueron realizadas bajo condiciones de campo, invernadero y laboratorio. El comportamiento de las líneas fue variable en las diversas pruebas, posiblemente debido a diferentes razas que participaron en las inoculaciones. Por ejemplo, la variedad W.Va 63 mostró resistencia en algunas pruebas de laboratorio, pero en el campo fue altamente susceptible. Las líneas que exhibieron la máxima resistencia fueron: *L. hirsutum*, y dos líneas derivadas de cruces entre *L. esculentum* y *L. pimpinellifolium*.

## Summary

Thirty tomato lines representing germoplasm of *Lycopersicon esculentum*, *L. hirsutum*, *L. pimpinellifolium* and *Solanum pennellii* were tested against *Phytophthora infestans*. The purpose was to select resistant material to be used in breeding programs, directed to obtain resistant varieties. The tests were performed in the field, greenhouse and laboratory. The behavior of the genetic material was variable in the various tests possibly due to the occurrence of different pathogenic races. For example, the variety W.Va. 63 showed resistance in most of the laboratory tests, but under field conditions was highly susceptible. The highest resistance was found in the line of *L. hirsutum* and two lines obtained from the cross between *L. esculentum* and *L. pimpinellifolium*.

## Introducción

La enfermedad conocida comúnmente como "Tizón Tardío" del jitomate, causada por el hongo *Phytophthora infestans* ha sido uno de los principales factores limitantes en la producción de jitomate bajo condiciones de alta humedad, o bien representa una amenaza para cultivos en áreas relativamente secas o calientes, donde ocasionalmente las condiciones climáticas llegan a ser favorables para la multiplicación del hongo. A pesar de los buenos fungicidas que se conocen actualmente para contrarrestar los efectos del tizón tardío, las medidas profilácticas a menudo resultan inefectivas por la rapidez con que se desarrolla la enfermedad y por lo difícil de aplicar fungicidas durante períodos de constante precipitación

1 Domicilio actual: Dirección General de Investigación y Control. La Aurora, Guatemala, GUATEMALA, América Central.

2 Rama de Fitopatología, Colegio de Postgraduados, E N A, Chapingo, Méx.

3 Director del C I A S, Apdo Postal No. 356, Culiacán, Sinaloa.

pluvial. Se considera, por lo tanto, que la forma ideal de resolver el problema del tizón tardío del jitomate sería principalmente mediante el mejoramiento genético, encaminado hacia la obtención de variedades resistentes.

Actualmente se tienen las variedades W.Va 63, *Surecrop* y *Gardenstate* que poseen resistencia a *P. infestans*. Sin embargo, la utilización de dichas variedades ha sido restringida debido a que no llenan muchas de las cualidades comerciales de las variedades sembradas en zonas diferentes, de donde fueron obtenidas y por la posibilidad de que su resistencia sea inoperante en áreas donde prevalecen razas del patógeno diferentes contra las cuales fueron seleccionadas. Por esta razón es conveniente continuar con la obtención de un mayor número de variedades resistentes. Para ello se requiere de una mayor diversidad de progenitores, cuya característica en común sea poseer resistencia. El presente estudio se realizó con el fin de buscar dicha diversidad de progenitores resistentes al tizón tardío.

#### *Materiales y métodos*

El material genético consistió en líneas o variedades conseguidas de West Virginia (U.S.A.), Guatemala y México. En dicho material se tuvo representación de germoplasma de *Lycopersicon hirsutum*, *L. pimpinellifolium*, *L. esculentum* y *Solanum penellii* (Cuadro 1).

La evaluación de la resistencia del material se realizó bajo condiciones de laboratorio, invernadero y campo.

En las pruebas de laboratorio e invernadero, el inóculo se tomó directamente del campo, en algunos casos de papa creciendo en el Valle de Toluca y en otros de jitomate creciendo en Chapingo. En las pruebas de campo la infección fue natural y el inóculo posiblemente llegó de las variedades de papa Alpha y Greta que se sembraron expofeso en los márgenes de las parcelas de prueba del material de jitomate.

Las técnicas de inoculación del material de laboratorio consistieron principalmente en colocar zoosporas sobre hojas previamente colocadas en cámara húmeda, las zoosporas se pusieron por medio de motas de algodón. En el caso de las pruebas de invernadero, las plantas se inocularon cuando tuvieron una edad de 80 días por medio de una aspersión de zoosporas.

El grado de resistencia se determinó por medio de una escala arbitraria de 1 al 6. La calificación de 1 fue asignada a las plantas que no mostraron ninguna lesión evidente, y el número 6 a plantas que tuvieron de 80 a 100% de destrucción de su follaje y las calificaciones de 2, 3, 4 y 5 correspondieron a grados que tuvieron hasta 20, 40, 60 y 80% de follaje dañado, respectivamente. El criterio para calificar la resistencia en las pruebas de laboratorio, fue el tamaño de la lesión que se determinó promediando el diámetro mayor con el menor. Con el fin de buscar correlación entre esporulación y tamaño de lesión, se hicieron conteos de esporangios utilizando un hematocitómetro.

## Resultados

En las pruebas de campo, la especie *Lycopersicon hirsutum* fue la que mostró la máxima resistencia con una calificación promedio de 1.2; la retrocruza (*L. esculentum* x *L. pinpinellifolium*) x (Cotaxtla 1). mostró también una resistencia sobresaliente; por otro lado, la línea (W.F 33 x *Solanum pennellii*) fue la línea más susceptible, cuya calificación promedio fue de 6.0; la variedad W.Va. 63, que hasta la fecha se considera como la variedad más resistente al tizón tardío, resultó altamente susceptible bajo las condiciones de Chapingo; su calificación promedio fue de 5.0. Los materiales antes citados corresponden a los números de registro 1, 12, 4 y 30 respectivamente. Las calificaciones promedio del resto del material puede verse en el Cuadro 2.

## CUADRO 1

Material genético de jitomate utilizado para la realización del trabajo

No. de registro	Líneas o variedades	Procedencia
1	<i>Lycopersicon hirsutum</i> (64L-2)	Cajamarca, Perú
2	<i>Lycopersicon pimpinellifolium</i> (64L-12)	Canta, Perú
3	<i>Lycopersicon pimpinellifolium</i> (64L-13)	Trujillo, Perú
4	V. F. 33 x <i>Solanum pennellii</i> (64L-23)	
5	Resist. Nemátodos 60168 (64L-24)	Holanda
6	Grand Park 63 L 10-1 (64L-33)	
7	Cotaxtla 1 (64L-41)	Veracruz, México
8	Cotaxtla 1 (diferente) (64L-41-16)	Veracruz, México
9	Norde Muskegaard II (64L-144)	Dinamarca
10	INIA XXXII 1386 No. 58 Pl. ( <i>L. esculentum</i> x <i>L. p'impinellifolium</i> (64L-51)	México
11	(64L-51) x (64L-44)	Chapingo, México
12	(64L-51) x (64L-41-16)	Chapingo, México
13	(64L-51) x (64L-41)	Chapingo, México
14	IAN-140	Guatemala
15	San Marzano	"
16	Rutgers 8828	"
17	50-9-52-A	"
18	Pearson-10	"
19	IAN-139	"
20	Grothen Globe W. R.	"
21	Marglobe	"
22	Roma	"
23	Anahú	"
24	X397-1-16-5-1 (F5)	West Virginia, E.U.
25	X395-1-15-1-1 (F5)	"
26	X385-1-4-1-4-1 (F6)	"
27	X395-1-5-1-5-1 (F6)	"
28	X383-1-1-1-1-1 (F6)	"
29	X445-1 (F2)	"
30	West Virginia '63	"

## CUADRO 2

*Resistencia mostrada por 28 líneas de jitomate sembradas en terrenos de Chapingo, Méx.*

No. de registro	Grado de resistencia*	No. de registro	Grado de resistencia
1	1.2	9	4.7
12	2.3	25	4.7
10	3.2	8	4.8
19	3.5	24	4.8
11	3.6	7	5.0
2	3.7	21	5.0
14	3.7	22	5.0
15	3.7	23	5.0
20	3.7	27	5.0
3	4.2	29	5.0
18	4.2	40	5.0
16	4.3	6	5.2
28	4.3	5	5.7
17	4.5	4	6.0

\* 1 máxima resistencia, y 6 máxima susceptibilidad.

## CUADRO 3

*Resistencia mostrada por hojas de 28 líneas de jitomate al ataque de una mezcla de esporas de P. infestans derivadas de plantas de jitomate creciendo en Chapingo, Méx.*

No. de registro	Tamaño de la lesión en cm	No. de registro	Tamaño de la lesión en cm
1	2.00 A*	19	3.16 CDEFGH
10	2.00 A	11	3.28 DEFGHI
25	2.00 A	22	3.28 DEFGHI
26	2.00 A	6	3.31 DEFGHI
28	2.00 A	3	3.34 DEFGHI
29	2.00 A	7	3.39 DEFGHI
30	2.00 A	14	3.45 EFGHI
24	2.22 AB	18	3.45 EFGHI
27	2.58 BC	4	3.46 EFGHI
2	2.73 BCD	16	3.58 FGHI
9	2.82 BCDE	12	3.60 GHI
5	2.91 CDEF	20	3.60 GHI
15	2.95 CDEFG	17	3.74 HI
8	3.05 CDEFG	13	3.87 I
23	3.14 CDEFGH	21	3.87 I

\* Los valores seguidos de una misma letra no difieren significativamente al nivel de 1%. La letra "A" agrupa la máxima resistencia y la "I" la máxima susceptibilidad.

AGROCIENCIA

C U A D R O 4

*Resistencia mostrada por hojas de jitomate al ataque de una mezcla de esporas de P. infestans derivada de plantas de jitomate al final del ataque en el campo de Chapingo, Méx.*

No. de registro	Tamaño de la lesión en cm		No. de registro	Tamaño de la lesión en cm	
1	2.27	A*			
3	2.74	AB	15	3.38	ABCDE
18	2.90	ABC	8	3.45	ABCDE
17	2.94	ABCD	21	3.46	ABCDE
27	2.98	ABCD	9	3.46	ABCDE
20	3.06	ABCD	19	3.48	ABCDE
10	3.08	BCDE	25	3.50	ABCDE
16	3.12	BCDE	30	3.56	ABCDE
14	3.19	BCDE	24	3.58	ABCDE
7	3.19	BCDE	23	3.58	ABCDE
4	3.23	BCDE	6	3.69	BCDE
22	3.25	BCDE	26	3.79	CDE
2	3.27	BCDE	29	3.94	DE
5	3.35	BCDE	28	4.12	E

\* Los valores seguidos de una misma letra no difieren significativamente al nivel de 1%. La letra "A" agrupa la máxima resistencia y la "E" la máxima susceptibilidad.

C U A D R O 5

*Resistencia mostrada por hojas de 28 líneas de jitomate al ataque de una mezcla de esporas de P. infestans derivadas de plantas de jitomate creciendo en el invernadero "La Salud", México, D. F.*

No. de registro	Tamaño de la lesión en cm		No. de registro	Tamaño de la lesión en cm	
1	0.3	A*	14	2.2	ABCD
10	1.7	A	17	2.2	ABCD
15	1.7	A	23	2.3	ABCD
30	1.8	AB	25	2.3	ABCD
16	1.9	ABC	6	2.4	ABCD
18	1.9	ABC	22	2.4	ABCD
21	2.0	ABCD	29	2.4	ABCD
24	2.0	ABCD	3	2.5	BCD
26	2.0	ABCD	4	2.5	BCD
2	2.1	ABCD	8	2.5	BCD
20	2.1	ABCD	9	2.5	BCD
27	2.1	ABCD	19	2.5	BCD
7	2.2	ABCD	28	2.6	CD
			5	2.7	D

\* Los valores seguidos de una misma letra no difieren significativamente al nivel de 1%. La letra "A" agrupa la máxima resistencia y la "D" la máxima susceptibilidad.

En las pruebas de campo en Chapingo, se pudo confirmar que el ataque de *Phytophthora infestans* ocurre primero en la papa y posteriormente en el jitomate. De las variedades de papa Alpha y Greta que se sembraron en los márgenes del lote de prueba de jitomate, la variedad Alpha fue la primera en enfermarse y cuando había sido destruida totalmente, las plantas de jitomate aún no mostraban infección. La infección de la variedad Greta ocurrió más o menos en forma simultánea a la infección en el material de jitomate. La destrucción de las plantas de jitomate fue total en casi todas las líneas, mientras que en la variedad Greta de papa los daños que causó la enfermedad no fueron de consideración.

En las pruebas de invernadero, que se realizaron en plantas de 80 días de edad, por medio de una inoculación artificial de mezcla de razas procedentes directamente de hojas de papa creciendo en el Valle de Toluca, se encontró un mayor número de material resistente que en la prueba de campo. La calificación promedio entre 1.0 a 1.5 no tuvo diferencia significativa al 1%. Las líneas que quedaron agrupadas en esta categoría de máxima resistencia fueron *L. hirsutum*, que en la prueba de campo había sido también altamente resistente, y todo el material proveniente de West Virginia, incluyendo la variedad W.Va. 63 que en las pruebas de campo había sido altamente susceptible (Cuadro 3).

Con excepción de la línea de *L. hirsutum*, todo el material genético mostró bastante variación de su resistencia cuando se le probó bajo condiciones de laboratorio con tres fuentes de *P. infestans*, Cuadros (3, 4 y 5).

La cantidad de esporangios, formados en las hojas inoculadas en las pruebas de laboratorio, fue inversamente proporcional al tamaño de la lesión.

#### Discusión

La reacción de hipersensibilidad detectada previamente por otros investigadores (1 y 2), no se puso de manifiesto en ninguna de las plantas expuestas al ataque de *P. infestans*. Quizás la razón fue que en ninguna de las pruebas se utilizó una cepa para que representara a una raza solamente; es decir, que al exponer el material genético a una mezcla de razas es difícil que se tengan genes suficientes para producir reacción hipersensible a todas ellas, de tal manera que si una raza dentro de la mezcla es capaz de atacar, cualquier reacción hipersensible quedará enmascarada por la lesión que se desarrollará en el sitio de infección.

Con base en el razonamiento anterior se considera que la resistencia detectada y valorada en el presente estudio corresponde a la comúnmente llamada, en papa, "multigénica", "cuantitativa", o de "campo", la cual fue detectada en jitomate por Gallegly y Marvel (2). Dicha resistencia está en función de los siguientes factores: a) restricción en la velocidad de crecimiento de *P. infestans* dentro del tejido de la planta huésped, b) reducción en la esporulación y c) incremento en el período de incubación. Los primeros 2 factores fueron confirmados con las pruebas de laboratorio, donde el criterio para valorar la resistencia fue el tamaño de la lesión y la cantidad de esporangios en la misma.

Es interesante hacer notar que la resistencia mostrada por algunas plantas en las diversas pruebas fue variable. Aunque ésto podría deberse a las diferentes condiciones en que se realizaron las pruebas de resistencia, es más factible que sea el resultado de la participación de varias razas patogénicas de *P. infestans*. Uno de los hechos que apoya esta idea, es el comportamiento de la variedad W.Va. 63. En la prueba de invernadero y en tres de las pruebas de laboratorio fue altamente resistente, en cambio, en la prueba de campo y en una de laboratorio fue completamente susceptible.

La susceptibilidad de la variedad resistente W.Va. 63, bajo condiciones de Chapingo, sugiere la conveniencia de que los programas de mejoramiento de jitomate del mundo, prueben la resistencia de su material en México, donde existen los grupos A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub> de compatibilidad sexual que capacitan al hongo para formar un gran número de razas patogénicas (3 y 4). Es decir, establecer un programa semejante al de papa, donde el material genético se prueba en el Valle de Toluca. En el caso de jitomate debido a su requerimiento de temperaturas más altas, se podría encontrar un lugar en el Edo. de Morelos donde cada año prevalezcan condiciones favorables para el desarrollo de tizón tardío.

Las pruebas de resistencia en hojas, tienen la ventaja sobre las pruebas de campo de que es posible determinar la reacción de la planta al ataque de varias cepas y en esa forma poder seleccionar progenitores para complementar resistencia. Por ejemplo, variedades consideradas tradicionalmente como susceptibles mostraron cierta resistencia en algunas pruebas de laboratorio, como en el caso de la var. San Marzano (Cuadro 5).

La línea de *L. hirsutum* y el híbrido *L. esculentum* x *L. pimpinellifolium*, cuyos números registro fueron 1 y 10 respectivamente, representan fuentes con una alta y amplia resistencia, por lo que deben tomarse en cuenta como progenitores básicos para derivar germoplasma de resistencia. La línea obtenida de una cruce Cotaxtla x *L. pimpinellifolium* (No. 12 en registro), parece ser también un material con alta resistencia como lo indicó su reacción bajo condiciones de campo; desafortunadamente por falta de suficiente semilla no se incluyó en la mayoría de las pruebas de laboratorio. Del resto del material varias líneas pueden también utilizarse como progenitores, con la finalidad principal de complementar su resistencia.

#### Bibliografía

1. BONDE, R. y E. F. MURPHY. Resistance of certain tomato varieties and crosses to late blight. Maine Agr. Exp. Sta. Bull. 497. 15 p. 1952.
2. GALLEGLY, M. E. y M. E. MARVEL. "Inheritance of resistance to tomato race O of *Phytophthora infestans*". *Phytopathology*. (45): 103-109, 1955.
3. GALLEGLY, M. E. y J. GALINDO A. "Mating types and oospores of *Phytophthora infestans* in nature in Mexico. *Phytopathology*. (45): 274-277, 1958.
4. ROMERO SEBASTIÁN y D. C. ERWIN. "Genetic recombination in germinated oospores of *Phytophthora infestans*". *Nature* (215): 1393-1394, 1967.