

REACCION DE GENOTIPOS DE *Capsicum* A LA INOCULACION ARTIFICIAL CON *Phytophthora capsici* L. EN COSTA RICA*

Mario Saborio Mora**
José Martí Jiménez Mora***

ABSTRACT

Forty genotypes of *Capsicum* were evaluated under greenhouse conditions in Alajuela, Costa Rica. The experiment aimed to identify sources of resistance to fungal wilt of pepper caused by *Phytophthora capsici*. The plantlets were inoculated 50 days after planting, with 2.5 ml of a zoospore suspension at a 1×10^4 zoospore/ml concentration. The evaluations were conducted at 3, 6, 9, 12 and 15 days after inoculation. The level of resistance was variable and the mortality was between 2.7 and 100%. This means that it is possible to use some of these genotypes as a source of resistance in a breeding program.

INTRODUCCION

Los chiles dulces y picantes se cultivan en Costa Rica desde tiempos precolombinos y constituyen desde entonces, junto con el maíz, frijol y ayote, un componente importante en la dieta de la población. El chile es de gran valor nutricional y se destaca por su alto contenido de vitamina C, con lo cual supera a los cítricos.

A pesar de ser el chile un cultivo ampliamente difundido en Costa Rica y existir compañías dedicadas a su procesamiento para la venta en el mercado local y para la exportación, no se ha desarrollado un programa de investigación consistente y no se cuenta con semilla de cultivares mejorados para la mayoría de los tipos, con características deseables de productividad y adaptabilidad, incluyendo resistencia a las principales enfermedades.

El género *Capsicum* (familia Solanaceae) posee entre 20 y 30 especies distribuidas por América Tropical y Subtropical. Entre ellas son reconocidas cinco especies cultivadas: *C. annum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum* y *C. pubescens*, las cuales se derivan de diferentes ancestros y centros de origen: México y Guatemala son los centros de origen de *C. annum*, la región amazónica para *C. chinense* y *C. frutescens*, Perú y Bolivia var *C. baccatum* y *C. pubescens* (Smith y Heiser 1957). Debido al patrón de dispersión de las especies, la región mesoamericana es considerada un centro de diversidad genética y por lo tanto las posibilidades de mejoramiento son amplias a partir de cultivos primitivos y razas locales (Saborio 1987, 1989).

La marchitez o pudrición basal del tallo causada por *Phytophthora capsici* es uno de los factores más limitantes para la producción de chile en el área centroamericana.

RESUMEN

Se evaluaron cuarenta genotipos de *Capsicum* en invernadero, en Alajuela, Costa Rica, buscando identificar fuentes de resistencia a la marchitez fungosa causada por *Phytophthora capsici*. Las plantas fueron inoculadas 50 días después de la siembra con 2.5 ml de una suspensión de zoosporas a una concentración de 1×10^4 zoosporas/ml. Las evaluaciones se hicieron cinco días después de la inoculación y cada cinco días hasta la quinta lectura. Se registró variación en el nivel de resistencia y la mortalidad osciló entre 2.7 y 100%, lo cual indicó que existen genotipos promisorios para su uso como fuente de resistencia en un programa de mejoramiento.

En condiciones ambientales favorables al patógeno puede causar pérdidas severas en un lapso relativamente corto. Según diagnósticos realizados en Guatemala, El Salvador y Costa Rica, *P. capsici* es el factor limitante del chile (Jiménez 1990).

El uso de cultivares resistentes es el método más adecuado para combatir enfermedades en cualquier cultivo, debido al factor económico, además que dispensa o minimiza el uso de agroquímicos y contribuye así a mantener un mejor equilibrio ecológico. Esto es más importante aún en enfermedades como la pudrición basal del chile donde el control químico no es efectivo (Heredia y Galindo 1971).

El sistema *Capsicum/Phytophthora* ha sido estudiado por varios investigadores en diferentes latitudes. En Brasil, Reifschneider y colaboradores (1986) definieron aspectos tales como el método de inoculación, efecto de la edad de la planta y concentración de inóculo, lo cual reforzó resultados reportados por Ansani y Matsouka (1984). Con relación al tipo de resistencia, Smith *et al.* (1967), Barksdale (1984) y Banja (1989) informaron de la acción de genes dominantes, no obstante, también se ha sugerido métodos de evaluación conducentes a la identificación de resistencia de tipo poligénica u horizontal (Pochard y Daubeze 1982).

Diversos trabajos han logrado identificar fuentes de resistencia genética al patógeno, en diferentes países como Brasil (Matsouka *et al.* 1984), España (Gil Ortega *et al.* 1986); India (Tamiotti y Bruatto 1986), Korea (Choi *et al.* 1984); y otros más, en donde se nota que pueden existir diferentes fuentes aprovechables, sin embargo las diferencias en

Recibido: 05/06/92. Aprobado: 07/08/92

*Trabajo presentado en la 31^a. Reunión American Phytopathological Society-CD. San José, Costa Rica, 20-23 de mayo, 1991.

**Programa de Hortalizas. Estación Experimental Fabio Baudrit. Convenio MAG-UCR. Apto 183, Alajuela, Costa Rica.

***CATIE. Área de Fitoprotección. 7170 Turrialba, Costa Rica.

metodologías no permiten conclusiones concretas y por lo tanto es preferible referirse a información generada a nivel local. Mora (1977) identificó resistencia en una línea de chile picante proveniente de México. Así mismo, Ovalle (1987), Jiménez y Bustamante (1990) y Mercado (1990) obtuvieron resultados que refuerzan la posibilidad de un programa de mejoramiento a nivel local.

El objetivo del experimento fué seleccionar plantas sobrevivientes a la inoculación artificial con *P. capsici* para ser consideradas en un programa de mejoramiento genético.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en condiciones de invernadero en la Estación Experimental Fabio Baudrit, Universidad de Costa Rica. Se utilizaron cuarenta genotipos de *Capsicum* correspondientes a diferentes especies y variedades (Cuadro 1). Las plantas se sembraron en potes plásticos individuales (30 plantas/variedad) conteniendo sustrato (tierra + materia orgánica) desinfectado con bromuro de metilo.

CUADRO 1. Identificación de las introducciones de *Capsicum* evaluadas y porcentaje de mortalidad Alajuela 1990.

| INTRODUCCION | ESPECIE | ORIGEN | MORTALIDAD (%) |
|-------------------|----------------------|------------|----------------|
| Habanero | <i>C. chinense</i> | Costa Rica | 80.9 |
| Pimentao Nacional | <i>C. annuum</i> | Brazil | 5.4 |
| Santaka | <i>C. annuum</i> | Japón | 13.3 |
| L-1105-1 | " | Costa Rica | 100 |
| L-1105-2 | " | " | 100 |
| L-1105-3 | " | " | 66.6 |
| L-1105-4 | " | " | 100 |
| TI-1 | " | " | 100 |
| TI-2 | " | " | 90 |
| TI-3 | " | " | 44.4 |
| Criollo Yas | " | " | 21.7 |
| Mil Frutos | " | " | 100 |
| 1-11 | <i>C. frutescens</i> | " | 51.4 |
| 1-15 | " | " | 74.5 |
| 1-18 | " | " | 40.5 |
| 1-23 | " | " | 57.9 |
| 1-26 | " | " | 13.3 |
| 1-31 | " | " | 15.8 |
| 1-37 | " | " | 46.3 |
| 1-47 | " | " | 58.1 |
| 1-54 | " | " | 42.5 |
| 1-57 | " | " | 24.4 |
| 1-58 | " | " | 53.8 |
| 2-2 | " | " | 42.8 |
| 2-6 | " | " | 66.6 |
| 2-12 | " | " | 65.0 |
| 2-14 | " | " | 57.0 |
| 2-16 | " | " | 69.0 |
| 2-19 | " | " | 46.5 |
| 2-31 | " | " | 71.1 |
| 2-48 | " | " | 69.2 |
| 2-63 | " | " | 81.1 |
| 3-3 | " | " | 95.8 |
| 3-11 | " | " | 89.36 |
| 3-17 | " | " | 44.7 |
| 3-22 | " | " | 83.9 |
| 3-27 | " | " | 40.5 |
| 3-28 | " | " | 18.8 |
| 3-35 | " | " | 48.7 |
| 3-52 | " | " | 57.9 |

Las introducciones "Pimentao Nacional" y "Santaka" tienen reporte de resistencia al hongo en pruebas efectuadas en Brasil (Costa, C.P. 1989. Comunicación personal). Los materiales de las series TI y L-1105 son selecciones autofecundadas de líneas experimentales introducidas de Estados Unidos. Las líneas de *Capsicum frutescens* corresponden al tipo tabasco y son materiales con dos ciclos de autofecundación y selección por el método geneológico y

con segregación para el carácter resistencia a la enfermedad. Estas líneas fueron seleccionadas en campos de producción de agricultores de la zona Atlántica de Costa Rica.

La inoculación se realizó a los 50 días después de la siembra con 2.5 ml colocados en la base del tallo con una suspensión de zoósporas a una concentración de 1×10^4 zoósporas por ml, provenientes de una mezcla de cinco aislamientos del hongo. Estos aislamientos son representativos de la región donde se realizó el estudio y son mantenidos en la colección de aislamientos del CATIE. La metodología de aislamiento del hongo y obtención de zoósporas está descrita por Mercado (1990) y ha sido utilizada por el Proyecto de Manejo Integrado de Plagas en CATIE (Turrialba, Costa Rica) en trabajos similares. El suelo utilizado presentó textura franco arcillosa y se desinfectó previamente con bromuro de metilo.

Después de la inoculación, el sistema de riego automatizado se calibró para que mantuviera humedad constante en los potes y así proveer condiciones favorables al desarrollo de la enfermedad.

Las evaluaciones se hicieron a través de cinco lecturas cada tres días, con base en el número de plantas muertas (marchitez irreversible) y se determinó el porcentaje final de mortalidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1 muestra los resultados de la lectura final que equivale al porcentaje de mortalidad. Se observó una amplia variación en la reacción de los genotipos a la inoculación. El cultivar "Habanero" mostró alta susceptibilidad. Sin embargo, es posible que en la zona de producción de chile en el trópico húmedo de Costa Rica, se encuentren germoplasmas resistentes. Los cultivares correspondientes a *C. annuum*, cuyo comportamiento se observa en detalle en el Cuadro 2 y Fig.1 (datos promedio para las líneas correspondientes a las series TI y L-1105) presentaron diferentes reacciones al patógeno. En primer lugar "Pimentao Nacional" exhibió el porcentaje de mortalidad más bajo, éste es un cultivar mejorado de Brazil y puede ser considerado como fuente de resistencia promisoría, con el único obstáculo que presenta el fruto de color amarillo a la madurez. Este carácter al ser gobernado por un gen recesivo, es factible seleccionar contra el mismo en eventuales progenies segregantes (El Hassan y Smith 1970).

CUADRO 2. Porcentaje de mortalidad de *Capsicum annuum*. Alajuela 1990.

| GENOTIPO | DIAS DESPUES DE LA INOCULACION | | | | |
|-------------------|--------------------------------|------|------|------|------|
| | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| | (%) | | | | |
| Pimentao Nacional | 0 | 0 | 5.4 | 5.4 | 5.4 |
| Santaka | 0 | 0 | 0 | 13.3 | 13.3 |
| L-1105 | 0 | 0 | 16.3 | 37.5 | 77.5 |
| TI | 1.6 | 5.5 | 21.5 | 41.9 | 97.0 |
| Mil Frutos | 0 | 10.5 | 42.1 | 52.6 | 100 |
| Criollo Yas | 0 | 0 | 13.0 | 21.7 | 21.7 |

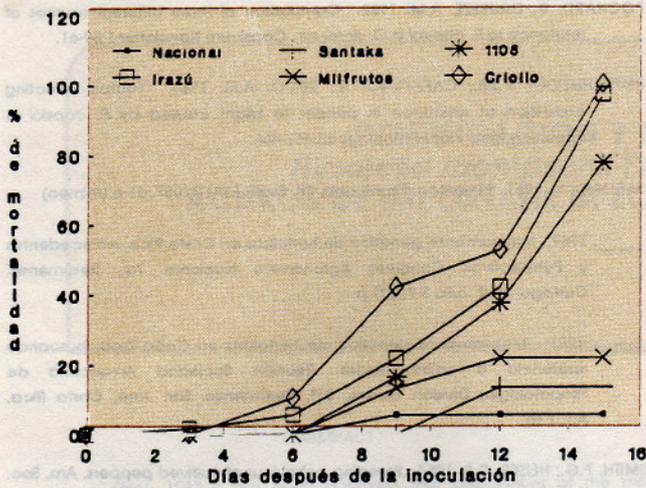


Fig.1 Reacción de genotipos de *Capsicum annum* a *Phytophthora capsici*. Alajuela, Costa Rica. 1990

El cultivar "Santaka" también presentó buen nivel de resistencia (13.3% de mortalidad) y al igual que el anterior se puede considerar como fuente de resistencia con la salvedad de que el fruto presentó alta pungencia, pero al igual que en el caso del fruto amarillo, el carácter pungencia es de herencia simple y no presentará obstáculos en el proceso de mejoramiento (Gill 1973).

Las líneas L-1105, T1 y el cultivar "Mil Frutos", presentan alta susceptibilidad (77.5; 97.0 y 100% de mortalidad). En los dos primeros su reacción puede explicarse en base a que son genotipos provenientes de programas de mejoramiento de compañías semillistas estadounidenses las cuales no han tenido como prioridad la incorporación de resistencia al patógeno en estudio. Esto indica la necesidad de trabajar en este sentido a nivel local, utilizando estas líneas introducidas como progenitores tomando en cuenta su buen comportamiento en cuanto a productividad (Moreira *et al.* 1990).

El cultivar "Mil Frutos" pertenece a una selección local derivada de un cultivar liberado hace muchos años por el entonces Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (Casseres 1978). En su época este cultivar fué un gran aporte a la horticultura nacional, pero ninguna institución ni empresa se encargó de mantener la identidad genética del mismo ó de producir semilla a nivel comercial y lo que actualmente existe son "tipos" de "Mil Frutos" manejados por agricultores. La selección incluida en este estudio se podría considerar como un progenitor aceptable asumiendo que, excepto la reacción a *P. capsici* podría mostrar buenas características de adaptabilidad, y no se descarta la existencia de otros "tipos" como el denominado "Criollo yas", el cual además de un buen nivel de resistencia, mostró otras características que lo convierten en germoplasma muy promisorio para ser incluido en un programa de mejoramiento.

Otros trabajos también han reportado niveles aceptables de resistencia en estos "tipos criollos" (Jiménez y Bustamante 1988, Mercado 1990), y confirman la importancia de tomar en cuenta el germoplasma autóctono en este

tipo de trabajos bajo la hipótesis de que la interacción de los genes de patogenicidad del hongo y los genes de resistencia del hospedante durante muchos años y su interacción con las condiciones ambientales locales debe haber generado arreglos génicos de mucho interés para el fitomejorador (Saborio 1991)

Con relación a los genotipos de *C. frutescens* se observa que hubo reacción similar dentro de familias de modo que el agrupar los datos en conjuntos de familias facilitó la interpretación (Cuadro 3, Fig 2). Cada arreglo de familias tiene un origen común (autofecundación de una planta) y las diferencias observadas confirman la variación entre plantas originales.

El porcentaje de mortalidad permite deducir que las familias del conjunto 1 podrían ser promisorias en cuanto a la selección para el carácter, lo cual no descarta la posibilidad de seleccionar plantas individuales dentro de las otras familias, siguiendo el esquema genealógico. Esta especie (*C. frutescens*) se cultiva comercialmente (tipo tabasco) y por lo tanto es justificable hacer mejoramiento para obtener cultivares superiores con buen nivel de resistencia. Por otra parte, existe la posibilidad de transferir genes hacia *C. annum*, no obstante la compatibilidad interespecífica (*C. annum/frutescens*) depende de los cultivares en particular. □

CUADRO 3. Porcentaje de mortalidad en familias emparentadas de tabasco (*Capsicum frutescens*), Alajuela 1990.

| CONJUNTOS DE FAMILIAS | | DIAS DESPUES DE LA INOCULACION | | | | |
|-----------------------|----------|--------------------------------|-----|------|------|------|
| No. | Promedio | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| (%) | | | | | | |
| 1 | 11 | 0 | 1.6 | 15.0 | 29.3 | 44.5 |
| 2 | 9 | 0.3 | 3.1 | 12.0 | 29.0 | 63.2 |
| 3 | 8 | 0 | 8.3 | 20.4 | 39.0 | 61.5 |

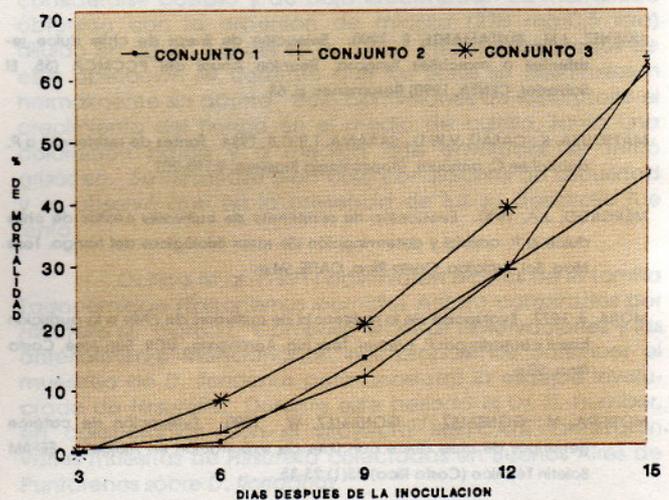


Fig. 2 Reacción de genotipos de *C. frutescens* a *P. capsici*. Alajuela, Costa Rica. 1990.

RECONOCIMIENTO

El autor principal desea expresar un reconocimiento al Ing. Agrónomo José Marfí Jiménez (q.d.d.g) por su inestimable contribución al estudio de los sistemas *Capsicum/Phytophthora* y *Lycopersicum/Pseudomonas* en Costa Rica.

LITERATURA CITADA

- ANSANI, C.V.; MATSOUKA, K. 1983. Efeito da densidade de zoosporos e idade de mudas de pimentao na infectividade de *P. capsici*. *Fitopatologia Brasileira* 8:263-275.
- BANJA, W.H. 1989. Heranca da resistencia em plantas adultas de *Capsicum annum* a *P. capsici* e teste de alelismo. Tese Mestrado. Piracicaba, Brasil, ESALQ/ USP. 63 p.
- BARKSDALE, T.H. 1984. Resistance to foliar blight and crown rot of pepper caused by *P. capsici*. *Plant disease* 68(6):506-509.
- CASSERES, E.; THOMAS, N.F. 1958. Mil frutos, una nueva variedad de chile dulce. *Turrialba* 2(3):113-115.
- CHOI, K.S.; OM, Y.H.; LEE, C.H.; LEE, J.W. 1984. Studies on varietal differences and inheritance of resistance to *P. capsici* in red peppers of Korea. *Capsicum Newsletter* 3:34-41.
- EL HASSAN, G.M. y SMITH, P.G. 1970. Inheritance of nature fruticolar in *Capsicum pubescens*. *HortScience* 5(3):174.
- GIL ORTEGA, R.; PALAZON, C.; CUARTERO, J. 1986. Response of pepper to the intravarietal selection for resistance to *P. capsici*. In VI Meeting on Genetics and Breeding on Capsicum and Eggplant. EUCARPIA, Zaragoza, Spain, Oct. 21-24. Synopses 202 p.
- GILL, K.S. 1973. Inheritance of amount of capsaicin in chilli (*C. frutescens* and *C. annum*) *Indian Journal of Agricultural Science* 43(9):839-841.
- HEREDIA, A.; GALINDO, J. 1971. Herencia de la resistencia del chile al ataque de una cepa de *P. capsici*. *Proceedings of the ASHS, Tropical Region*, 15:121-125.
- JIMENEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E. 1990. Selección de líneas de chile dulce resistentes a marchitez fungosa. Reunión Anual del PCCMCA (35, El Salvador, CENTA, 1990) Resúmenes. p. 63.
- MATSOUKA, K.; CASALI, V.W.D.; SARAIVA, T.R.C.B. 1984. Fontes de resistencia a *P. capsici* en *C. annum*. *Fitopatologia Brasileira*. 9:193-201.
- MERCADO, J.A. 1990. Evaluación de resistencia de cultivares criollos de chile dulce a *P. capsici* y determinación de razas fisiológicas del hongo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 94 p.
- MORA, B. 1977. Evaluación de la resistencia de cultivares de chile a la pudrición basal causada por *P. capsici*. Tesis Ing. Agrónomo., UCR. San José, Costa Rica. 30 p.
- MOREIRA, M.; GONZALEZ, L.; GONZALEZ, W. 1990. Evaluación de catorce genotipos de chile dulce con fines de exportación en Alajuela. *EEFBM Boletín Técnico (Costa Rica)* 23(1):23-35.
- OVALLE, W.R. 1987. Estudio de la variabilidad de *P. capsici* agente causal de la marchitez del chile y su combate por resistencia. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE 99 p.
- POCHARD, E.; DAUBEZE, A.M. 1982. Comparison of three different sources of resistance to *P. capsici* in *C. annum*. *Capsicum Newsletter* 1:59-61.
- REIFSCHNEIDER, F.J.B.; CAFE-FILHO, A.; REGO, A.M. 1986. Factors affecting expression of resistance in pepper to blight caused by *P. capsici* in screening trials. *Plant Pathology* 35:451-456.
- SABORIO, M. 1987. Pimentao. Piracicaba, SP, Brasil. ESALQ/USP. 61 p (mimeo)
- _____. 1989. Mejoramiento genético de hortalizas en Costa Rica: Antecedentes y Perspectivas. Congreso Agronómico Nacional. 7a., Resúmenes. Cartago, ITCR, Julio 3-7. 327 p.
- _____. 1991. Mejoramiento genético de hortalizas en Costa Rica, buscando resistencia a enfermedades. Reunión Sociedad Americana de Fitopatología; División Caribe, 31º, Resúmenes. San José, Costa Rica. A.C.F.sp.
- SMITH, P.G.; HEISER, C.B. 1957. Breeding behaviour of cultivated peppers. *Am. Soc. Hort. Sci.* 70:286-290.
- _____; KIMBLE, K.A.; GROGAN, R.G.; MILLET, A.H. 1967. Inheritance of resistance in peppers to *Phytophthora* root. *Phytopathology* 57:337-339.
- TAMEITI, G.; BRUATTO, R. 1986. Genetics improvement of the pepper 'Cuadrato d'astí' for the resistance in Peppers to *P. capsici*: present status. Meeting on Genetics and breeding on Capsicum and Eggplant, VI EUCARPIA, Zaragoza, Spain, Oct. 21-24. 202 p.