



---

**Enfermedades**

**Pepper  
diseases**





## BIOCONTROL DE PUDRICIÓN DE RAIZ DE CHILE POR *Bacillus spp.*, Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO EN DOLORES HIDALGO, GUANAJUATO

Raquel Guillén Cruz\*<sup>1</sup>, Francisco Daniel Hernández Castillo<sup>1</sup>, Gabriel Gallegos Morales<sup>1</sup>, Raúl Rodríguez Herrera<sup>2</sup> y Emilio Padrón Corral<sup>3</sup>

\*Correspondencia: k1\_raquela@yahoo.com

<sup>1</sup>Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

<sup>2</sup>Departamento de Investigación en Alimentos, Universidad Autónoma de Coahuila

<sup>3</sup>Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas, Saltillo, Coahuila

### RESUMEN

Los objetivos de esta investigación fueron conocer el potencial en campo de cuatro cepas de *Bacillus* y la mezcla de estas (B1, B3, B9 y B13) en el desarrollo, rendimiento y biocontrol en pudrición de raíz en el cultivo de chile. La aplicación de *Bacillus* B13 aumento el desarrollo y rendimiento de las plantas en un 33% más respecto al testigo absoluto y un 24 % más en comparación al testigo comercial. La incidencia y severidad de la enfermedad se redujo significativamente con los tratamientos de *Bacillus* B1 que presento una infección leve en las plantas; seguida de los tratamientos con *Bacillus* B13, B9, B3 y la mezcla, quienes presentaron una infección moderada en comparación al testigo comercial y el testigo absoluto que presentaron una infección al final del cultivo de moderada a severa y marchitez de toda la planta.

**Palabras clave:** *Capsicum annuum* L., *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora capsici*.

### ABSTRACT

The objectives of this research were to know the potential in field of four stumps of *Bacillus* and the mixture of these (B1, B3, B9 B13) in the development, yield and biocontrol in the root rot of pepper. The application of *Bacillus* B13 increases the development and yield of the plants in a 33% concerning the absolute control and a 24% in comparison to the commercial control. The disease incidence and severity decreased significantly with the treatments of *Bacillus* B1 that showed a mild infection in the plants; followed by the treatments with *Bacillus* B13, B9, B3 and the mixture, which expressed a moderated infection in comparison to commercial and absolute control that showed moderated to severe infection as well as wilt at the end of the experiment.

**Key words:** *Capsicum annuum* L., *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora capsici*.

### INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas fitosanitarios del cultivo de chile es la secadera de las plantas causada por *Phytophthora capsici*, patógeno que produce pérdidas del 40 al 60 % (Virgen *et al.*, 1997); sin embargo, estudios de campo indican que *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici* pueden estar involucrados en la enfermedad con presencia en la mayoría de las regiones donde se cultiva esta hortaliza (Velásquez *et al.*, 2001; Duran *et al.*, 2001). El principal control de la enfermedad se realiza con aplicación de agroquímicos; no obstante, ocasionan impacto ambiental, toxicidad al hombre, resistencia de patógenos e incremento en costos de producción. La utilización de bacterias del género *Bacillus* es una alternativa favorable en la inhibición de fitopatógenos de suelo y promoción de crecimiento en plantas (Weller, 1988; Podile y Laxmi, 1998). Existen reportes de tratamiento a semilla de chile en invernadero para control de *R. solani* y *F. oxysporum* (Casarrubias y Frías, 1992); por otro lado, se redujo el crecimiento micelial *in vitro* de *P. capsici* en jitomate (*Lycopersicon esculentum* de Mill) (Lagunas *et al.*, 2001). De acuerdo a lo anterior y considerando la pudrición de raíz como uno de los problemas del cultivo de chile, los objetivos de esta investigación fueron; evaluar en campo cepas de *Bacillus* en el



desarrollo, rendimiento y biocontrol de la pudrición en raíz en el cultivo de chile.

## MATERIALES Y METODOS

Aislamiento e identificación de los patógenos. Se colectaron muestras de suelo y se prepararon diluciones de  $10^{-5}$ , y porciones de materia orgánica desinfectadas y enjuagadas con agua destilada estéril, sembrándose en medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA) y Agar V8 (V8) e incubándose a 25 °C de tres a cinco días. La cuantificación e identificación de los patógenos a nivel de género y especie se realizó empleando las claves de Erwin y Ribeiro (1996) para *Phytophthora*, Booth (1971) para *Fusarium* y Sneh *et al.*, (1991) para *Rhizoctonia*.

Incremento e inoculación del material biológico a plantas de chile. Los aislados de *Bacillus* se incrementaron en agar nutritivo a una temperatura de 28°C por un periodo de 7 días para la producción de esporas. La suspensión de bacterias se recuperó en frascos estériles colocando 30 mL de agua destilada estéril y agitando hasta desprenderlas para obtener una suspensión de  $1 \times 10^8$  ufc/mL de cada uno de los aislados. Las plantas de chile se inocularon por inmersión en la suspensión de bacterias al momento del trasplante y se realizó una segunda aplicación a los tratamientos 20 días después del trasplante al pie de la planta. El experimento se realizó bajo un diseño en bloques al azar, con tratamientos de *Bacillus* B1, B3, B9, B13, una mezcla de estas, un testigo comercial y un testigo absoluto (sin tratamiento), cada uno con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de tres surcos a doble hilera de 6 m de largo por 1.60 m entre surcos y 30 cm entre plantas. Los datos se sometieron a análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey ( $p=0.05$ ).

Efecto de las cepas de *Bacillus* spp. en el desarrollo y rendimiento del cultivo. Se muestrearon cinco plantas de cada tratamiento a los 56 y 84 ddt para determinar el efecto en el desarrollo, las variables fueron: altura de la planta, número de flores y número de amarre de frutos. Para determinar el efecto en el rendimiento se tomó el peso fresco en cada corte de chile a los 99, 113 y 146 ddt.

Efecto de las cepas de *Bacillus* spp. en incidencia y severidad de la enfermedad. La incidencia se determinó en cada corte de chile, considerando el porcentaje de plantas enfermas que se presentaron en total de plantas del surco central por unidad experimental. La evaluación de severidad se realizó al final del cultivo, se extrajeron cinco plantas al azar del surco central en cada repetición y se utilizaron las escalas para marchitez (Ayvar, 1998) y pudrición de raíz (Ayvar, 1998) modificada por Higuera (2000), considerando la pudrición de la planta como complejo de los patógenos involucrados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aislamiento e identificación de los patógenos. Se determinó la presencia de *Phytophthora capsici* con 400 ufc/kg en el 60 % de las muestras de suelo analizadas; *Rhizoctonia solani* con 500 ufc/kg en el 40 % y una población más alta de *Fusarium oxysporum* con 2500 ufc/kg y *Fusarium solani* con 2300 ufc/kg en el 100 % de las muestras. El porcentaje de fitopatógenos fue superior a los reportados por Velásquez *et al* (2001) y Guerrero *et al*, (2004). El aumento de poblaciones de *Fusarium* con respecto a las zonas indicadas anteriormente puede ser debido al desplazamiento por competencia entre ellos como es señalado por Rahim y Sharif (1985) y Duran *et al.* (2001).

Efecto de las cepas de *Bacillus* spp. en el desarrollo y rendimiento del cultivo. A los 56 días las plantas inoculadas con *Bacillus* B13 y B3 (Cuadro 1) presentaron mayor altura en un 33 % más respecto al testigo absoluto y un 24 % respecto al testigo comercial, seguidos de los aislados de *Bacillus* B9, la mezcla de *Bacillus* y *Bacillus* B1, siendo el testigo absoluto el de menor altura.

A 84 días las plantas tratadas con *Bacillus* B13 presentaron mayor altura en un 20 % más respecto al testigo absoluto, seguida de la mezcla de *Bacillus*, *Bacillus* B1, B3 y B9 con comportamiento similar al testigo comercial y el testigo absoluto con menor altura. El mayor efecto se observó con *Bacillus* B13, lo



que indicó que esta bacteria fue capaz de estimular el desarrollo de las plantas, lo que coincide con estudios realizados anteriormente por Kloepper (1980); Van Veen *et al* (1997).

**Cuadro 1. Efecto de las cepas de *Bacillus* en el desarrollo de plantas de chile a los 56 y 84 días después de la inoculación en campo.**

Tratamiento	56 días			84 días		
	Altura (cm)	Flores	Frutos	Altura (cm)	Flores	Frutos
<i>Bacillus</i> B1	39.95 AB	3.60 A	1.25 A	61.20 AB	13.35 A	6.00 A
<i>Bacillus</i> B3	42.75 A	3.60 A	1.05 A	60.05 AB	10.70 A	5.05 A
<i>Bacillus</i> B9	41.20 AB	3.05 A	1.05 A	59.40 AB	9.59 A	4.50 A
<i>Bacillus</i> B13	43.75 A	3.50 A	1.35 A	66.40 A	14.35 A	4.90 A
Mezcla de <i>Bacillus</i>	40.90 AB	3.15 A	1.40 A	63.55 AB	12.10 A	6.00 A
Testigo comercial	35.30 AB	2.75 A	0.60 A	58.10 AB	10.45 A	5.95 A
Testigo absoluto	32.80 B	2.65 A	0.55 A	55.55 B	12.00 A	5.00 A

Los tratamientos con *Bacillus* B1 y el testigo comercial obtuvieron en el primer corte el mayor rendimiento con 144 % más en comparación al testigo absoluto, los tratamientos con *Bacillus* B13, B3, la mezcla de *Bacillus* y *Bacillus* B9 con porcentajes similares superaron al testigo absoluto (Cuadro 2). En el segundo corte el mayor rendimiento fue con *Bacillus* B1 y superó al testigo comercial en 149 % más, el resto de los tratamientos fue estadísticamente igual y finalmente el testigo absoluto con una producción menor. El mayor porcentaje en el tercer corte se obtuvo con *Bacillus* B1 que superó seis veces más al testigo absoluto y cinco veces el rendimiento en comparación al testigo comercial; los tratamientos con mezcla de *Bacillus*, *Bacillus* B9, B3 y B13 fueron estadísticamente iguales y superaron al testigo absoluto y comercial con el doble de la producción al final del cultivo.

**Cuadro 2. Efecto de *Bacillus* y productos comerciales en el rendimiento de cada corte de chile realizados a los 99, 113 y 146 días después de la inoculación.**

Tratamiento	Cortes realizados		
	1	2	3
<i>Bacillus</i> B1	4.3880 A	4.0175 A	6.6962 A
<i>Bacillus</i> B3	3.3280 AB	3.0550 AB	4.0100 B
<i>Bacillus</i> B9	2.7300 AB	2.4000 AB	4.0420 B
<i>Bacillus</i> B13	3.7900 AB	3.4113 AB	4.0100 B
Mezcla de <i>Bacillus</i>	3.1475 AB	2.8012 AB	4.3065 B
Testigo comercial	4.3900 A	2.6880 AB	1.5930 C
Testigo absoluto	1.7975 B	1.7137 B	0.5770 C

Los resultados indican que a pesar de no haber existido diferencia entre los tratamientos para la evaluación de número de flores y número de amarre de frutos, se obtuvo mayor producción en el cultivo con el uso de *Bacillus*, ya que incrementaron la producción y se vio reflejado en el peso del fruto y que es explicado también por Hallmann *et al* (1997) y Van Veen *et al* (1997). Además, no existió un efecto sinérgico en el tratamiento con la mezcla de *Bacillus*; lo que podría permitir con mezclas de organismos con diferentes modo de acción posiblemente puedan mejorar el espectro de actividad para el control de fitopatógenos (Mukhopadhyay, 1994; Yuen *et al.*, 1985; Sneh *et al.*, 1984).

Efecto de las cepas de *Bacillus* spp. en incidencia y severidad de la enfermedad. En el primer corte no se presentó incidencia estadísticamente significativa. La incidencia de plantas enfermas en el segundo



corte fue menor con todos los *Bacillus* y la mezcla de estas (Figura 2); obteniéndose una incidencia de alrededor del 16 % mientras que en el testigo absoluto alcanza el 56 % y el testigo comercial un 33 % de plantas enfermas.

**Cuadro 3. Efecto sobre la incidencia de pudrición de raíz en los diferentes cortes de chile realizados.**

Tratamiento	Incidencia					
	Corte 1		Corte 2		Corte 3	
<i>Bacillus</i> B1	2.7150	A	10.8700	C	19.5650	C
<i>Bacillus</i> B3	2.7150	A	13.0425	C	28.8050	C
<i>Bacillus</i> B9	3.8025	A	11.4125	C	20.6525	C
<i>Bacillus</i> B13	4.8900	A	11.4150	C	25.5425	C
Mezcla de <i>Bacillus</i>	3.2575	A	15.7625	C	20.1125	C
Testigo comercial	7.6100	A	33.1300	B	57.6100	B
Testigo absoluto	8.1525	A	55.9775	A	96.7400	A

Para el tercer corte todos los tratamientos con *Bacillus* fueron los de menor incidencia y no rebasaron más del 29 % mientras que el testigo comercial alcanza el 57 % y el testigo absoluto el 96 %. La severidad de la marchitez y la pudrición de raíz fue disminuida por *Bacillus* B1 (Cuadro 4) que presentó una infección leve en las plantas; seguida de los tratamientos con *Bacillus* B13, B9, B3 y la mezcla, con una infección moderada en comparación al testigo comercial y el testigo absoluto que presentaron una infección al final del cultivo de moderada a severa y marchitez de toda la planta. Esto es también reportado por Hernández *et al.* (2004).

**Cuadro 4. Evaluación de severidad en los tratamientos con *Bacillus* y productos comerciales para marchitez y pudrición de raíz en el cultivo de chile utilizando las escalas para marchitez de Ayvar (1998) y pudrición de raíz Ayvar (1998) modificada por Higuera (2000).**

Tratamiento	Severidad Marchitez		Severidad Pudrición raíz	
<i>Bacillus</i> B1	2.10	C	2.35	B
<i>Bacillus</i> B3	3.05	ABC	3.10	AB
<i>Bacillus</i> B9	3.00	ABC	3.05	AB
<i>Bacillus</i> B13	2.75	BC	2.85	B
Mezcla de <i>Bacillus</i>	2.90	ABC	3.00	AB
Testigo comercial	3.50	AB	3.25	AB
Testigo absoluto	3.85	A	3.85	A

## CONCLUSIONES

El uso de bacterias antagonistas, así como de rizobacterias promotoras de crecimiento de las plantas (PGPR), puede ser adoptado como un método de control preventivo para productores de chile en la región.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ayvar, S. S. 1998. Respuesta de 10 variedades de tomate a la infección individual y combinada de *Meloidogyne incognita* y *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Tesis de Maestro en Ciencias. Centro de Fitopatología. Colegio de Postgraduados Montecillo, Texcoco. Edo. De México. 103 p.



- Booth C. 1971. The genus *Fusarium*. Commonwealth Micological Institute. Kew, Surrey, England. 237p.
- Casarrubias, U. y Frías, G.A. 1992. Evaluación de la eficiencia de *Bacillus subtilis* para el control de la marchitez del chile en condiciones de invernadero. Memorias XIX Congreso Nacional de Fitopatología. Buenavista Saltillo, Coahuila, México. Resumen p. 166. Lagunas 2001
- Erwin C. Donald and Ribeiro K. Olaf. 1996. *Phytophthora Diseases Worldwide*. The American Phytopathological Society. (APS) St. Paul, Minnesota. 562p.
- Higuera S. V. M. 2000. Efecto de cinco especies de hongos aislados de semilla de chile (*Capsicum annuum* L.) en cinco etapas fenológicas del cultivo. Tesis de Maestro en Ciencias. Centro de Fitopatología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. Edo. De México. 79 p. Guerrero 2004
- Lagunas-Lagunas, J., Zavaleta-Mejía, E., Osada-Kawasoe, S., Aranda-Ocampo, S., Luna-Romero, L., y Vaquera-Huerta, H. 2001. *Bacillus firmus* como agente de control biológico de *Phytophthora capsici* Leo. en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Revista Mexicana de Fitopatología 19:57-65.
- Sneh Baruch, Burpee Lee, Ogoshi Akira. 1991. Identification of *Rhizoctonia* Species. Ed. APS The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. 133p.
- Weller, D.M., 1988. Biological control of soilborne plant pathogens in the rizosphere with bacteria. *Phytopathology* 26:379-407. Podile y laxmi 1998
- Yuen, G.Y., and Schroth, M.N. 1985. Reduction of *Fusarium* wilt of carnation with suppressive soils and antagonistic bacteria. *Plant Disease* 69:1071-1075. Snet 1984
- Velásquez-Valle, R., Medina Aguilar, M.M. y Luna- Ruíz, J. de J. 2001. Sintomatología y géneros de patógenos asociados con las pudriciones de la raíz de chile (*Capsicum annuum* L.) en el Norte-Centro de México. Revista Mexicana de Fitopatología 19:175-181.
- Virgen-Calleros, G., Vázquez-Vázquez, J.L., Anguiano-Ruvalcaba, G.L., Olalde-Portugal, V y Hernández-Delgadillo, R. 1997. Aislamiento de Bacterias de la Rizosfera de *Capsicum annuum* L. Antagónicas al Desarrollo de *Phytophthora capsici* Leo. Revista Mexicana de Fitopatología 15:43-47.





## SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE COLECTAS REGIONALES DE CHILE (*Capsicum annum* L.) PARA RESISTENCIA GENÉTICA A LA MARCHITEZ POR *PHYTOPHTHORA CAPSICI* EN EL CENTRO DE MÉXICO

### SELECTION AND EVALUATION OF CHILLI PEPPER REGIONAL COLLECTIONS (*Capsicum annum* L.) FOR GENETIC RESISTANCE TO *Phytophthora* CROWN AND ROOT ROT (*Phytophthora capsici*) IN CENTRAL MÉXICO

José de J. Luna-Ruiz<sup>1</sup> y Onésimo Moreno Rico<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Agropecuarias

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas

#### RESUMEN

México es centro de origen, diversidad y domesticación del chile (*Capsicum spp*), con gran diversidad genética aun inexplorada. Entre 1995 y 1998 se colectó semilla de plantas libres de marchitez en diferentes plantaciones comerciales severamente afectadas por la enfermedad en los estados de Aguascalientes, Jalisco y Zacatecas. El objetivo fue determinar si los recursos genéticos que mantienen los productores de chile a nivel regional tienen resistencia genética a *P. capsici*. En 1996 se inocularon 198 colectas en dos ocasiones (agosto y noviembre) asperjando inóculo al follaje de las plantas e incubándolas por cinco días en un invernadero con alta humedad relativa. Las 22 poblaciones colectadas en masa durante 1998 fueron inoculadas a la base del tallo e incubadas en cámara bioclimática por 13 días. Las plantas de cada colecta fueron inundadas e inoculadas a las 8 o 10 semanas de edad con una suspensión ajustada a 5000 zoosporas/ml. La severidad por marchitez fue registrada diariamente después de la inoculación (ddi) utilizando una escala de 0 a 4, donde 0 = planta sana (sin necrosis ni marchitez) y 4 = planta muerta, con necrosis generalizada (en tallo, ramas y hojas), marchitez (pérdida de turgencia en hojas) y defoliada. Las colectas mostraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) en severidad, incidencia y progreso de la enfermedad, detectándose colectas resistentes a *P. capsici* en todas las evaluaciones. La aparición de síntomas ocurrió entre 3 y 7 ddi dependiendo de la colecta de chile, del aislado de *P. capsici*, y de las condiciones de incubación. Las colectas susceptibles a *P. capsici* alcanzaron 100 % de incidencia con severidad 4 en menos de 13 ddi. Las colectas que sobrevivieron fueron trasplantadas a macetas y mantenidas en el invernadero con fertirriego para producir semilla, sin embargo, eventualmente varias plantas mostraron síntomas graduales de marchitez y muerte antes de la madurez fisiológica. Este mecanismo de respuesta a *P. capsici* ha sido corroborado en otros estudios controlados de laboratorio, invernadero y campo, y lo hemos llamado "marchitez retardada". La evaluación del germoplasma regional colectado en campo, permitió identificar 14 accesiones de chile con excelentes niveles de resistencia a *P. capsici*. A pesar de ser complementarios, la evaluación de colectas y los estudios sobre interacción entre *P. capsici* y *Capsicum annum* han resultado más confiables, consistentes y rápidos en cámara bioclimática que en invernadero y campo. Los resultados sugieren que la resistencia de campo se debe parcialmente a factores genéticos. Al parecer, la resistencia genética a *P. capsici* está en condición homocigota (fija) en pocas colectas y en condición heterocigota (segregando) en la mayoría de las colectas. La selección y autofecundación de plantas resistentes a *P. capsici* derivadas de colectas con resistencia de campo, es una alternativa para ampliar la base genética de chiles regionales y generar líneas puras con resistencia al patógeno.

**Palabras clave:** Secadera del chile, *Phytophthora capsici*, *Capsicum annum*, pudrición radicular, resistencia genética

#### SUMMARY

Mexico is center of origin, diversity and domestication of chilli peppers (*Capsicum spp*), with great unexplored genetic diversity. Seed collections of field resistant plants to crown and root rot were collected



between 1995 and 1998 in the states of Aguascalientes, Jalisco and Zacatecas from hot pepper commercial fields that were severely affected by the disease. The objective was to determine if the pepper genetic resources that maintain farmers in this region of Mexico have genetic resistance to *Phytophthora capsici*. We inoculated 198 accessions twice (in August and November of 1996) spraying inoculum on leaves of seedlings before incubating at high humidity in a greenhouse for five days. The 22 bulk populations that were collected in 1998 were inoculated at the stem base and incubated during 13 days in a bioclimatic chamber. All seedlings were water saturated and inoculated with a 5000 zoospore/ml suspension 8 to 10 weeks after planting. Disease severity was registered every day using a disease severity rate of 0 to 4 where 0 = healthy plant (no rotting, no wilting) and 4 = dead and generally rotted plant (stem, branches and leaves), with severe foliar wilting and/or defoliated. Pepper collections showed high significant differences ( $P < 0.01$ ) in severity, incidence and progress of the disease. We identified resistant accessions to *P. capsici* in all evaluations. Initial symptoms were detected between 3 and 7 dai (days after inoculation), depending on the pepper accession, *P. capsici* isolate, and incubation conditions. Susceptible accessions reached 100 % disease incidence and severity 4 in less than 13 dai. Surviving plants were transferred to larger pots, fertilized and maintained in the greenhouse for seed production, however, several transplants gradually showed typical disease symptoms and died before reaching physiological maturity. We have observed the same response mechanism to *P. capsici* in other controlled lab, greenhouse and field studies, and have called this disease reaction as "slow wilting". The evaluation of hot pepper regional germplasm have produced 14 accessions with excellent levels of genetic resistance to *P. capsici*. Evaluation of regional germplasm and host-pathogen interaction studies have been faster and more consistent using bioclimatic chamber, compared to greenhouse and field procedures, however, these procedures are complementary to each other. Our results suggest that field resistance of these pepper accessions is partially due to genetic factors. It seems that few accessions have genes for resistance to *P. capsici* in an homozygous condition (fixed); most accessions have genes for resistance in an heterozygous condition (segregating). Selection and selfing of resistant plants to *P. capsici* is an alternative to broad the genetic base of regional peppers and generate pure resistant lines.

**Keywords:** *Phytophthora crown and root rot*, *Phytophthora capsici*, *Capsicum annum*, chilli pepper selection, genetic resistance, pepper genetic resources

## INTRODUCCION

México es centro de origen, diversidad y domesticación del chile (*Capsicum spp*), con gran variabilidad genética aun inexplorada. De acuerdo con el IPGRI (1983), el género *Capsicum* cuenta con unas 22 especies silvestres y cinco especies domesticadas (*C. annum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum*, y *C. pubescens*). Cuatro de estas especies (*C. annum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, y *C. pubescens*) se cultivan y/o comercializan en México. De ellas, *C. annum* es la especie de mayor importancia económica en México y en el mundo.

En México se cultivan alrededor de 156 000 ha de chiles al año (SAGARPA, 2002) distribuidas en diferentes condiciones agroecológicas, desde el nivel del mar en las costas del Golfo de México y del Pacífico, hasta los 2500 msnm en la Mesa Central (Laborde y Pozo, 1984).

La región Centro-Norte de México (Aguascalientes, sur de Zacatecas y norte de Jalisco) contribuye anualmente con unas 3000 has de chile, predominando desde hace varios años los tipos Ancho, Pasilla, Guajillo, Mirasol y de Árbol. La semilla y planta de los diferentes tipos de chile que se cultivaban en la región hasta hace algunos años tenían orígenes diversos, y las plantaciones se caracterizaban por su amplia variabilidad fenotípica, probablemente como resultado de las altas tasas de polinización cruzada entre y dentro de los diferentes tipos y plantaciones de chile. De ahí que los recursos fitogenéticos que mantienen muchos productores en la región son importantes fuentes y reservorios de genes para los programas de mejoramiento genético y de conservación *in situ* del chile. En este sentido, Montes (2002) señala que entre 1978 y 2002 se colectaron 1900 muestras de chiles en 30 estados de la República



Mexicana. Las colectas fueron principalmente de chiles criollos y muy pocas de chiles silvestres. El mismo autor reporta que se han caracterizado 2200 accesiones y hasta el año 2002 se conservaban 3400 accesiones en dos estaciones experimentales del INIFAP (Celaya, Gto. y Chapingo, Mex.). Es importante recalcar que los tipos y poblaciones criollas que mantienen ciertas comunidades campesinas en México representan buena parte de la base o pool genético del género *Capsicum*.

Sin embargo, en años recientes se han introducido en la región Norte-Centro algunas variedades mejoradas de chiles no tradicionales (Ej. tipo húngaro), junto con híbridos de chile ancho que al parecer han respondido favorablemente a las demandas del mercado y se han adaptado adecuadamente a los sistemas productivos emergentes con acolchado plástico y cintilla, a raíz de las políticas sobre el uso eficiente del agua en Aguascalientes. Desafortunadamente, las variedades mejoradas de reciente introducción han sido poco efectivas para resistir las infecciones de *Phytophthora capsici* y otros patógenos de la raíz que causan la marchitez o secadera del chile, enfermedad que año tras año genera grandes pérdidas en la producción y calidad del chile a nivel regional.

El presente estudio tuvo como objetivo, determinar si los recursos genéticos que mantienen los productores de chile a nivel regional tienen resistencia genética a *P. capsici*.

## MATERIALES Y METODOS

Entre 1995 y 1998 se colectó semilla de plantas libres de marchitez en diferentes plantaciones comerciales severamente afectadas por la enfermedad. Las colectas de semilla se realizaron en el estado de Aguascalientes, norte de Jalisco y sur de Zacatecas. En 1996 se colectaron 198 accesiones y en 1999 se colectaron 23 poblaciones.

Las 198 colectas de 1996 fueron inoculadas a razón de cinco plantas por colecta (total 990 plantas) en dos ocasiones (agosto y noviembre). La inoculación se realizó asperjando abundante inóculo al follaje de las plantas e incubándolas por cinco días dentro de un invernadero con alta humedad relativa. La alta humedad relativa fue proporcionada al colocar la charola con plantas, previamente saturadas de agua, dentro de una bolsa de polietileno saturada con aire.

Las plantas de cada colecta fueron evaluadas en base a sobrevivencia y trasplantadas a macetas con sustrato estéril a los 10 días después de la inoculación (ddi) con el fin de producir semilla autofecundada.

Cuadro 1. Escala de Severidad de la Marchitez en pimiento

SEVERIDAD	NECROSIS	GRADO DE MARCHITEZ
0	Ausente	Hojas, ramas, tallos y frutos turgentes
1	Posible necrosis en la base del tallo	Perdida ligera de turgencia en las hojas
2	Necrosis en el tallo	Perdida avanzada de turgencia foliar y/o caída de hojas maduras
3	Necrosis en tallo y ramas	Perdida severa de turgencia en hojas jóvenes y defoliación
4	Necrosis generalizada en tallo, ramas, hojas y frutos	Marchitez y/o defoliación generalizada

Las 23 poblaciones provenientes de plantas libres de marchitez que fueron colectadas en 1998 y 1999 germinaron y produjeron plántulas vigorosas, con excepción de la población 10. Las 22 poblaciones viables fueron inoculadas a razón de tres plantas por colecta cuando estas alcanzaron las 10 semanas



de edad. La inoculación fue realizada aplicando 5 ml de suspensión de un aislado regional (ZAC-5). La suspensión fue ajustada a 5000 zoosporas/ml antes de su aplicación.

Después de inoculadas, las plantas fueron incubadas con exceso de humedad en cámara bioclimática a  $26 \pm 3$  °C por 13 días con régimen diario de 12 horas luz y 12 horas oscuridad. Cada planta fue evaluada a los 0, 6, 10 y 13 ddi considerando una escala de severidad de 0 a 4 (Cuadro 1).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos a partir de las 198 colectas de 1996 se muestran en los cuadros 2a, 2b, 3a y 3b. Los resultados a partir de las 22 poblaciones colectadas en 1998 y 1999 se presentan en la Figura 1.

En general, las colectas mostraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) en severidad, incidencia y progreso de la enfermedad, detectándose colectas resistentes a *P. capsici* en todas las evaluaciones.

La sobrevivencia de plantas inoculadas en agosto de 1996 fue del 39 % (383 plantas) en etapa de plántula de las cuales el 2% (16 plantas) llegaron a la etapa de madurez (Cuadro 2a). El 84% (166) de las 198 colectas sobrevivieron la inoculación en plántula, pero solo el 6 % (11 colectas) sobrevivió hasta la madurez (Cuadro 2b).

Las mismas 198 colectas mostraron mayor sobrevivencia cuando se inocularon en noviembre del mismo año (Cuadros 3a y 3b)

Las evaluaciones de 1996 permitieron detectar 11 colectas o accesiones de Chile con excelentes niveles de resistencia a *P. capsici*. Las 11 colectas que sobrevivieron la inoculación fueron autofecundadas con el fin de fijar la resistencia a *P. capsici* y obtener semilla de cada accesión.

Los resultados de 1999 mostraron una interacción Colecta x Día altamente significativa ( $P < 0.01$ ). La incidencia (% de plantas sintomáticas) fluctuó entre 0 y 100 % con severidades de cero a cuatro. Aunque la enfermedad aumentó con el tiempo, las tasas de incidencia y severidad fueron significativamente diferentes entre colectas ( $p < 0.01$ ). Estos resultados pueden apreciarse claramente en la Figura 1.

Quince de las 22 colectas o poblaciones (68 %) mostraron al menos una planta resistente (severidad = 0) a los 13 ddi. Dos colectas (9 % del total) mostraron resistencia en todas sus plantas (Colectas 7 y 8). Los resultados sugieren que la resistencia observada en campo se debe parcialmente a factores genéticos. Al parecer, la resistencia a *P. capsici* está en condición homocigota (fija) en pocas colectas (9 %) y en condición heterocigota (segregando) en la mayoría de las colectas (59 %).

En general, la aparición de síntomas ocurrió entre 3 y 7 ddi dependiendo de la colecta de Chile, del aislado de *P. capsici*, y de las condiciones de incubación. Las colectas susceptibles a *P. capsici* alcanzaron 100 % de incidencia con severidad 4 en menos de 13 ddi.

Al igual que en 1996, las colectas que sobrevivieron la inoculación en 1999 fueron trasplantadas a macetas y mantenidas en el invernadero con fertirriego para producir semilla autofecundada, sin embargo, eventualmente varias plantas mostraron síntomas graduales de marchitez y muerte antes de la madurez fisiológica. Este mecanismo de respuesta a *P. capsici* ha sido corroborado en otros estudios controlados de laboratorio, invernadero y campo, y lo hemos llamado "marchitez retardada".

La evaluación del germoplasma regional colectado en campo, permitió identificar 14 accesiones de Chile (11 en 1996 y 4 en 1999) con excelentes niveles de resistencia a *P. capsici*. A pesar de ser complementarios, la evaluación de colectas y los estudios sobre interacción entre *P. capsici* y *Capsicum*



*annum* han resultado mas confiables, consistentes y rápidos en cámara bioclimatica que en invernadero y campo.

La selección y autofecundación de plantas resistentes a *P. capsici* derivadas de colectas con resistencia de campo, es una alternativa para ampliar la base genética de chiles regionales y generar líneas puras con resistencia al patógeno.

**Cuadro 2a. Supervivencia de plantas durante la primera prueba de inoculación**

Total de plantas inoculadas	Etapa de sobrevivencia	
	Plántula	Madurez
990	383	16
100 %	39 %	2 %

**Cuadro 2b. Supervivencia de colectas durante la primera prueba de inoculación**

Total de colectas inoculadas	Etapa de Supervivencia	
	Plántula	Madurez
198	166	11
100 %	84 %	6 %

**Cuadro 3a. Supervivencia de plantas durante la segunda prueba de inoculación**

Total de plantas inoculadas	Etapa de Supervivencia	
	Plántula	Madurez
990	285	163
100 %	29	16

**Cuadro 3b. Supervivencia de colectas durante la segunda prueba de inoculación**

Total de colectas inoculadas	Etapa de Supervivencia	
	Plántula	Madurez
198	136	102
100 %	69 %	52 %

## CONCLUSIONES

Existe buen potencial para resistencia genética a *P. capsici* en los recursos genéticos regionales de Chile. A la fecha se han identificado 14 accesiones prometedoras por su resistencia a *P. capsici*. La gran variabilidad genética presente en cultivares de muchos productores representa una fuente de genes muy importante aun sin explorar.

## BIBLIOGRAFIA

Heiser, C.B. 1995. Peppers *Capsicum* (Solanaceae), p. 449-451, In J. Smartt and N. W. Simmonds, eds. Evolution of crop plants, 2nd ed. Longman, London.

IBPGR. 1983. Genetic resources of *Capsicum*. International Board for Plant Genetic Resources. AGPG/IBPGR/82/12. Rome, Italy. 49 p.

Laborde C., J. A. y O. Pozo C. (Comp.) 1982. Presente y pasado del Chile en México. Publicación especial No. 85. INIA. México. 80 p.



Montes, H. S. 2002. Genetic resources of chile (*Capsicum* spp) in Mexico Proceedings of the 16th International Pepper Conference, Tampico, Tamps, Mexico

SAGARPA. 2002. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

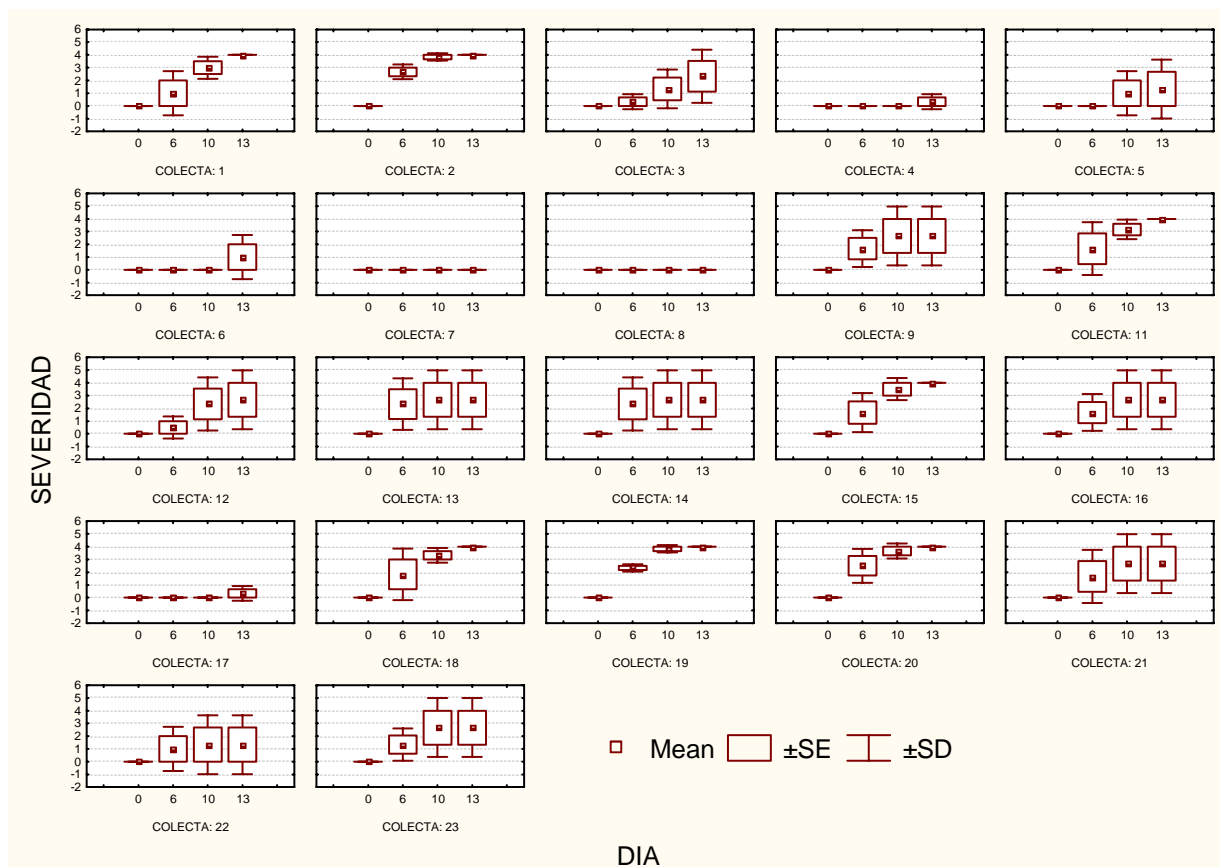


Figura 1. Respuesta de 22 colectas regionales de Chile a *Phytophthora capsici*.



## RESISTENCIA A GEMINIVIRUS EN COLECTAS DE CHILE HABANERO EN YUCATÁN

Díaz-Plaza R.<sup>1\*</sup>, Avilés-Baeza W<sup>1</sup>, Trujillo-Aguirre J<sup>2</sup>

<sup>1</sup> INIFAP, CIR-Sureste, Campo Experimental Mocochoá. diaz.raul@inifap.gob.mx.

<sup>2</sup> INIFAP, CIR-Sureste, Campo Experimental Uxmal.

### RESUMEN

En el año del 2003 se evaluó la resistencia a geminivirus de 34 líneas de Chile habanero (dos de ellas ya caracterizadas como resistentes a geminivirus en el 2001), en dos ensayos, uno en el Campo Experimental (C.E.) Uxmal y el otro en el C.E. Mocochoá, ambos pertenecientes al INIFAP. Los ensayos se llevaron a cabo en el periodo Otoño-Invierno, época de mayor incidencia de mosca blanca en la localidad. Las evaluaciones se realizaron a cielo abierto para inducir infecciones naturales. En el C.E Uxmal la severidad



de la enfermedad fue del nivel 4 (en una escala del 1 al 4) lo que ocasionó que se perdieron todos los materiales; mientras que en el C.E. Mocochoá, la incidencia de mosca blanca y geminivirus fue menos severa, detectándose al menos 5 materiales que se comportaron como resistentes a las virosis. En la localidad de Uxmal se cuantificaron hasta 120 moscas por planta, lo cual indujo una mayor incidencia de geminivirus que en la localidad de Mocochoá, sobre todo de **TYLCV**, situación que podría haber roto la característica de resistencia de los materiales que con anterioridad se habían caracterizado como resistentes, evento que deberá ser evaluado en un futuro. Los principales virus detectados fueron el **PHV**, **TYLCV** y **PepGMV**, además de otro geminivirus que aun no se ha caracterizado. Los virus de ARN no se consideran de importancia en la entidad, ya que se detectaron solamente en maleza.

**Palabras clave.** Chile habanero, Resistencia genética, geminivirus.

## ABSTRACT

34 habanero lines were evaluated for geminivirus resistance during 2003 (two of them already characterized as geminivirus resistant in 2001), in two trials located in the Experiment Stations of Uxmal and Mocochoá (belonging to INIFAP). Trials were carried out during the fall-winter season because the high whitefly incidence. Evaluations were made up under field conditions to induce natural infection. In Uxmal the disease severity was level 4 (in a 1 to 4 scale) and all the pepper materials were lost while in Mocochoá the incidence of whitefly and geminivirus was lower and 5 pepper materials were resistant to geminivirus. In Uxmal were counted up to 120 whiteflies per plant which is responsible for higher geminivirus incidence than Mocochoá, overall TYLCV. High pest incidence could broke the resistance of these pepper materials that in past evaluations were resistant; this event should be evaluated in the future. The main viruses detected were PHV, TYLCV and PepGMV besides other geminivirus not characterized yet. ARN viruses are not considered of importance in the state because they were found only in weeds.

**Key words:** Habanero pepper, Genetic resistance, geminiviruses

## INTRODUCCIÓN

El tomate y chile son las principales hortalizas cultivadas en Yucatán. A finales de 1988 se logró la cifra record de superficie cultivada con estos cultivos, donde, de las 4 690 hectáreas que se sembraron con hortalizas, 1 376 fueron de tomate y 1 089 de chile. Según los reportes del Distrito de Desarrollo Rural 178 de la SAGAR, en el ciclo primavera-verano 89-89 se logró una producción de tomate de 2 248 toneladas y un valor de 2 529 millones de pesos, mientras que en el siguiente ciclo agrícola la producción del mismo cultivo fue de 2 173 toneladas y un valor de 1 850 millones de pesos.

A finales de 1989 una enfermedad dañó la horticultura de la zona, representando la pérdida del 52% de la superficie sembrada en el ciclo agrícola 89-90. En el siguiente ciclo, la situación no cambió mucho, ya que de la superficie sembrada de tomate solo se logró cosechar el 43%. La disminución promedio en los rendimientos de chile habanero fueron de un 30% en el sur y de un 55% en el norte de Yucatán. Sin embargo el daño más fuerte en este cultivo, es que el germoplasma se ha estado perdiendo ya que tradicionalmente el productor utiliza semilla criolla para las nuevas plantaciones, y debido a la epifitía en muchos casos el productor no pudo recuperar producto para la obtención de semilla. Las pérdidas causadas fueron de tal magnitud que en el ciclo 91-92 prácticamente no se sembró chiles o tomate en el estado de Yucatán.

Aunque en la actualidad no se cuenta con datos precisos sobre las pérdidas que aún se originan de las virosis transmitidas por mosca blanca causantes de la epifitía, se sabe que la incidencia de la enfermedad aun es elevada y está causando pérdidas importantes a los cultivos de tomate y chile. Estudios recientes (Julio 2001, aun no publicados, llevados a cabo por INIFAP-CINVESTAV Irapuato) llevados a cabo en la península muestran que la incidencia llega a ser del 95% de plantas afectadas en varias regiones de la península apreciándose pérdidas considerables en estos cultivos.



Para 1998 se pudo definir que al menos se encontraban presentes dos geminivirus en la región, el Virus Huasteco del Chile (**PHV**) y el Virus Mosaico dorado del Chile (**PepGMV**), ambos transmitidos por mosca blanca. Posteriormente el CINVESTAV-Irapuato, reanalizaron muestras colectadas en 1996 y 1997 mediante PCR e hibridación molecular. Los resultados fueron positivos para los virus anteriormente detectados, sin embargo también se detectaron otros dos geminivirus, el Virus Mosaico Dorado del Frijol (**BGMV**) y el Virus del Enrollamiento de la Hoja del Tomate (**TYLCV**), este último geminivirus ya había sido detectado en Cuba, Florida, Republica Dominicana, Europa e Israel, causando severas pérdidas en diferentes cultivos, además se ha detectado que puede desplazar a virus nativos, por lo que debemos tomar muy en cuenta su presencia en la Península de Yucatán.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ensayos de evaluación de resistencia

Se usaron materiales de chile habanero del banco de germoplasma del CIR-Sureste. En el C. E. Uxmal se evaluaron 27 líneas y en el C.E. Mocochoá 34. En ambas localidades el ensayo se estableció a cielo abierto en el ciclo Otoño-Invierno, fechas en las que se presentan las poblaciones más altas de mosca blanca, por lo tanto las incidencias de virus más elevadas, y para asegura la presencia de la enfermedad, en el cultivo no se realizaron aplicaciones para el control del insecto. Las líneas se establecieron en un diseño experimental de bloques completamente al azar, en tres repeticiones. La parcela útil consistió en 30 plantas por línea.

### Detección de geminivirus

Dos semanas después de detectar plantas infectadas, se colectó material de las mismas y de algunas asintomáticas para detectar los virus presentes. Primero se extrajo el ADN viral mediante la técnica Dellaporta modificada por Ascencio et al, este ADN se usó para realizar las detecciones mediante PCR. Se usaron Oligos específicos para la amplificación de PHV, PepGMV y TYLCV, dichos oligos fueron donados por el CINVESTAV-Irapuato. La incidencia y severidad de la enfermedad se evaluó cada mes. La severidad se cuantificó mediante una escala arbitraria del 1 al 5, donde: **1.-** Sana, **2.-** Hojas cloróticas, poco enchinamiento, **3.-** Enchinamiento fuerte y achaparramiento ligero, **4.-** Virosis general, enchinamiento severo y achaparramiento ligero, **5.-** Virosis general, enchinamiento severo y acaparramiento severo, planta improductiva.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Localidad C.E. Uxmal

Durante este ciclo se presentó una infestación alta de mosca blanca (**Bemisia Tabaci Genn**) la cual ha afectado severamente las plantaciones del C.E. Uxmal, y sus alrededores ocasionando perdidas significativas a los productores.

El lote se estableció en campo el 26 de febrero del 2003. En el cuadro 1 se enlistan los materiales que fueron establecidos en el C.E. Uxmal, así como su respuesta a las virosis y su rendimiento, expresado en gramos por planta. Se aprecia que en todos los casos la severidad alcanzó casi su máximo nivel, o sea que prácticamente no se obtiene producción.

Como ya se comentó en este ciclo la incidencia de mosca y virus es muy alta, por lo que es un periodo de alta presión de selección para las líneas.

El desarrollo de la plantación fue severamente afectado reduciéndose el número de plantas de cada una de las variedades por la presencia de mosca blanca, iniciando desde el trasplante un proceso de infección en la planta lo que no permitió el desarrollo de la misma.



### Localidad C.E. Mocochoá

El 25 de enero del 2003 se estableció el lote en el C.E. Mocochoá. En total se evaluaron 34 materiales (27 provenientes del C.E. Uxmal y 7 recuperados por el C.E. Mocochoá, de los cuales uno ya ha sido evaluado en el C.E. Celaya contra resistencia a **PHV** y **PepGMV**, el UX-1), los cuales todos se autofecundaron y se comenzó a caracterizar uno de los materiales más avanzados, la SMH-1. Los materiales se mantuvieron sin control de mosca blanca para caracterizar su resistencia a infecciones naturales de los virus transmitidos por este vector, sin embargo la incidencia del mismo fue baja en la zona del C.E. Mocochoá en comparación a la detectada al C.E. Uxmal y el sur del estado, por lo que, a diferencia de la otra localidad (Uxmal) se detectaron varios materiales que no mostraron niveles altos de la enfermedad (nivel 1), todos los demás se comportaron como nivel intermedio (nivel 2 o 3), excepto uno que se comportó como muy susceptible. Por lo que estos resultados se deberán corroborar en ensayos posteriores.

En la localidad de Uxmal se cuantificaron hasta 120 moscas por planta, lo cual indujo una mayor incidencia de geminivirus que en la localidad de Mocochoá (incidencia de 5 moscas por planta), sobre todo de TYLCV, situación que podría haber roto la característica de resistencia de los materiales que con anterioridad se habían caracterizado como resistentes, evento que deberá ser evaluado en un futuro. Es importante mencionar que dos de los materiales aquí evaluados ya se habían infectado y caracterizando como resistentes a geminivirus en el 2001, sin embargo en ese año el TYLCV aun no se había establecido en toda el área hortícola del Estado (se detectó en muestras de 1996) por lo que no se infectaron dichos materiales con este virus. A la fecha, este virus es uno de los de mayor incidencia, cambiando la interacción patógeno-huésped, ya que ahora al menos son tres los geminivirus presentes en la península de Yucatán, a los cuales se les debe buscar fuentes de resistencia.

### CONCLUSIONES

1. Se detectaron materiales que se comportan como resistentes, bajo las condiciones de la localidad de Mocochoá.
2. Es importante realizar nuevas evaluaciones de los materiales para establecer si los materiales que se comportan como resistentes en la localidad de Mocochoá, se comportan de igual forma en condiciones de alta incidencia de la enfermedad.
3. Los principales virus detectados fueron: el PHV, TYLCV y PepGMV.

### BIBLIOGRAFÍA

- Ascencio I.J.T., Díaz P.R., Méndez L.J., Monsalve F.Z.I., Arguello A.G.R y Rivera B.R.F. 1999a. Detección del virus del enrollamiento de la hoja del tomate (TYLCV) en Yucatán, México. Resumen. XXVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología y X Congreso de la Asociación Latinoamericana de Fitopatología. 27 de Sep. al 1 de Oct. Guadalajara, Jalisco. P. 263.
- Ascencio I.J.T., Díaz P.R., Méndez L.J., Monsalve F.Z.I., Arguello A.G.R y Rivera B.R.F. 1999b. First report of Tomato Yellow Leaf Curl Geminivirus in Yucatán, México. *Plant Disease*. Vol 83, 12:1178.
- J. T. Ascencio-Ibáñez, Z. I. Monsalve-Fonnegra, M.B. Pruna-Camacho, R. Díaz-Plaza y R. F. Rivera-Bustamante. 1999. Los Geminivirus. *Revista Mexicana de Fitopatología*. Vol 17, # 2: 114-127
- Brown, J.K. and Poulos, B.T. 1990. Serrano golden mosaic virus: a newly identified whitefly-transmitted geminivirus of pepper and tomato in US and Mexico. *Plant Disease*, 74:720.
- Díaz P.R., Avilés B.W., Torres P.I. and Rivera B.R. 1998. Temporal Distribution of Geminivirus in north Yucatan, Mexico. Abstract. International Workshop on Bemisia and Geminiviruses. San Juan, Puerto Rico. June 7-12. p. 38.
- Díaz P.R., Méndez L.J., Peña R.R., Avilés B.W., Ascencio I.J.T., Monsalve F.Z.I. and Rivera B.R.F. 2001<sup>a</sup>. Epidemiology of tylcv and other geminiviruses in Yucatán peninsula, Mexico. 3er International Geminivirus Symposium: A meeting on plant single-stranded DNA viruses and their insect vectors. John Innes Centre, Norwich, Norfolk, U.K. on 24-28 July.



No	Genealogía	Origen	LOCALIDAD UXMAL	LOCALIDAD MOCOCHÁ
1	PRH 1-1	Uxmal 02	4/124	3/540
2	PRH 2-1	Uxmal 02	4/99	3/400
3	PRH 3-1	Uxmal 02	4/100	3/645
4	PRH 4-1	Uxmal 02	4/75	2/800
5	PRH 5-1	Uxmal 02	4/76	3/506
6	PRH 6-1	Uxmal 02	4/120	3/602
7	PRH 7-1	Uxmal 02	4/129	3/700
8	PRH 8-1	Uxmal 02	4/109	1/900
9	PRH 9-1	Uxmal 02	4/78	2/789
10	PRH 10-1	Uxmal 02	4/122	3/721
11	PRH 11-1	Uxmal 02	4/156	3/800
12	PRH 12-1	Uxmal 02	4/122	3/721
13	PRH 13-1	Uxmal 02	4/99	4/222
14	PRH 14-1	Uxmal 02	4/102	3/756
15	PRH 15-2	Uxmal 02	4/100	3/666
16	PRH 16-2	Uxmal 02	4/90	2/876
17	PRH 17-1	Uxmal 02	4/99	3/689
18	PRH 18-1	Uxmal 02	4/122	3/767
19	PRH 19-1	Uxmal 02	4/145	3/800
20	PRH 20-1	Uxmal 02	4/140	3/699
21	PRH 21-2	Uxmal 02	4/122	3/603
22	PRH 22-1	Uxmal 02	4/140	4/200
23	PRH 23-1	Uxmal 02	4/190	1/1232
24	PRH 24-2	Uxmal 02	4/98	3/786
25	Sel Planta virosis	Uxmal 02	4/99	4/123
26	Sel planta sana.	Uxmal 02	4/101	2/876
27	SMH-1	Recuperación	4/133	1/920
28	SMH-1	Autofecundación	-	2/876
29	SMH-1	Autofecundación	-	1/980
30	SMH-1	Autofecundación	-	1/1002
31	SMH-1	Autofecundación	-	2/800
32	SMH-1	Autofecundación	-	2/900
33	SMH-1	Autofecundación	-	2/920
34	SMH-1	Autofecundación	-	2/799

Escala usada para la calificación de la severidad de virosis: **1.-** Sana, **2.-** Hojas cloróticas, poco enchinamiento, **3.-** Enchinamiento fuerte y achaparramiento ligero, **4.-** Virosis general, enchinamiento severo y achaparramiento ligero, **5.-** Virosis general, enchinamiento severo y acaparramiento severo, planta improductiva

**CUADRO 1- Respuesta a geminivirus/rendimiento promedio por planta (gr) en líneas de Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacqj). Ciclo P-V 2003**



- Díaz P.R., Avilés B.W., Méndez L.J., Peña R.R. y Rivera B.R.F. 2001b. Hospederas silvestres de geminivirus en la península de Yucatán. XXXVI Congreso Nacional de entomología y XXVIII Congreso Nacional de Fitopatología. 15 al 18 de julio, Queretaro, Qro.
- Garzon, T.J.A., Torres, P.I., Ascencio, I.J.T., Herrera, E.L. and Rivera, B.R.F. 1993. Inoculation of peppers with infectious clones of a new geminivirus by a biolistic procedure. *Phytopathology*, 83:514-521.
- Garrido R.E.R. and Gilvertson R.L. 1998. First report of tomato mottle geminivirus infecting tomatoes in Yucatan. *Plant Dis.* Vol 82, 5:592.
- Godínez H.Y., Anaya L.J.L., Díaz P.R., González Ch. M., Torres P.I., Rivera B.R.F. and Guevara G.R.G. 2001. Characterization of resistance to Pepper huasteco geminivirus in Chili peppers from Yucatán, México. *HortScience*. 36(1):139-142.
- Polston J.E. 1998. The appearance of tomato yellow leaf curl virus in Florida and implications for the movement of this and other tomato geminivirus. Abstract. International Workshop on Bemisia and Geminivirus. Sn. Juan, Puerto Rico. L40.
- Ramírez Ch.J.L., Díaz P.R. y Avilés B.W. 1993. Mosquita blanca, *Bemisia tabaci* Gen, Avances de Investigación en Yucatán. Folleto Técnico. INIFAP-C.E. Zona Henequenera,. Mérida, Yucatán.
- Ramos P.L. eta al. 1996. Detection of TYLCV in Cuba. *Plant Dis.* 81(1095).
- Vera A.M.G., Díaz P.R., Gonzáles Ch.M.M., Garzón T.J.A., Rivera B.R.F., Guevara G.R.G. y Torres P.I. 1999. Detección de virus en tomate (*Lycopersicon lycopersicum*), chile (*Capsicum annuum*) y maleza en los diferentes ambientes de cultivo en México: avances. Resumen. VIII Congreso de Horticultura y V Simposium Internacional sobre Sistemas de Producción en Cítricos. 25-30 de Abril. Manzanillo. Colima.
- Ramírez Ch.J.L., Díaz P.R. y Aviles B.W. 1993. Mosquita blanca, *Bemisia tabaci* Gen, Avances de Investigación en Yucatán. Folleto Técnico. INIFAP-C.E. Zona Henequenera,. Mérida, Yucatán.
- Díaz P.R., Avilés B.W., Torres P.I. and Rivera B.R. 1998. Temporal Distribution of Geminivirus in north Yucatan, Mexico. Abstract. International Workshop on Bemisia and Geminiviruses. San Juan, Puerto Rico. June 7-12. p. 38.
- Vera A.M.G., Díaz P.R., Gonzáles Ch.M.M., Garzón T.J.A., Rivera B.R.F., Guevara G.R.G. y Torres P.I. 1999. Detección de virus en tomate (*Lycopersicon lycopersicum*), chile (*Capsicum annuum*) y maleza en los diferentes ambientes de cultivo en México: avances. Resumen. VIII Congreso de Horticultura y V Simposium Internacional sobre Sistemas de Producción en Cítricos. 25-30 de Abril. Manzanillo. Colima.
- Garrido R.E.R. and Gilvertson R.L. 1998. First report of tomato mottle geminivirus infecting tomatoes in Yucatan. *Plant Dis.* Vol 82, 5:592.
- Ascencio I.J.T., Díaz P.R., Méndez L.J., Monsalve F.Z.I., Arguello A.G.R y Rivera B.R.F. 1999a. Detección del virus del enrollamiento de la hoja del tomate (TYLCV) en Yucatán, México. Resumen. XXVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología y X Congreso de la Asociación Latinoamericana de Fitopatología. 27 de Sep. al 1 de Oct. Guadalajara, Jalisco. P. 263.
- Ascencio I.J.T., Díaz P.R., Méndez L.J., Monsalve F.Z.I., Arguello A.G.R y Rivera B.R.F. 1999b. First report of Tomato Yellow Leaf Curl Geminivirus in Yucatán, México. *Plant Disease*. Vol 83, 12:1178.
- Ramos P.L. eta al. 1996. Detection of TYLCV in Cuba. *Plant Dis.* 81(1095).
- Polston J.E. 1998. The appearance of tomato yellow leaf curl virus in Florida and implications for the movement of this and other tomato geminivirus. Abstract. International Workshop on Bemisia and Geminivirus. Sn. Juan, Puerto Rico. L40.
- Y. Godínez Hernández, J.L. Anaya López, R. Diaz Plaza, M. González Chavira, R.F. Rivera Bustamante, I. Torres Pacheco and R.G. Guevara González. 2001. Characterization of resistance to Pepper Huasteco Geminivirus in Chili Peppers (*Capsicum chinense*) from Yucatan, Mexico. *HortScience* 36(1):139-142.



## VALOR AGRONÓMICO Y TOLERANCIA A VIROSIS DE LOS RECURSOS GENÉTICOS DE CHILE HABANERO (*C. chinense* JACQ.)

### AGRONOMIC VALUE AND VIRUS RESISTANCE OF THE GENETIC RESOURCES OF HABANERO PEPPER (*C. chinense* JACQ.)

L. Latournerie M.<sup>1</sup>, A. Pech M.<sup>2</sup>, E. Yupit M.<sup>2</sup> y J. Cristóbal A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> SIGA-ITA de Conkal. Km 16.3 ant. carr. Mérida-Conkal, C.P. 97345. Conkal, Yucatán. México.

<sup>2</sup> Tesistas de posgrado del SIGA-ITA de Conkal, Conkal, Yucatán.

#### RESUMEN

La importancia de los recursos genéticos es fundamental para hacer frente a las condiciones de estrés biótico y abiótico que imperan en las regiones agrícolas, ya que poseen genes potenciales que confieren ventajas ante las condiciones adversas, por lo que se deben conservar y aprovechar racionalmente el germoplasma de los cultivos. El presente trabajo se desarrolló en Acanceh, Yucatán en el ciclo primavera-verano 2004, con el objetivo de identificar genotipos de chile habanero por su respuesta agronómica y de tolerancia a virosis. Se utilizaron 19 colectas (con diferentes color de frutos: seis amarillos, siete anaranjados y seis rojos) que se obtuvieron a través de productotes en diferentes localidades de Yucatán (2002-2004). Las colectas se establecieron en campo bajo un diseño bloques completamente al azar con tres repeticiones, la unidad experimental consistió de un surco sencillo de 8 m de longitud con 20 plantas sembradas a 0.40 m de distancia y 1.2 m entre surcos. Se midieron variables agronómicas (rendimiento, número de frutos por plantas, días a inicio a cosecha y peso de fruto) y de virosis (incidencia de virosis y resistencia a virosis). Con base en los resultados las colectas H-241, H-225, H-226 y H-221 sobresalieron por sus atributos agronómicos y de rendimientos de frutos. En general el genotipo H-221 fue el que presentó la menor tasa de incidencia virótica y mejor tolerancia a virosis, siendo en ambos casos estadísticamente diferente a las demás colectas. Lo que indica que esta colecta pudiera tener genes de tolerancia a virosis, así como buen atributo agronómico.

**Palabras clave:** *Capsicum chinense*, Chile habanero, uso de los recursos genéticos, resistencia a virosis.

#### SUMMARY

The Genetic resources are essential for farmers to face up the adverse conditions of biotic and abiotic stress that are common on the agricultural regions, they have potential genes that give to crops advantage in unfavorable environments, because of this, crops germplasm should be conserved and used rationally. The present work was carried out in the location of Acanceh, Yucatán in the crop season spring – summer of 2004. The objective was to identify genotypes of habanero pepper by their agronomic attributes and virus resistance. 19 accessions (with different color fruits: six in yellow, seven in orange and six in red) were sown. They were collected from farmers in different locations of Yucatán, Mexico (2002-2004). The accessions were sown using a randomized block design with three replications, the experimental unit was a single row of 8 m length with 20 plants within, the distance between plants were 0.4 and 1.2 m between rows. It was quantified agronomic variables (yield, fruit number per plant, days to harvest, and fruit weight) and virus (virus incidence and virus resistance). Based on the results the accessions H-241, H-225, H-226 and H-221 were outstanding by their agronomic attributes and yield. H-221 showed the lower rate of viral incidence and the better resistance to virus; both variables were statistically different of the rest of accessions. It means that this accession could have genes to virus resistance, besides good agronomic attributes.

**Key words:** *Capsicum chinense*, habanero pepper, use of genetic resources, virus resistance.



## PRIMER REPORTE POR INFECCION DE FITOPLASMA EN EL CULTIVO DE CHILE CHILTEPIN EN BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO

### FIRST DETECTION OF POSSIBLE PHYTOPLASMA INFECTION IN PEPPER (CHILE CHILTEPIN) IN B.C.S, MEXICO

Arevik Poghosyan, Vladimir Lebsky and Juan A. Larrinaga-Mayoral\*

\*larrinag04@cibnor.mx

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), S.C. México, La Paz, B.C.S.  
Programa de Agricultura en Zonas Áridas

#### RESUMEN

El chile Chiltepin, es una variedad silvestre crecido en México y en la región suroeste de Estados Unidos. Se denomina o conoce como “la madre de los chiles” por ser la especie más antigua del género *Capsicum*. Este tipo de chile, es una fuente importante de capsaicina, un alcaloide que da la pungencia o picor de los frutos de chiles, caracterizándose por contener una fuerte actividad antimicrobiana. En las zonas áridas del estado de Baja California Sur, México, el cultivo de chile chiltepin es un cultivo tradicional de traspatio por su alta resistencia a sequía y salinidad del suelo.

Las principales limitantes en la producción de chile son las enfermedades, entre las que destacan las de origen viral y similares con un rol principal. Una alta incidencia de enfermedades virales ha sido registrada en México. El diagnóstico visual de infección viral no es fácil, ya que algunos síntomas son muy similares con los provocados por otros tipos de amarillamiento asociados con los fitoplasmas, así como también con los desordenes nutricionales y por acción de herbicidas. Para la identificación de patógeno es importante el uso de varios métodos de detección.

En el CIBNOR, hemos ensayado experimentos bajo condiciones de campo y de invernadero con el propósito de estudiar los efectos de diferentes regimenes de riego y concentraciones de sales para plantas de chile, así como el estado fitosanitario de las plantas revisado regularmente. En el transcurso del ensayo, se observaron algunos síntomas, muy parecidos a enfermedades tipo amarillamiento: reducción y clorosis de hojas, proliferación y espesor de brotes, acortamiento de entrenudos y enanismo de plantas, lo que hizo sospechar la presencia de fitoplasma.

Para la detección de fitoplasmas en plantas infectadas, se utilizó la técnica de microscopio electrónico de barrido (MEB). Muestras de hojas, venas y pecíolos de plantas con el síntomas antes descritos, y controles se fijaron con glutaraldehído al 2.5% en solución amortiguadora de cacodilato de sodio 0.2 M (pH 7.2-7.4) al 4°C durante 24 horas, se lavaron en el mismo amortiguador (20 minutos) y se deshidrataron en las soluciones de alcoholes al 30, 50, 70, 96 y 100%, finalmente, se traspasaron en acetona al 100%, con cambios cada 20 minutos respectivamente. Después de la deshidratación, las muestras se secaron en dióxido de carbono a punto crítico (Samdri PVT-3B), posteriormente, se cubrieron con platino y se analizaron en el microscopio de barrido Hitachi S-3000N. Los tejidos del floema de plantas afectadas mostraron muchas células esféricas con tamaño de 350-1800nm comparadas con plantas del control. Por su localización, tamaño, y forma, las células observadas parecieron a fitoplasmas detectados previamente por el MEB en plantas infectadas de papaya, así como encontrados por otros investigadores en plantas infectadas por amarillamientos, usando la misma técnica. Una gran cantidad de cristales con forma de prismas triangulares fueron observados en algunas células de floema. El papel de estos cristales en los tejidos afectados no se ha aclarado aún.

**Palabras claves:** chile chiltepin, enfermedades tipo amarillamiento, MEB, fitoplasma



## SUMMARY

Chiltepin (*Capsicum frutescens*) is a wild chile pepper that grows in Mexico and the southwestern United States. It is sometimes called the “mother of all peppers,” because it is thought to be the oldest species in the *Capsicum* genus. Chiltepin is a good source of alkaloid capsaicin, known to give chiles their heat and having strong anti-microbial activity. Chiltepin is also resistant to unfavorable conditions, such as water scarcity and soil salinity, an important reason for cultivating the chile in small field patches in arid lowlands of Baja California Sur in Mexico.

Diseases is a serious limiting factor in pepper production worldwide and the role of viral and similar diseases among them is very important. The high incidence of viral diseases is registered also in Mexico. Visual diagnosis of viral infection is difficult because some symptoms are similar to those of yellow-type diseases, associated with phytoplasma, and nutritional and herbicide disorders. Use of different techniques is necessary for identification of pathogens.

Experiments are undertaken in CIBNOR in field and greenhouse conditions to study the effects of watering practices and various salt concentrations on plants of chile. Also, the phytosanitary state of tested plants are regularly checked. Some symptoms were observed that were very similar to yellow-type diseases: leaf reduction and chlorosis, shoot proliferation and thickness, internodal shortening and the stunted plants.

Scanning electron microscopy (SEM) was used to detect the possible phytoplasma infection. Samples of symptomatic and control leaf, vines and leafstalks were fixed in 2.5% glutaraldehyde dissolved in 0.2 M sodium cacodylate buffer (pH 7.2-7.4) for one day at 4°C. After rinsing the samples in the same buffer, they were dehydrated in increasing grades of ethanol (30%, 50%, 70%, 95%, 100%) followed by absolute acetone, 20 min in each of these solutions. After dehydration the samples were dried in carbon dioxide (Critical Point Drier, Samdry-PVT-3B), and then attached to SEM stages by double-sided tape. Samples coated with platinum in an ion coater dental vacuum (DESK II) were examined in a SEM (S-3000N, Hitachi, Japan) at 15kV. Many spherical particles ranging from 350 to 1800 nm were detected in a phloem tissue of diseased, but not healthy plants. The location, size and particle shape resemble phytoplasmas observed in our previous SEM analysis of diseased papaya plants, and by other researchers studying infected plants with this technique. Some phloem cells were filled with triangular prism-shaped cristalles. Their role in damaged tissues is still unclear.

**Key words:** chile chiltepin, yellow-type disease, SEM, phytoplasma





## EXPLORACIÓN NEMATOLÓGICA DE CHILE (*Capsicum annuum* L.) EN AGUASCALIENTES Y ZACATECAS.

Rodolfo Velásquez Valle<sup>1\*</sup>, María Mercedes Medina Aguilar<sup>1</sup> y Faustino Lara Victoriano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Investigación y Diagnóstico Fitopatológico; Campo Experimental Pabellón – INIFAP;

<sup>2</sup> Centro Internacional de Servicios Fitosanitarios, S. A. de C. V.

### RESUMEN

Se muestreó suelo de almácigos y parcelas de chile en Aguascalientes y Zacatecas para determinar la presencia de nematodos fitoparásitos. Los géneros *Aphelenchoides* spp, *Pratylenchus* spp, *Heterodera* spp, *Ditylenchus* spp, *Aphelenchus* spp, *Meloidogyne* spp and *Dorylaimus* spp fueron identificados en suelo de almácigos de chile. Identificación de quistes de *Cactodera* colectados en Zacatecas permanece incompleta. Después del trasplante seis géneros han sido identificados: *Aphelenchus* spp, *Aphelenchoides* spp, *Belonolaimus* spp, *Ditylenchus* spp, *Dorylaimus* spp, *Helicotylenchus* spp, *Meloidogyne* spp y *Rhabditis* spp en suelo de parcelas de chile de Aguascalientes.

**Palabras clave:** *Heterodera* spp; *Aphelenchus* spp; *Belonolaimus* spp; variedades de chile

### ABSTRACT

Soil of pepper nurseries and fields in Aguascalientes and Zacatecas was sampled to determine the presence of plant parasitic nematodes. The genera *Aphelenchoides* spp, *Pratylenchus* spp, *Heterodera* spp, *Ditylenchus* spp, *Aphelenchus* spp, *Meloidogyne* spp and *Dorylaimus* spp were identified in soil of pepper nurseries. Identification of *Cactodera* cysts collected in Zacatecas remains uncompleted. After transplant six genera have been identified: *Aphelenchus* spp, *Aphelenchoides* spp, *Belonolaimus* spp, *Ditylenchus* spp, *Dorylaimus* spp, *Helicotylenchus* spp, *Meloidogyne* spp, and *Rhabditis* spp in soil of pepper fields of Aguascalientes.

**Key Words:** *Heterodera* spp; *Aphelenchus* spp; *Belonolaimus* spp; pepper varieties

### INTRODUCCIÓN

Las enfermedades del cultivo de chile provocadas por microorganismos nativos del suelo son consideradas como las de mayor importancia en la región. Sin embargo, los agentes causales de este tipo de enfermedades en la región han sido asociados casi exclusivamente a hongos como *Phytophthora* spp, *Rhizoctonia* spp, *Fusarium* spp y otros menos comunes (Velásquez *et al.*, 2001). Con excepción de la presencia del nematodo formador de agallas (*Meloidogyne* spp) poco se conoce acerca de la presencia de otros géneros fitoparásitos de nematodos en el área productora de chile seco de Aguascalientes y Zacatecas.

Un estudio llevado a cabo en el municipio de Ramos Arizpe, Coah., en parcelas cultivadas con chile y en almácigos (García *et al.*, 1993) reveló la presencia constante y con números elevados de individuos del género *Aphelenchoides* spp aunque se menciona que éste puede actuar como micófago. En la fase de almácigo y en la parcela definitiva se reporta la presencia de *Meloidogyne* spp. Además se registra la presencia de los géneros *Ditylenchus* spp, *Helicotylenchus* spp, *Pratylenchus* spp, *Tylenchorhynchus* spp y *Xiphinema* spp.

De acuerdo con el estudio bibliográfico realizado por Montes (1979) se habían reportado 12 géneros de fitonematodos asociados al cultivo de chile en el país; para el área de Aguascalientes se indica la presencia de *Ditylenchus* spp, *Meloidogyne* sp, *Pratylenchus* sp, *Rotylenchus* sp, *Tylenchorhynchus* spp y *Xiphinema* spp. En una publicación más reciente, Montes (2000) asegura que otros géneros como *Tylenchus* spp, *Meloidodera* spp y *Globodera virginiae* se han incorporado a la lista de nematodos



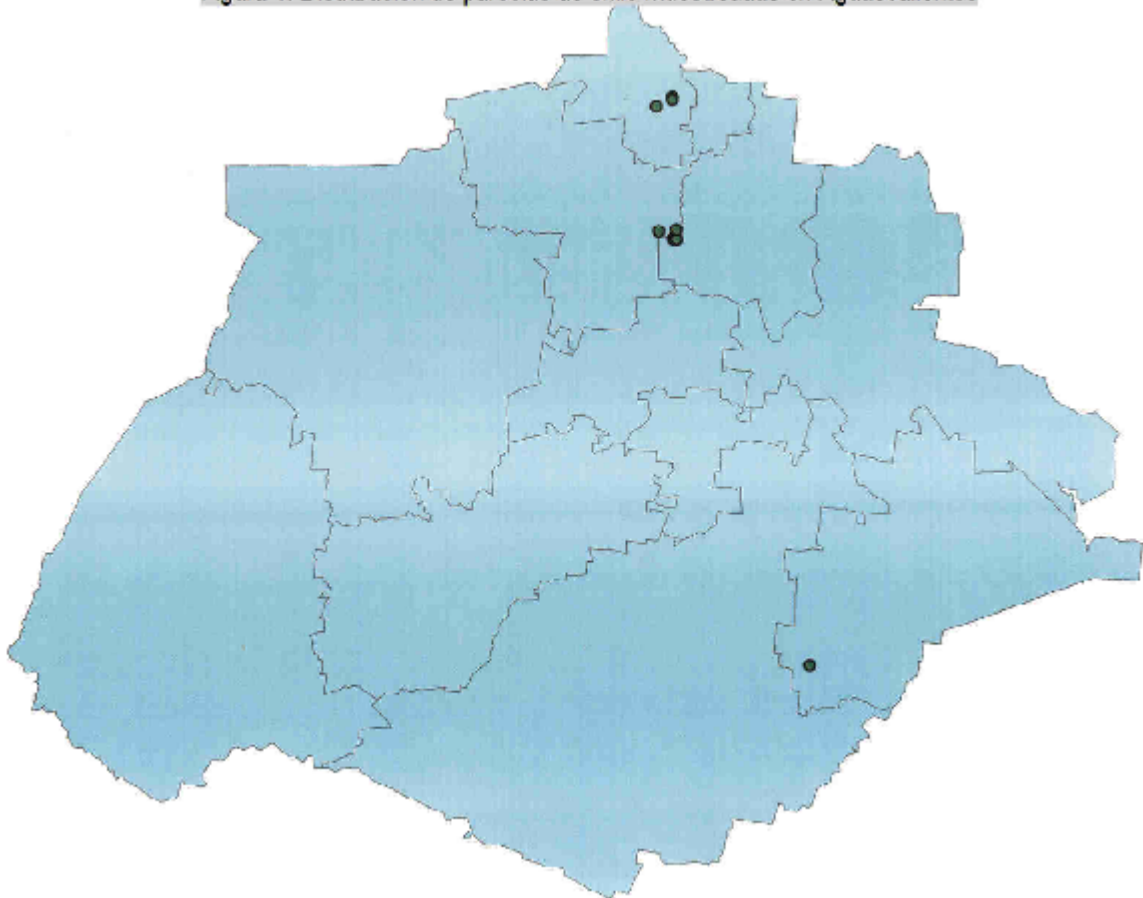
afectando al cultivo de chile en México, si bien ninguno de estos últimos géneros han sido detectados en Aguascalientes; aunque tampoco en ambas publicaciones no se aclara si estos géneros se encontraron en almácigos o en las parcelas después del trasplante.

En Zacatecas se ha reportado a *M. incognita* afectando plantas adultas de chile mirasol en las parcelas definitivas (Velásquez-Valle, 2001).

Aunque se señala que la mayor parte del daño causado por nematodos al cultivo de chile puede ser atribuido a los géneros *Belonolaimus longicaudatus* y *Meloidogyne* spp, otros nematodos pueden ocasionalmente causar problemas; los géneros *Paratrichodorus* y *Trichodorus* spp poseen una distribución mundial pero prefieren suelos arenosos; también se indica que el nematodo de la lesión *Pratylenchus penetrans* (Cobb) Filipjev & Schuurmans Stekhoven es un parásito importante en regiones no cálidas. En Latinoamérica se ha registrado el ataque en chile del falso nematodo nodulador *Nacobbus aberrans* (Thorne) Thorne & Allen. Otros fitonematodos como *Criconemella* spp, *Helicotylenchus dihystera* (Cobb) Sher, *Hemicycliophora arenaria* Raski, entre otros también han sido asociados a este cultivo (APS, 2003, CPS, 1994).

De acuerdo con lo anterior el objetivo del presente trabajo consistió en determinar la presencia de nematodos fitoparásitos en el suelo de almácigos y parcelas de chile en Aguascalientes y Zacatecas.

Figura 1. Distribución de parcelas de chile muestreadas en Aguascalientes



## MATERIALES Y MÉTODOS

Almácigos: se colectaron 46 muestras de suelo de aproximadamente 500 gramos procedentes de diferentes almácigos en Aguascalientes y Zacatecas. Una sub muestra de 50 gramos de suelo se colocó



en un embudo de Baermann por 36 – 48 horas luego de las cuales se obtuvo el líquido y se observó al microscopio estereoscópico para proceder a realizar los montajes de nematodos filiformes que se identificarían posteriormente en el microscopio compuesto con auxilio de las claves pictográficas de Mai and Mullin (1996). Otra sub muestra de suelo se utilizó para determinar la presencia de nematodos formadores de quistes empleando la técnica del vaso de precipitado descrita por Cepeda (1995). Los quistes obtenidos se enviaron al Centro Internacional de Servicios y Estudios Fitosanitarios para completar su identificación. Se muestrearon al azar parcelas con diferentes tipos de chile en el estado de Aguascalientes (Figura 1). La posición de cada parcela muestreada se georeferenció. Dentro de cada parcela se tomaron cinco submuestras de aproximadamente 100 gramos cada una. El procedimiento para la detección e identificación de nematodos filiformes y de quiste fue similar al ya mencionado previamente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Almácigos

Se analizaron 41 (89.1%) muestras de suelo de almácigos procedentes de Zacatecas y 5 (10.9%) obtenidas en Aguascalientes. En ellas se identificaron siete géneros de nematodos fitoparásitos (Cuadro 1) así como el género *Rhabditis* spp, el cual se caracteriza por ingerir microorganismos vivos, incluyendo hongos y bacterias (Jenkins and Taylor, 1967; Cepeda, 1996) y el cual se encontró en la mayoría de los almácigos muestreados.

Cuadro 1. Porcentaje de detección de géneros de nematodos fitoparásitos y predadores en almácigos de chile en Aguascalientes y Zacatecas.

Género	No. De muestras positivas	(%)
<i>Rhabditis</i> spp	44	95.6
<i>Aphelenchus</i> spp	21	45.6
<i>Meloidogyne</i> spp	10	21.7
<i>Dorylaimus</i> spp	8	17.4
<i>Aphelenchoides</i> spp	6	13.0
<i>Heterodera</i> spp	6	13.0
<i>Pratylenchus</i> spp	5	10.9
<i>Ditylenchus</i> spp	2	4.3

Los quistes del género *Heterodera* spp obtenidos del suelo de un almácigo de chile en Aguascalientes pertenecen al grupo goettingiana y un 80% de sus características coinciden con las de *H. cruciferae*; este puede ser el primer reporte del género *Heterodera* spp en suelo de almácigos de chile. En Aguascalientes se produce plantula de chile que se trasplanta en Zacatecas y como es obvio, no solo se traslada la plantula sino también el suelo adherido a las raíces y con el suelo es probable que también se transporten quistes de este nematodo.

En otra muestra de suelo de almácigo de chile proveniente de Calera de V. R., Zac., se encontró un número reducido de quistes que no han sido completamente identificados pero probablemente se trata del género *Cactodera*.

No obstante que en todos los almácigos muestreados se encontraron poblaciones de nematodos conviene hacer notar que al momento del muestreo las plantulas de chile no mostraban síntomas evidentes de ataque por estos patógenos.

Después de la fase de trasplante se han colectado muestras de suelo de parcelas de distintos tipos de chile (Cuadro 2) en los municipios de El Llano, Cosío, Rincón de Romos y Tepezala en Aguascalientes.



**Cuadro 2. Géneros de nematodos fitoparásitos encontrados en parcelas de diferentes tipos de chile en Aguascalientes.**

Localización	Tipo de chile	Géneros encontrados
El Llano	Cal Oro	<i>Dorylaimus</i> spp, <i>Aphelenchus</i> spp, <i>Meloidogyne</i> spp, <i>Rhabditis</i> spp.
El Llano	Ancho Rebelde	<i>Aphelenchus</i> spp, <i>Dorylaimus</i> spp, <i>Meloidogyne</i> spp, <i>Rhabditis</i> spp.
El Llano	Guajillo	<i>Aphelenchus</i> spp, <i>Meloidogyne</i> spp, <i>Rhabditis</i> spp.
El Llano	Pasilla	<i>Aphelenchoides</i> spp, <i>Meloidogyne</i> spp <i>Rhabditis</i> spp.
El Llano	Ancho Don Max	<i>Aphelenchus</i> spp, <i>Aphelenchoides</i> spp, <i>Rhabditis</i> spp.
Cosío (Coecillo)	Mirasol	<i>Aphelenchus</i> spp, <i>Meloidogyne</i> spp, <i>Rhabditis</i> spp.
Cosío (A. López)	Mirasol	<i>Aphelenchoides</i> spp, <i>Aphelenchus</i> spp, <i>Meloidogyne</i> spp, <i>Belonolaimus</i> spp, <i>Rhabditis</i> spp.
Cosío (P. S.)	Mirasol	<i>Aphelenchus</i> spp, <i>Belonolaimus</i> spp, <i>Dorylaimus</i> spp, <i>Rhabditis</i> spp.
Cosío (P. S.)	Cal Oro	<i>Aphelenchoides</i> spp, <i>Rhabditis</i> spp.
Rincón de Romos (G.V.)	Cal Oro	<i>Aphelenchus</i> spp, <i>Helicotylenchus</i> spp, <i>Rhabditis</i> spp.
Tepezala (H. V. 2)	Mirasol	<i>Aphelenchus</i> spp, <i>Aphelenchoides</i> spp, <i>Rhabditis</i> spp.
Tepezala (H. V. 1)	Mirasol	<i>Ditylenchus</i> spp, <i>Meloidogyne</i> spp, <i>Rhabditis</i> spp
Tepezala (Mar Negro)	Ancho	<i>Aphelenchus</i> spp, <i>Dorylaimus</i> spp, <i>Rhabditis</i> spp
Tepezala (El Aguila)	Pasilla	<i>Aphelenchus</i> spp, <i>Dorylaimus</i> spp,



Los géneros *Belonolaimus* spp, *Pratylenchus* spp, *Ditylenchus* spp, *Meloidogyne* spp, *Helicotylenchus* spp ya habían sido mencionados provocando daños en Chile (Montes, 1979; CPS, 1994; APS, 2003) en México y otras regiones del mundo.

Por otro lado, no se observa una relación marcada entre los géneros de nematodos encontrados y el tipo o variedad de Chile. Con la información disponible no es posible establecer todavía alguna correspondencia entre incidencia de nemátodos y localización geográfica de la parcela.

## CONCLUSIONES

Se detectaron nueve géneros de nematodos fitoparásitos (*Aphelenchus* spp, *Meloidogyne* spp, *Aphelenchoides* spp, *Dorylaimus* spp, *Belonolaimus* spp, *Helicotylenchus* spp, *Heterodera* spp, *Pratylenchus* spp y *Ditylenchus* spp) en suelo de almácigos y parcelas definitivas de Chile en Aguascalientes y Zacatecas.

No se ha encontrado relación entre la presencia de los géneros de nematodos y los tipos de Chile muestreados o con su ubicación geográfica.

## LITERATURA CITADA

- American Phytopathological Society. 2003. Compendium of pepper diseases. Ed. by K. Pernezny, P. D. Roberts, J. F. Murphy and N. P. Goldberg. APS Press. St. Paul, MN USA. 63 p.
- Canadian Phytopathological Society. 1994. Diseases and pests of vegetable crops in Canada. Ed. by R. J. Howard, J. A. Garland, and W. L. Seaman. M. O. M. Printing Ltd. Ottawa, Canada. 554 p.
- Cepeda, S. M. 1995. Prácticas de nematología agrícola. Ed. Trillas. México, D. F. 109 p.
- Cepeda, S. M. 1996. Nematología agrícola. Ed. trillas. México, D. F. 305 p.
- García, C. J., Rivera, R. A. y Rodríguez, V. M. 1993. Exploración nematológica en el cultivo del Chile en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila. Memorias. XX Congreso Nacional de Fitopatología. Sociedad Mexicana de Fitopatología. p. 6.
- Jenkins, R. W. and Taylor, P. D. 1967. Plant Nematology. Reinhold Publishing Corporation, USA. 270 p.
- Mai, F. W. and Mullin, G. P. 1996. Plant-parasitic nematodes. A pictorial key of genera. Fifth Edition. Cornell University Press. New York, USA. 277 p.
- Montes, B. R. 1979. Avances de nematología agrícola en México. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 89 p.
- Montes, B. R. 2000. Nematología vegetal en México. Investigación documental. Ed. Dr. G. Fuentes Dávila. Sociedad Mexicana de Fitopatología. Cd. Obregón, Son. 98 p.
- Velásquez-Valle, R. 2001. Nematodos agalladores afectando hortalizas y otros cultivos en el norte centro de México. Revista Mexicana de Fitopatología 19:107-109.
- Velásquez, V. R., Medina, A. M. M. y Luna, R. J. J. 2001. Sintomatología y géneros de patógenos asociados con las pudriciones de la raíz del Chile (*Capsicum annuum* L.) en el Norte Centro de México. Revista Mexicana de Fitopatología 19:175-181.





## EPIDEMIA DE MANCHA BACTERIANA (*Xanthomonas campestris* PV *vesicatoria*) DE CHILE (*Capsicum annuum* L.) EN AGUASCALIENTES Y ZACATECAS

Rodolfo Velásquez Valle<sup>1\*</sup> y María Mercedes Medina Aguilar<sup>1</sup>

\* Autor responsable: fitovalle58@yahoo.com.mx

<sup>1</sup>Laboratorio de Investigación y Diagnóstico Fitopatológico, Campo Experimental Pabellón, INIFAP

### RESUMEN

Una bacteria fue aislada de lesiones redondas a irregulares y de color café a negro en hojas y tallos de chile en los estados de Aguascalientes y Zacatecas y fue identificada como *Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria* (Doidge) Dye., el agente causal de la enfermedad conocida como mancha bacteriana. Parcelas de chile en ambos estados fueron muestreadas y se registró la incidencia y severidad de la mancha bacteriana. La mayoría de los tipos de chile cultivados en esta área (Ancho, Mirasol, Pasilla, Guajón, Puya, Güero, etc.) fueron afectados por la enfermedad aunque la incidencia fue variable.

**Palabras clave:** incidencia, severidad, tipos de chile

### ABSTRACT

A bacterium was isolated from brown to black, rounded to irregular lesions in pepper leaves and stems sampled in the states of Aguascalientes and Zacatecas and it was identified as *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye., the causal agent of the disease known as bacterial spot. Pepper fields were sampled in both states and the bacterial spot incidence and severity was recorded. Most of the pepper types cultivated (Ancho, Mirasol, Pasilla, Guajón, Puya, Guero, etc.) in this area were affected by the disease although the severity was variable.

**Key words:** incidence, severity, pepper types

### INTRODUCCION

La presencia de enfermedades que afectan al cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) en Aguascalientes y Zacatecas ha limitado frecuentemente su potencial productivo. Las enfermedades subterráneas causadas por hongos y nematodos son todavía consideradas como la principal amenaza para la sanidad del cultivo; en el follaje la incidencia de cenicilla polvorienta causada por el hongo *Oidiopsis* spp se pensaba que era la enfermedad más importante, sin embargo durante el ciclo de cultivo Primavera - Verano 2004 se observó la presencia en la región de una nueva enfermedad que afectaba la mayoría de las partes aéreas de las plantas de chile. A continuación se mencionan los resultados obtenidos por el Programa de Fitopatología del Campo Experimental Pabellón en el diagnóstico de la enfermedad en ambas entidades.

### MATERIALES Y MÉTODOS

A finales de junio y principios de julio de 2004 se colectaron muestras de follaje de plantas de chile tipo Pasilla procedentes del municipio de Rincón de Romos, Ags., las cuales presentaban lesiones de color café y de contornos redondos a irregulares. Porciones de tejido afectado se desinfectaron y se sembraron en medio de cultivo y se incubaron a 27 ° C por 6 a 7 días. Adicionalmente se envió otra muestra a un laboratorio particular para contar con mayor información acerca del patógeno.

Para verificar la identidad del patógeno el tejido se maceró en agua desionizada, se agitó y se sembró por diluciones en los medios de cultivo KB y NBY y se incubó. Se realizaron observaciones morfológicas y de tinción de Gram así como las siguientes pruebas bioquímicas Tween B, hidrólisis de almidón, hidrólisis de esculina, oxidación-fermentación y oxidasa. Finalmente se verificó con el sistema Biolog.



Para cuantificar la presencia de la enfermedad en el campo se realizaron recorridos por las parcelas de productores en Aguascalientes y Zacatecas: en cada una de ellas se tomaron al azar 10 plantas consecutivas y se calculó la severidad de la enfermedad en base a una escala arbitraria de daño que oscilaba de 1 : (planta sana) ; 3 (planta solo con manchas en la parte superior del follaje) ; 5 (planta con manchas en la mayor parte del follaje) y 7 (planta con manchas en la mayor parte del follaje y con lesiones en tallos y ramas).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Descripción de la enfermedad

El follaje de las plantas afectadas exhibía manchas redondas a irregulares, de color café a negro, de aspecto grasoso así como también lesiones en el tallo, ramas, pecíolos y pedúnculos; lesiones viejas mostraban una apariencia corchosa y frecuentemente aparecían rodeadas por un halo amarillento (Figura 1). La presencia de un número reducido de lesiones en una sola hoja provocaba una severa clorosis y aún defoliación (Figura 2); estos síntomas fueron más evidentes en el follaje localizado en la porción inferior de las plantas infectadas. Durante la temporada de cultivo primavera verano 2004 no se encontraron frutos dañados por la enfermedad. Los síntomas anteriores coinciden con los reportados para la enfermedad denominada mancha bacteriana causada por la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (APS, 2003; Black *et al.*, 1991)

### Identificación del agente causal

Las colonias bacterianas obtenidas del tejido infectado resultaron de color amarillo en los medios de cultivo KB y NBY, Gram - , positivas a crecimiento aeróbico (Hugh and Leifson) y positivas a Tween B, hidrólisis de almidón, SX agar, hidrólisis de esculina y negativas a oxidasa. Por otro lado, el sistema Biolog indico 99% de concordancia con *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* por lo que apoyados en esta evidencia se concluyó que a esta bacteria correspondía el agente causal de manchas y lesiones foliares de chile.

Una variante de esta bacteria ya había sido reportada previamente (Velásquez y Medina, 200) afectando parcelas de jitomate en esta misma área; durante la epidemia de 2004 se observó que parcelas de jitomate no estaban afectadas por la enfermedad a pesar de ser vecinas de campos de chile infectados por la bacteria. Se ha señalado que puede existir especificidad en la patogenicidad hacia chile o jitomate en algunas cepas bacterianas.

Figura 1. Hojas de chile mostrando lesiones de color café y de redondas a irregulares causadas por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*





**Figura 2. Hojas de chile mostrando lesiones y clorosis severa causadas por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*.**



### **Incidencia y severidad**

Se inspeccionaron 52 parcelas de diferentes tipos de chile; el 59.6% de ellas se ubicaron en Aguascalientes mientras que el 40.3% restante se localizó en Zacatecas.

Los tipos de chile incluidos en el estudio fueron Ancho (21.1%); Mirasol (34.6%); Pasilla (23.1 %); Puya (3.8%); Jalapeño (3.8%); Güero + Cristalino (7.7%); Guajón, Arbol y Bell (1.9% respectivamente).

El rango de incidencia de la enfermedad osciló entre 0 y 100% en tanto que la severidad fluctuó entre 0 y 5.2, independientemente del tipo de chile y localización geográfica de la parcela.

En Aguascalientes se observó la presencia de la mancha bacteriana en seis variedades de chile (Ancho, Mirasol, Pasilla, Puya y Güero); solamente en un híbrido del tipo Bell y en una variedad de tipo Ancho no se encontraron lesiones de la enfermedad (Cuadro 1).

En Zacatecas se observó la presencia de la enfermedad en ocho variedades de chile (Ancho, Mirasol, Pasilla, Cristalino, Guajón, de Arbol, Puya y Jalapeño). Solamente en una variedad del tipo Ancho así como en otra variedad del tipo Pasilla no se encontraron lesiones de mancha bacteriana.

### **CONCLUSIONES**

Se identificó a la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye causando lesiones en hojas y tallos de diferentes variedades de chile en Aguascalientes y Zacatecas.

La mayoría de los tipos de chile cultivados en la región son susceptibles a esta bacteria.



Cuadro 1. Incidencia y severidad de mancha bacteriana de chile bajo condiciones de campo en Aguascalientes.

Tipo de chile	Incidencia (%)	Severidad	
		Promedio	Desv. Standard
Bell	0	0.0	1.0
Ancho	0	0.0	1.0
Ancho	80	2.6	
Ancho	20	1.4	0.8
Ancho	10	1.2	0.6
Ancho	40	1.8	1.0
Ancho	100	3.4	0.8
Ancho	30	1.6	1.0
Rango	0 – 100	0.0 – 3.4	
Mirasol	20	1.4	0.8
Mirasol	100	4.8	0.6
Mirasol	90	2.8	0.9
Mirasol	100	4.0	1.4
Mirasol	100	5.2	1.9
Mirasol	20	1.4	0.8
Mirasol	60	2.2	1.0
Mirasol	60	2.2	1.0
Mirasol	100	3.8	1.0
Mirasol	50	2.0	1.0
Rango	20 – 100	1.4 – 5.2	
Pasilla	60	2.2	1.0
Pasilla	80	2.6	0.8
Pasilla	80	3.6	1.9
Pasilla	100	4.0	1.7
Pasilla	50	2.0	1.0
Pasilla	10	1.0	0.6
Pasilla	0	0	0
Pasilla	10	1.2	0.6
Rango	0 – 100	0 – 4.0	
Puya	10	1.2	0.6
Jalapeño	30	1.6	1.0
Güero	90	3.6	1.3
Güero	100	4.0	1.0
Güero	50	2.0	1.0
Rango	50 – 100	2.0 – 4.0	



**Cuadro 2. Incidencia y severidad de mancha bacteriana de chile bajo condiciones de campo en Zacatecas.**

Tipo de chile	Incidencia	Severidad	
		Promedio	Desv. Standard
Ancho	90	3.2	1.1
Ancho	90	2.0	1.0
Ancho	0	0	0
Ancho	50	2.0	1.0
Rango	0 – 90	0 – 3.2	
Mirasol	90	3.4	1.3
Mirasol	50	2.0	1.0
Mirasol	100	4.6	0.8
Mirasol	40	1.8	1.0
Mirasol	10	1.2	0.6
Mirasol	50	2.0	1.0
Mirasol	50	2.0	1.0
Mirasol	60	2.6	1.3
Rango	10 – 100	1.2 – 4.6	
Pasilla	80	2.6	1.1
Pasilla	30	1.6	0.9
Pasilla	0	0	0
Pasilla	70	2.4	0.9
Rango	0 – 80	0 – 2.6	
Cristalino	60	2.9	1.4
Guajón	30	1.6	0.9
Arbol	80	3.5	1.2
Puya	80	3.2	1.4
Jalapeño	10	1.2	0.6

## LITERATURA CITADA

- American Phytopathological Society. 2003. Compendium of pepper diseases. Ed. by K. Pernezny, P. D. Roberts, J. F. Murphy and N. P. Goldberg. APS Press. St. Paul, MN, USA. 63 p.
- Black, L. L., Green, S. K., Hartman, G. L., and Poulos, J. M. 1991. Pepper diseases. A field guide. Asian Vegetable Research and Development Center. AVRDC Publication No. 91-347, 98 pp.
- Velásquez, V. R. y Medina, A. M. M. Enfermedades bacterianas del jitomate en Aguascalientes y Zacatecas. Folleto para Productores Núm. 35. Campo Experimental Pabellón, CIRNOC, INIFAP. Aguascalientes, Ags. 22 p.



## IDENTIFICACION DE VARIABLES DE CLIMA RELACIONADAS CON CENICILLA POLVORIENTA (*Oidiopsis spp.*) DE CHILE EN AGUASCALIENTES Y ZACATECAS

Rodolfo Velásquez-Valle<sup>1</sup> y María Mercedes Medina-Aguilar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Investigación y Diagnóstico Fitopatológico. CEPAB - INIFAP

### RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio durante 2003 en Aguascalientes y Zacatecas para determinar la influencia de variables climáticas en la incidencia de cenicilla polvorienta en variedades de chile. La incidencia de la enfermedad se calculó en base al número de hojas enfermas en cada fecha de muestreo y se relacionó con la información climática obtenida de Estaciones Climatológicas cercanas. En Santa Lucía (Aguascalientes) la enfermedad se generalizó hacia el 9 de julio mientras que en el CEZAC (Zacatecas) apareció una semana más tarde. No se encontró una relación entre la incidencia de la enfermedad y la temperatura media, humedad relativa media, número de horas en que la temperatura fue d" 15 ° C, número de horas en que la temperatura fue e" 27 ° C, número de horas en que la humedad relativa fue d" 40%, número de horas en que la humedad relativa fluctuó entre 52 y 75% y la cantidad de precipitación pluvial en los periodos de muestreo. La aparición de la enfermedad coincidió con una reducción en el número de horas con temperatura e" 27 ° C así como en una reducción en el número de horas en que la humedad relativa es d" a 40%.

**Palabras clave:** Humedad relativa, temperatura, precipitación pluvial

### ABSTRACT

A study was carried out during 2003 to determine the influence of weather variables on the powdery mildew incidence in pepper varieties in Aguascalientes and Zacatecas. The disease incidence was calculated using the number of diseased leaves in every sampling date and was related to weather information obtained from nearby Weather Stations. In Santa Lucia (Aguascalientes) the disease was widely disseminated by July 09 while in CEZAC (Zacatecas) appeared a week later. It was not found a relationship among the disease incidence and the mean of temperature and relative humidity, number of hours when the temperature was d" 15 °C, number of hours when the temperature was e" 27 °C, number of hours when the relative humidity was d" 40%, number of hours when the relative humidity ranged from 52 to 75% and the amount of rainfall in the sampling intervals. Disease appearance was coincident with a reduction in the number of hours with temperature e" 27 ° C as well as a reduction in the number of hours when the relative humidity is d" 40%.

**Keywords:** Relative humidity, temperature, rainfall.

### INTRODUCCION

El estado de Zacatecas es el principal productor de chile seco (*Capsicum annuum* L.) en el país; durante el ciclo de cultivo de 2001 se cosecharon ahí alrededor de 41, 000 toneladas, que representaron el 60% del total nacional (Rincón *et al.*, 2004). En Zacatecas, al igual que en Aguascalientes y en otras regiones productoras de chile en México, la presencia de factores bióticos adversos reducen el potencial de rendimiento del cultivo. La principal enfermedad que afecta al cultivo de chile en Aguascalientes y Zacatecas es la pudrición de la raíz (Velásquez *et al.*, 2002), sin embargo, la cenicilla polvorienta (CP) provocada por el hongo endoparásito *Oidiopsis* sp. (estado perfecto: *Leveillula taurica* (Lév.) G. Arnaud) es la enfermedad foliar de mayor impacto en la producción, ya que frecuentemente es necesario llevar a cabo aspersiones de fungicidas para impedir la defoliación del cultivo. La CP de chile es una enfermedad relativamente nueva en esta área; en el centro norte de México fue inicialmente reportada en 1999 (Velásquez-Valle and Valle-García, 1999). Los síntomas iniciales de la enfermedad aparecen en el follaje



más viejo de la planta y eventualmente pueden manifestarse en las hojas más jóvenes. Las características xerofíticas de *Oidiopsis* sp. lo convierten en un patógeno de particular importancia en regiones áridas donde los cultivos están sujetos a irrigación (Holliday, 1980). La duración del periodo de incubación de este patógeno es de 18 a 21 días sobre plantas de Chile (Mc Grath *et al.*, 2001). Las condiciones climatológicas propicias para el desarrollo de una epidemia de CP son, de acuerdo con Holliday (1981), temperatura óptima de 20 ° C y alta humedad diurna aunque se reporta que una vez que ha ocurrido una infección por *O. simulata* Scalia (syn. *O. taurica* E. S. Salmon) el desarrollo de la enfermedad se ve favorecido por días cálidos (30 ° C) acompañados por noches húmedas con temperaturas frescas, menores a 25 ° C (APS, 2003). En Nuevo México, EUA, se ha indicado (Goldberg, 1995) que la enfermedad es favorecida por temperaturas cálidas (de 18 a 35 ° C). No existe información local sobre el efecto de variables climáticas en la incidencia de la enfermedad. El objetivo del presente trabajo fue el de conocer la influencia de algunas variables climáticas en la incidencia de CP en variedades de Chile en Aguascalientes y Zacatecas.

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo durante el ciclo de cultivo Primavera Verano – 2003 en una parcela de observación del Campo Experimental Zacatecas (CEZAC) situado en Calera de V. R., Zac., (2100 msnm) donde se incluyeron las siguientes variedades de Chile: de Arbol, Pasilla, Ancho, Mirasol, y Húngaro (fecha de trasplante: 20 de abril del 2003) y en una parcela comercial ubicada en el rancho Santa Lucía en Tepezala, Ags. (1850 msnm), donde se tenían las siguientes variedades: Guajillo Zacatecas, Pasilla, Ancho Tiburón, Húngaro, Pimiento Morrón, Jalapeño y Guajillo Asiático. Los datos de incidencia de CP sobre las variedades de Chile así como la metodología empleada en los muestreos ha sido previamente publicada (Velásquez *et al.*, 2004). La información de las principales variables de clima se obtuvo de la Estación Climatológica ubicada en el CEZAC y de la Estación Climatológica Makelisa en Tepezala, Ags. Se calcularon únicamente coeficientes de correlación entre la incidencia de la enfermedad y algunas variables de clima, principalmente temperatura y humedad relativa y derivadas de estas, por tratarse tanto la incidencia como los datos de clima de variables aleatorias (Scheffler, 1981).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### a) CEZAC

La enfermedad se generalizó hacia el 17 de julio en las plantas de Chile de Arbol; hacia el 25 de julio la enfermedad se encontró en plantas de otros materiales como Ancho y Húngaro y hacia principios de agosto se había generalizado entre el resto de los materiales de Chile. La incidencia media de la enfermedad a través del periodo de muestreos varió de 38.5% (Mirasol) a 66% (Húngaro). De acuerdo con la información sobre el periodo de incubación generada por Mc Grath *et al.*, (2001) la infección inicial en las plantas de Chile de árbol debió haber ocurrido hacia finales de junio y es probable que de estas se haya diseminado hacia las otras variedades. La mayor incidencia de la enfermedad ocurrió hacia finales de septiembre en todos los materiales de Chile cuando se suspendieron las aplicaciones de fungicidas.

No se encontró relación entre la incidencia de la enfermedad en ninguna de las variedades de Chile y la temperatura promedio.

La germinación de conidias (y probablemente nuevas infecciones en hojas sanas) de *Oidiopsis* spp. ocurre aun a temperaturas de 15 ° C (APS, 2003) por lo que se cuantificó el número de horas con temperaturas  $\geq 15$  ° C dentro de cada periodo de muestreo y se correlacionó con la incidencia de la enfermedad en cada una de las variedades; los coeficientes de correlación no fueron significativos y variaron de -0.01 (Arbol) a 0.53 (Mirasol).

La incidencia de CP mostró coeficientes de correlación considerados como bajos (0.32; Pasilla) o moderados (0.59; Arbol) con la humedad relativa promedio de cada periodo de muestreo aunque no significativos en todos los casos.



Se obtuvieron coeficientes de correlación negativos para la relación entre el número de horas cuando la HR fue d" 40%; los valores fueron más altos para Húngaro (- 0.58) y Arbol (- 0.50); aunque tampoco fueron significativos.

La relación entre el número de horas cuando el rango de HR fluctuó entre 52 y 75% y la incidencia de la enfermedad en todas las variedades de Chile es débil ya que los coeficientes de correlación variaron de 0.10 (Arbol) a 0.44 (Mirasol); los resultados anteriores se contraponen a los reportados por Sánchez (1983) en Chile y Blancard (1992) en jitomate, en el sentido de que este hongo es más agresivo cuando la HR fluctúa entre 50 -52 y 70 -75 %.

Se obtuvieron coeficientes de correlación negativos entre la incidencia de CP y la precipitación pluvial de -0.18 (Pasilla) a 0.1 (Arbol y Húngaro). Probablemente el efecto de la cantidad de lluvia no sea directo sobre la incidencia de la enfermedad y más bien influya sobre otras variables climáticas como el abatimiento del número de horas con HR d" 40% que podría registrarse cuando se incrementa la precipitación pluvial, aunque también podría propiciar que las esporas del hongo sean arrastradas hacia el suelo donde perderían su capacidad de diseminación y viabilidad.

Aunque se ha señalado que *O. taurica* es una especie marcadamente xerofítica (Holliday, 1981; Sánchez, 1983), en Zacatecas el desarrollo de la epidemia en ninguno de los materiales de Chile mostró ser afectado por el bajo número de horas en que la temperatura fue e" 27 ° C ; solamente 1 hora entre el 29 de junio y el 26 de septiembre (periodo en el que se desarrolló la epidemia de CP), mientras que en los 28 días previos a la fecha de detección de la enfermedad se registraron 18.5 horas con temperaturas e" a 27 ° C.

#### **b) Santa Lucía**

La CP se generalizó en todas las variedades de Chile hacia el 9 de julio aunque las menos afectadas fueron Pimiento Morrón y Pasilla con 12 y 16% de incidencia respectivamente. La incidencia media de CP a través del periodo de muestreo osciló de 53.6 (Pasilla y Pimiento Morrón) a 74.4% (Húngaro). La mayor incidencia de la enfermedad se registró hacia la primera semana de agosto en la mayoría de las variedades.

Se encontró una correlación negativa significativa (-0.92\*) entre la incidencia de CP en Pimiento Morrón y la temperatura promedio; aunque en el resto de las variedades se obtuvieron coeficientes de correlación relativamente altos pero que no resultaron significativos.

Se encontró una correlación negativa significativa (-0.79\*) entre la incidencia de CP en Jalapeño y el número de horas cuando la temperatura fue e" a 27 ° C; en el resto de las variedades se encontraron coeficientes de correlación altos pero no significativos. Se registraron solamente 15 horas con temperatura e" 27 ° C después de la fecha de aparición y desarrollo de la enfermedad, mientras que en los 19 días previos a la detección de la enfermedad; el periodo de incubación según McGrath *et al.*, (2001), se registraron 46 horas con temperaturas e" 27 ° C, coincidiendo con las observaciones efectuadas en el CEZAC en el sentido de que la detección de CP ocurre cuando se abate el número de horas con temperatura e" 27 ° C.

Se encontró una correlación negativa no significativa entre la incidencia de la enfermedad en la variedad Pasilla (- 0.3) y el número de horas en que la temperatura es d" 15 ° C; en el resto de las variedades los coeficientes de correlación oscilaron de 0.36 (Húngaro) a 0.78 (Ancho Tiburón) en ningún caso resultaron significativas, por lo que la relación entre incidencia y el número de horas en que la temperatura es d" 15 ° C permanece indefinida como sucedió en el CEZAC.

La relación entre la HR promedio y la incidencia de CP en la variedad Pasilla presentó un coeficiente de



correlación negativo no significativo mientras que en el resto de las variedades los coeficientes de correlación fueron positivos pero no significativos; lo cual concuerda parcialmente con lo registrado en el CEZAC, en el sentido positivo de la relación; aunque los coeficientes de correlación tampoco fueron significativos en esa localidad; Holliday (1980) había mencionado que la enfermedad se ve favorecida por alta HR.

Los coeficientes de correlación entre la incidencia de la enfermedad y el número de horas cuando la HR es d" 40% oscilaron de - 0.89 (Pimiento Morrón) hasta 0.86 (Jalapeño) y fueron no significativos; en el CEZAC esta relación exhibió signo negativo en las cinco variedades trasplantadas ahí. La información obtenida en las cinco variedades empleadas en el CEZAC y en cinco de las siete variedades trasplantadas en Santa Lucía no concuerda, nuevamente, con la afirmación de que la epidemia de CP requiere de alta humedad relativa (Holliday, 1980).

La naturaleza de la influencia del número de horas en que la HR oscila entre 52 y 75% sobre la incidencia de CP fue siempre negativa, lo cual es totalmente opuesto con los resultados obtenidos en las variedades trasplantadas en el CEZAC donde el signo de la relación fue positivo; los coeficientes de correlación en Santa Lucía variaron de - 0.32 (Ancho Tiburón) a - 0.75 (Húngaro); ninguno fue significativo.

No se observó correlación entre la precipitación pluvial registrada en cada periodo de muestreo y la incidencia de la enfermedad.

De acuerdo con la información obtenida, la incidencia de la enfermedad en las dos localidades (CEZAC y Santa Lucía) muestra respuestas distintas o mezcladas al mismo factor climático, por ejemplo, la temperatura promedio muestra coeficientes de correlación negativos y positivos tanto en Santa Lucía como en el CEZAC o completamente opuestas como en el caso del número de horas en que la humedad relativa oscila entre 52 y 75% y que, además, no son significativos lo que contribuye a hacer difícil su interpretación.

Las variedades de Chile empleadas en el estudio podrían haber expresado diversos grados de susceptibilidad a la enfermedad que ayudaría a explicar parcialmente el comportamiento diferente entre localidades, se sabe que la resistencia o tolerancia a CP fluctúa entre variedades y que las variedades con mayor pungencia exhiben niveles menores de resistencia que las variedades no pungentes (APS, 2003).

Las características climáticas durante la epidemia en ambas localidades (Santa Lucía y CEZAC) son similares en algunos aspectos como el promedio de la HR (70.4 vs 72.1 % en Santa Lucía y CEZAC respectivamente) y el número de horas con HR fluctuante entre 52 y 75% (60.7 vs 62.9 horas en Santa Lucía y CEZAC respectivamente) pero difieren marcadamente en otras características como la cantidad de lluvia registrada en cada localidad durante el desarrollo de la epidemia; en el CEZAC recibieron alrededor de 390 mm en comparación con 267 mm que se registraron en Santa Lucía, si bien la duración de la epidemia de CP fue considerablemente más larga en el CEZAC (Julio 09 a Septiembre 26) que en Santa Lucía (Julio 09 a Agosto 07), lo cual significa que el promedio diario de lluvia en Santa Lucía fue de 8.9 mm mientras que en el CEZAC fue de 4.9 mm.

Otra característica donde se aprecia una diferencia importante entre ambas localidades es la cantidad de horas en que la temperatura fue e" 27 ° C; en el CEZAC se registró únicamente una hora durante el desarrollo de la epidemia y 18.5 en los 28 días previos a la detección de CP, mientras que en Santa Lucía se registraron 61 horas de las cuales solamente 15 ocurrieron durante el desarrollo de la epidemia y las 46 restantes en el periodo de incubación.

Por último, en Santa Lucía se registraron cerca de 135 horas con HR d" 40% durante el desarrollo de la



epidemia de CP mientras que en el CEZAC fueron registradas alrededor de 143 horas, sin embargo, el 52% del total de horas con esa característica ocurrieron en los 19 días previos a la aparición de la enfermedad en Santa Lucía mientras que en el CEZAC el 56.2% de esas horas ocurrió durante el primer y segundo periodo de muestreo al final del cual se generalizó la epidemia en todas las variedades y cuando se reduce marcadamente el número de horas con HR d" 40%. Esta reducción súbita en el número de horas con HR d" 40% así como el abatimiento del número de horas con temperatura e" 27 ° C podrían ser empleadas en el futuro como un elemento de predicción de la aparición de CP.

## CONCLUSIONES

No se establecieron relaciones definidas entre la incidencia de cenicilla polvorienta en diferentes variedades de Chile y variables climáticas como temperatura y humedad relativa media, número de horas en que la temperatura es menor o igual a 15 ° C; número de horas en que la temperatura es mayor o igual a 27 ° C; número de horas en que la humedad relativa es menor a 40%; número de horas en que la humedad relativa fluctúa entre 52 y 75% y la cantidad de precipitación pluvial

Sin embargo, se observó que la aparición de la enfermedad coincidió, en ambas localidades, con la reducción en el número de horas con temperatura e" 27 ° C, aunque dicho efecto fue más evidente en el CEZAC.

Otro factor que puede marcar el inicio o generalización de una epidemia de CP es la reducción en el número de horas en que la HR es d" 40%.

## LITERATURA CITADA

- American Phytopathological Society. 2003. Compendium of pepper diseases. Ed. By K. Pernezny, P. D. Roberts, J. F. Murphy and N. P. Goldberg. APS Press. St. Paul, MN, USA. 63 p.
- Blancard, D. 1992. Enfermedades del tomate. Observar, identificar, luchar. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Limoges, Francia. 212 p.
- Goldberg, N. P. 1995. Chile pepper diseases. Agricultural Experiment Station. College of Agriculture and Home Economics. New Mexico State University. Las Cruces, NM, USA. 20 p.
- Holliday, P. 1980. Fungus Diseases of Tropical Crops. Dover Publications, INC. New York, USA. 607 p.
- Mc Grath, M. T., Shishkoff, N., Bornt, C., and Moyer, D. D. 2001. First occurrence of powdery mildew caused by *Leveillula taurica* on pepper in New York. Plant Disease 85:1122.
- Rincón, V. F., Echavarría, C. G. F., Rumayor, R. A. F., Mena, C. J., Bravo, L. A. G., Acosta, D. E., Gallo, D. J. L. y Salinas, G. H. 2004. Cadenas de sistemas agroalimentarios de Chile seco, durazno y frijol en el estado de Zacatecas: una aplicación de la metodología ISNAR. Publicación Especial 14. Centro de Investigación Regional Norte Centro, INIFAP. Gómez Palacio, Durango, México. 157 p.
- Sánchez, C. M. A. 1983. La cenicilla del tomate causada por *Oidiopsis taurica* (Lev.) Salmon: Una nueva enfermedad en el estado de Sinaloa, México. Revista Mexicana de Fitopatología 2:3-6.
- Scheffler, C. W. 1981. Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. México, Bogotá, Caracas, San Juan, Panamá. 267 p.
- Velásquez-Valle, R. and Valle-García, P. 1999. First report of powdery mildew of pepper in north central Mexico. Plant Disease
- Velásquez, V. R., Medina, A. M. M. y Mena, C. J. 2002. Guía para identificar y manejar las principales enfermedades parasitarias del Chile en Aguascalientes y Zacatecas. Folleto Técnico Núm. 20. Campo Experimental Pabellón, Centro de Investigación Norte Centro, INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 41 p.
- Velásquez, V. R., Medina, A. M. M. y Tiscareño, L. M. 2004. Avances de investigación en cenicilla polvorienta (*Oidiopsis* spp) de Chile en Aguascalientes y Zacatecas, México. Primera Convención Internacional de Chile. 133-137.



## DETECCIÓN PRELIMINAR DEL VIRUS DEL MOSAICO DEL TABACO (TMV) EN SEMILLA Y PLANTULAS DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.)

### PRELIMINARY DETECTION OF TOBACCO MOSAIC VIRUS (TMV) IN SEED AND SEEDLINGS OF HABANERO PEPPER (*Capsicum chinense* Jacq.)

Gutiérrez-Pacheco, L., Contreras-Martín, F., Moreno-Valenzuela, O., González-Estrada, T.

Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. Calle 43 No. 130 Col. Chuburná. CP 97200 Mérida, Yucatán, México.  
Fax 01 (999) 9813900 tge@cicy.mx

Uno de los problemas que mayor impacto negativo tiene en el rendimiento de los productores de chile habanero son las enfermedades, en particular las de origen viral. La presencia de estos patógenos se ha reportado en las diferentes variedades cultivadas de chile habanero y su control representa uno de los desafíos más difíciles y costosos de enfrentar. Entre los virus que atacan al chile habanero se sospecha que los de ARN (AMV, TMV, TSWV, etc.) se pueden transmitir vía semilla. El objetivo del presente estudio fue detectar la presencia del Virus del Mosaico del Tabaco (TMV), mediante técnicas inmunológicas, en semillas y plántulas de chile habanero. Con esta finalidad se seleccionaron y clonaron cinco plantas con síntomas virales y dos plantas aparentemente sanas (sin síntomas). Las plantas clonadas se cultivaron confinadas en invernadero hasta la madurez y se autofecundaron. Para la detección de las partículas virales se utilizaron tiras de inmunodetección (Agdia) siguiéndose las instrucciones del fabricante. Se desinfectaron 20 semillas por lote y se germinaron *in vitro* en medio MS. Adicionalmente, 20 semillas por lote se procesaron directamente. Las dos plantas sin síntomas resultaron negativas a TMV. De las plantas con síntomas tres dieron positivas a TMV y dos fueron negativas, lo que sugiere que otros patógenos podrían ocasionar la sintomatología. Los tres lotes de semilla provenientes de las plantas positivas a TMV, también resultaron positivos. Los lotes de semilla provenientes de plantas negativas a TMV, fueron negativos. Finalmente, en las plántulas provenientes de los lotes de semilla positivos a TMV, dos lotes resultaron positivos y uno negativo. Si bien, estos resultados son preliminares sugieren un mecanismo de transmisión del TMV de la planta madre infectada a la semilla y de esta a la plántula. Para confirmar estos resultados se está llevando a cabo análisis mediante PCR.

**Palabras clave:** Chile habanero, TMV, transmisión, semilla, plántula

Virus diseases are a major problem with negative impact for Habanero Pepper growers. Infection of these pathogens has been reported for different habanero cultivars and its control is challenging and expensive. Among the viruses that attack Habanero Pepper, ARN virus (AMV, TMV, TSWV, etc.) are suspected to be transmitted by seed. The objective of this study was to detect Tobacco Mosaic Virus (TMV), by immunodetection, in seed and seedlings of Habanero Pepper. With this aim, five plants with TMV symptoms were selected and cloned, and two symptomless plants were also cloned. All cloned plants were grown under confined greenhouse conditions until mature and then selfed. For virus particle detection, immunostrip test (Agdia, US) was carried out following manufacturer instructions. Seedling test was undertaken with 20 seeds sterilized and *in vitro* germinated for each sample. Seed test was carried out with 20 seeds per plant and were directly processed. The two symptomless plants proved negative to TMV. The five plants with symptoms resulted in three positives and two negatives, that may suggest that other pathogens could be responsible for the symptoms. Seed originated from the TMV positive plants also resulted positive to TMV. In contrast, seed coming from TMV negative plants were negative. Two seedlings groups developing from TMV positive seed were positives and one group was negative. These preliminary results suggest a TMV transmission mechanism from the infected plant to the seed and from here to the seedling. To corroborate these findings PCR analysis is in progress.

**Keywords:** Habanero Pepper, TMV, transmission, seed, seedling

