

**SOBRECALENTAMIENTO EDAFICO,  
POSIBLE CAUSA DE LA PRESENCIA  
DE *Alternaria* sp EN PLANTAS  
JOVENES DE JITOMATE**

**EDAPHIC OVERHEATING AS A POSSIBLE  
INDUCER OF *Alternaria* sp. INFECTION IN  
TOMATO SEEDLINGS**

**Juan de Dios Bustamante O.<sup>1</sup>,  
Victor A. González Hernández<sup>2</sup>  
y Emma Zavaleta Mejía<sup>2</sup>**

**RESUMEN**

En años recientes, en el estado de Morelos se ha registrado una severa infección por *Alternaria* sp en la base del tallo de plantas jóvenes de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), recién trasplantadas, a pesar de que este patógeno se caracteriza por atacar los tejidos senescentes de plantas maduras. En el verano de 1990 se estudió este problema en un cultivo de la variedad Floradade sembrado en un suelo de tipo vertisol (arcilloso, de color negro), en Zacatepec, Mor.; siete días después del trasplante se encontró a todas las plantas infectadas por ese hongo mostrando necrosis en la base del tallo al ras del suelo. Se detectó que la capa superficial del suelo llegó a tener hasta 47°C, mientras que el aire tenía 34°C y la temperatura foliar era de 29°C. Se postula entonces que el sobrecalentamiento edáfico es inductor de senescencia prematura en los tallos jóvenes, lo que a su vez permite la infección por *Alternaria* y los daños posteriores.

**PALABRAS CLAVE ADICIONALES**

*Lycopersicon esculentum* Mill., transpiración, resistencia estomática.

<sup>1</sup> Programa de Hortalizas del CIFAP-MOR. Zacatepec y estudiante en el Programa de Fisiología Vegetal del Colegio de Postgraduados.

<sup>2</sup> Instituto de Recursos Genéticos y Productividad e Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados. C.P. 56230 Montecillo, Texcoco, México.

**SUMMARY**

*Alternaria* sp infection of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plants is rather common in mature, senescent plants. However, in the State of Morelos, México, a severe damage caused by this pathogenic fungus has been detected at the bottom of the stem in young tomato plants, which had been recently transplanted. This problem was studied in the tomato cultivar Floradade during the 1990 Summer, planted in a black clay soil (vertisol) at Zacatepec, Morelos. A week after transplanting, all plants showed stem injuries (necrosis) at soil level. It was found that the soil surface reached 47°C while the air and leaf temperatures were 34°C and 29°C. Hence, we suggest that the high soil temperature can induce premature tissue senescence of young stems in direct contact with soil which in turn allowed the *Alternaria* infection.

**ADDITIONAL INDEX WORDS**

*Lycopersicon esculentum*, transpiration, stomatal resistance.

**INTRODUCCION**

*Alternaria* sp es un hongo necrotrófico cuyo desarrollo es óptimo en tejidos maduros o senescentes (Agrios, 1978). La planta joven de jitomate posee elevadas concentraciones de tomatina cuya actividad lítica sobre membranas que contienen esteroides como las de *Alternaria* (Schlösser, 1976), le permite resistir el ataque de este tipo de hongos durante el período juvenil. Díaz (1990) considera que dicha resistencia juvenil abarca los primeros 60 días de edad del jitomate. Sin embargo, tal alcaloide se genera en mínima cantidad en tejidos senescentes o sometidos a tensión fisiológica.

En el verano de 1989, en Zacatepec, Mor., Bustamante (1989) detectó plantas jóvenes de jitomate con síntomas de infección por *Alternaria*, ya que tenían un anillado necrótico en la base del tallo y posteriormente (29 a 30 días) presentaron un creci-

miento muy reducido, clorosis, rizamiento foliar; y con hojas y ramas plegadas hacia el tallo en las plantas más afectadas. El aislamiento e incubación en cámara húmeda de fracciones de tallo afectadas, permitió confirmar la presencia de *Alternaria* sp., en concordancia con lo descrito por Agrios (1978) y Romero (1988).

La mayor severidad de año por *Alternaria* ocurre con precipitaciones abundantes y de corta duración, asociados a temperaturas elevadas (Elenkov *et al.*, 1982), condiciones similares a las que se presentaron en 1989 en Zacatepec, Mor.

De nuevo en 1990 y en la misma zona, plantas de jitomate recién trasplantadas mostraron síntomas de *Alternaria*, razón por la que se decidió efectuar un estudio dirigido a determinar las causas posibles que indujeron un estado de senescencia o tensión fisiológica en esas plantas jóvenes, que a su vez permitiera su colonización por un hongo necrotrofico.

## MATERIALES Y METODOS

Plántulas sanas de la variedad de jitomate Floradade fueron trasplantadas a un suelo vertisol el 30 de junio de 1990, en Zacatepec, Morelos. El ataque de *Alternaria* se notó el 7 de julio, expresado como lesiones necróticas en la base del tallo en todas las plantas, aunque en diferentes grados. El grado de necrosamiento se calificó visualmente, conforme a los criterios de Townsend y Heuberger, cit. por Kremer y Unterstenhöfer (1967), resultando dos magnitudes de daño en el tallo: medio y alto.

Considerando que las condiciones ambientales pudieron haber influido en la incidencia de *Alternaria*, se decidió hacer mediciones de éstas así como evaluar algunas características fisiológicas del jitomate infectado. Así,

los días 11 y 18 de agosto se hicieron, a diferentes horas del día, mediciones porométricas (Porómetro LI-1600; Li-Cor, Inc.), y de temperatura edáfica a diferentes profundidades, obteniéndose registros de humedad relativa del aire, temperaturas del suelo, planta y aire, tasa de transpiración y resistencia estomática a la difusión de vapor de agua.

Las plantas estudiadas se eligieron al azar y se analizaron estadísticamente bajo un diseño completamente aleatorio, con dos tratamientos (los dos niveles de afección) y tres repeticiones; la unidad experimental fue una planta en la que la medición porométrica se hizo en la cuarta hoja en dirección basípeta. En el análisis de varianza se incluyó a la hora de medición como otro factor de variación, habiéndose aplicado sólo a las variables: temperatura foliar, temperatura del aire, tasa de transpiración y resistencia estomática.

Para confirmar la presencia de *Alternaria* se hicieron incubaciones en cámara húmeda de muestras de tejido dañado; las repeticiones fueron tres para cada grupo de afectación. Además, se hicieron cortes transversales del tallo en la zona de necrosamiento, para ser observadas en el microscopio compuesto y calificadas en función del daño en los tejidos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la primera fecha (7 de julio), cuando las plantas contaban con 38 días de edad, se observó que la peridermis del tallo presentaba zonas necrosadas en todas las plantas. En los dos muestreos siguientes (11 y 18 agosto), cuando las plantas estaban en las etapas de floración e inicio de fructificación, el anillo de necrosamiento había penetrado hasta el xilema y la médula. El grado de afección varió entre plantas, notándose que las menos afectadas correspondieron a las de

mayor crecimiento y de mejor aspecto visual.

El aislamiento en cámara húmeda de muestras del tejido afectado (base del tallo) de plantas jóvenes, evidenció la presencia de *Alternaria* sp.

Las temperaturas diurnas generalmente alcanzaron sus valores máximos entre las 14 y 16 horas; en el aire llegaron a cerca de 34°C y en las hojas hasta de 29.8°C, mientras que en la superficie del suelo subió hasta 47°C (Cuadro 1). La menor temperatura foliar en relación a la del aire, se atribuye al proceso transpiratorio que permitió a estos órganos disipar el calor.

Un aspecto muy notorio es que la temperatura del suelo a 0.5 cm de profundidad ( $T_{0.5}$ ) resultó de 8 a 13 °C mayor que la del aire (Cuadro 1), posiblemente debido a

las características del vertisol (color negro y alto contenido de arcilla), que le hacen absorber mucha de la radiación incidente. Asimismo, al ras del suelo, o sea donde se presenta el anillo de necrosamiento en el tallo de la planta, ocurrió un sobrecalentamiento a grado tal que el diferencial térmico entre el suelo y la hoja fue de 15°C, en promedio. Esta diferencia en temperatura es un indicador del estrés térmico al que estuvieron sometidas las células del tallo en contacto con el suelo.

Se estima que, en términos de temperatura absoluta, la región afectada del tallo estuvo sometida a temperaturas promedio de 43°C por espacio de 7 horas diarias. Cabe considerar que el jitomate logra su máxima eficiencia de crecimiento entre 22 y 25°C, y que dicha eficiencia se reduce mucho ante temperatura continua por arriba de 35°C (Guenkov *et al.*, 1974).

Cuadro 1. Temperaturas diurnas del suelo, aire y hojas en una plantación de jitomate en Zacatepec, Mor. 1990.

Hora	S u e l o		Aire Ta	Hoja Th
	T <sub>0.5</sub>	T <sub>10</sub>		
11 de agosto				
15:00	43.1	34.9	32.7 b	26.7 b
16:00	43.7	34.7	34.8 a	29.8 a
17:00	40.7	36.2	31.8 c	26.2 b
CV (%)			1.9	3.7
18 de agosto				
10:30	38.1	36.4	29.7 c	25.7 c
14:00	47.0	37.7	33.8 a	29.1 a
16:00	43.5	37.0	33.4 b	27.9 b
CV (%)			1.3	2.9

1)  $T_{0.5}$  y  $T_{10}$  corresponden a las temperaturas del suelo a 0.5 y 10 cm de profundidad, respectivamente. Medias con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan,  $P \leq 0.05$ ).

Al comparar las respuestas fisiológicas de las plantas en función del grado de necrosamiento en la base del tallo (Cuadro 2), se encontró que las plantas con menor daño presentaron resistencias estomáticas 10 a 20 veces menores en magnitud que aquellas con daño severo. En consecuencia, las primeras tuvieron tasas de transpiración 5 a 6 veces mayores y pudieron mantener una temperatura foliar inferior en casi 2°C, que las segundas.

La alta temperatura de la costra superficial del suelo parece explicar el que todas las plantas presentaran la enfermedad, ya que debieron ocurrir circunstancias climáticas similares desde el trasplante, incluso más acentuadas por haber menor sombreado del suelo en esa edad. Nótese que las plantas que sufrieron el daño más severo debieran disipar menos calor latente de vaporización que las plantas con menor daño, como se refleja en las mayores temperaturas foliares de aquéllas. Tales condiciones térmicas y sus efectos se consideran relaciona-

dos con las alteraciones morfológicas observadas (reducido tamaño foliar, engrosamiento y corrugamiento de hojas), como también lo sugieren Sívori *et al.* (1980). Es de suponerse entonces que las plantas con mayor grado de necrosamiento tuvieron un metabolismo menos eficiente, lo que repercutió en una apariencia y crecimiento inferiores a los manifestados por las plantas con menor daño por *Alternaria*.

Por tanto, se infiere que las altas temperaturas de la costra del suelo fueron promotoras o inductoras de un estado de tensión fisiológica en el jitomate, específicamente en los tejidos de la base del tallo, lo que provocó senescencia en dicho tejido y facilitó la infección por el hongo *Alternaria*. A este respecto, Alitergot *cit. pos* Kiriakov *et al.* (1978) también observó que temperaturas del aire por arriba de 38°C indujeron marcadas alteraciones en la integridad y metabolismo de plantas de jitomate, favoreciendo así la senescencia de tejidos y la incidencia de patógenos.

Cuadro 2. Respuestas fisiológicas del jitomate con dos grados de necrosamiento en la base del tallo.

Grado de	Temperatura (°C)	Transp.	R E	
11 de agosto				
Regular	32.2 ns	26.7 b	16.0 a	0.7 b
Severo	33.1	28.5 a	3.6 b	7.1 a
CV (%)	1.9	3.7	37.8	76.1
18 de agosto				
Regular	32.1 b	26.7 b	19.7 a	0.5 b
Severo	32.5 a	28.6 a	2.6 b	9.4 a
CV (%)	1.3	2.9	27.7	132.5

Ta = Temperatura aérea, Th = Temperatura foliar. Medias con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan,  $P \leq 0.5$ ); ns = no hay diferencia estadística entre medias.

Por ello se sugiere que las iniciativas de control de esta infección deben enfocarse, inicialmente, por el lado de una modificación microclimática.

## CONCLUSIONES

Se mantiene la hipótesis de que la elevada temperatura edáfica (hasta 47°C) al nivel de la base del tallo, promueve la senescencia del tejido en contacto con la superficie del suelo y posibilita la infección del mismo por *Alternaria* sp.

## Agradecimientos

Al Dr. E. Mark Engleman por su valioso auxilio en la calificación del daño en la base del tallo.

## BIBLIOGRAFIA

- Agrios, G.N. 1978. Plant Pathology. Academic Press. New York. 703 pp.
- Díaz B., V. 1990. Duración del período de resistencia juvenil en las principales variedades comerciales del estado de Morelos, bajo las condiciones ambientales de la región de Atlalahuacan, Mor. Informe CIFAP, MOR.
- Bustamante O., J.D. 1989. Líneas potenciales derivadas del cultivar de jitomate PSR-81. Informe CIFAP-MOR.
- Elenkov, E., E. Jristova, E. Loguinova, V. Spasov, y V. Boiadyiev. 1982. Rekovodstvo po rastitelma zachtita zazelenchukoproisvodstvo. X.G. Danov. Plovdiv, Bulgaria.
- Guenkov, G., T. Murtasov, y I. Minkov. 1994. Zelenchukoproizodstvo. D. izdatelstvo. Sofia, Bulgaria.
- Kiriakov, K., I. Moskov, A. Torev, y V. Vasev. 1978. Fiziologuia na rasteniata X.G. Danov. Plovdiv, Bulgaria.
- Kremer, W. y G. Unterstenhöfer. 1967. Valoración de resultados de ensayos fitosanitarios según el método de Townsend y Heuberger. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer (20/4).
- Romero C., S. 1988. Hongos Fitopatógenos. UACH. 347 pp.
- Schönbeck, F. and E. W. Schlösser. 1976. Preformed substances as potential protectants. pp: 653-678. In: Physiological Plant Pathology. R. Heitefuss and P. H. Williams (eds.). Springer-Verlag, New York. 890 pp.
- Sívori, E.M. 1980. Bases fisiológicas de la bioproducción. pp: 643-670. E. M. Sívori. E. R. Montaldi y O. H. Caso. (eds). Fisiología Vegetal. Ed. Hemisferio Sur. Argentina. 681 pp.

**En el proceso editorial del Vol. 18 Núm. 1 de la Revista Fitotecnia Mexicana colaboraron las siguientes personas:**

**TIPOGRAFIA COMPUTARIZADA:**

**Rosario Sabbagh Estrada**

**DIBUJO:**

**Moisés Aguilar Castillo**

**COORDINACION GENERAL:**

**Dr. José Luis Rodríguez Ontiveros**

ESTE LIBRO FUE IMPRESO EN LOS TALLERES  
DE EDITORIAL FUTURA, S.A. PROLONGACION  
DE ALDAMA No. 129, BARRIO LA CONCHITA,  
TEXCOCO, EDO. DE MEXICO, TEL.: 447-32.  
EL TIRAJE CONSTA DE 1000 EJEMPLARES,  
OCTUBRE DE 1995