

**RESISTENCIA DE CINCO GENOTIPOS DE *Capsicum annuum*
AL VIRUS TEXANO DEL CHILE var. *Coahuila*.**

Bravo, L., L., G. A. Frías, T., A. Sánchez L., V. M. Sánchez V. y J. A. Garzón, T.

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila. C. P.
25315. Campo Experimental C. Bajío, INIFAP-Celaya, Gto. C. P. 38060

RESUMEN

El uso de variedades resistentes es una de las estrategias del manejo integrado de plagas y enfermedades, por lo que se evaluaron cinco genotipos para resistencia de *Capsicum annuum* al virus texano del chile var. Coahuila. El período de incubación del TPGV-Coah. en los genotipos durante la etapa de plántula varió de 10.43 a 12.4 días. Los más prometedores fueron: el Tampiqueño 74 y la línea 2 LP-S-294, mientras que durante la antesis varió de 10.5 a 27.3 días, y la línea LA-S-293 fue de las más prometedoras. La resistencia de los genotipos al TPGV-Coah. manifestaron diferencias en la etapa fenológica inoculada, por las condiciones ambientales en las que se establecieron los experimentos y por la constitución genética de cada uno.

Palabras claves: *Capsicum annuum*, virus texano del chile, resistencia, genotipos, geminivirus, período de incubación

ABSTRACT

Among the techniques for control of plant diseases caused by viruses, the use of resistant varieties is one of the strategies recommended to obtain an integrated pests and diseases management. Our aim was to evaluate resistance of five genotypes of *Capsicum annuum* to Texas pepper geminivirus var. Coahuila.

An incubation period of TPGV- Coah. in the genotypes at seedling stage ranged from 10.43 to 12.4 days. The most promising results were: Tampiqueño 74 and the line 2LP-S 294, whereas at flowering it ranged from 10.5 to 27.3 days so the most outstanding line was La-S- 293. The resistance of the genotypes to TPGV- Coah showed differences at the fenology stage (inoculated); The most promising genotypes at the inoculated seedling stage were Tampiqueño 74 and criollo; at flowering the criollo and the lines 2LPS-294 and LAS-293 were the best ones, whereas at the Ejido La Leona the best lines turned out to be 2LPS-294 and LA-S-293; finally these two lines and Tampiqueño 74, were by far the best ones at the Ejido La Gamusa.

Key words: *Capsicum annuum*, Texas pepper virus, resistance, genotypes, geminivirus, incubation period.

INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum* spp) se considera de gran importancia por su valor económico, ya que ocupa el quinto lugar entre los cultivos de exportación (Gómez, *et al.*, 1991). En los últimos años, las enfermedades de origen viral son uno de los factores que afectan el rendimiento y calidad del fruto en todas las áreas productoras del país (Garzón, *et al.* 1993).

Los virus transmitidos por mosquita blanca *Bemisia tabaci* son de particular importancia, ya que para el control de este vector y de otras plagas y enfermedades, se ha recurrido al uso intensivo e indiscriminado de plaguicidas. Éstos han originado una fuerte presión de selección, e incrementado las poblaciones de mosquita blanca resistente a plaguicidas, lo que ha provocado severos desequilibrios ecológicos e incrementado los costos de producción del cultivo.

Para el control de estas enfermedades se han planteado diversas opciones, tales como la exclusión, las fechas de siembra, evitar la enfermedad por el lugar, la eliminación de reservorios del virus, el control del vector por compuestos químicos o repelentes, la producción de variedades resistentes, entre otros. (Costa, 1976). Sin embargo, estas técnicas por sí solas no son suficientes, por lo que se considera que el control de plagas y enfermedades en la agricultura mexicana debe ser dirigido a la integración de todos los métodos posibles incluyendo el biológico y el químico, para mejorar las condiciones de exportación.

Para tal fin es necesario que estos métodos sean evaluados tanto por separado como de manera integral, para determinar su uso potencial por el agricultor en cada uno de los cultivos en los que las enfermedades transmitidas por mosquita blanca son importantes.

El control de enfermedades virales mediante el uso de variedades resistentes ha sido muy eficiente en ciertos patosistemas; sin embargo, en el caso de virus transmitidos por mosquita blanca, los logros no son del todo

satisfactorios. De tal forma que el objetivo de este trabajo fue evaluar la resistencia de cinco genotipos al virus texano del chile var. Coahuila. (TPGV-Coah).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El presente trabajo se realizó en el invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAAN) y en los ejidos La Leona y La Gamusa, pertenecientes al municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, durante 1993. Los genotipos empleados en este estudio fueron:

Tratamiento 1 = Tampiqueño 74

Tratamiento 2 = Línea LA-S-293

Tratamiento 3 = Línea 2 LP-S-294

Tratamiento 4 = Variedad LR-88-14-9-4-SI-SL

Tratamiento 5 = Criollo

La variedad Tampiqueño 74 y el criollo fueron proporcionados por un productor cooperante del ejido La Leona, mientras que las restantes por el Departamento de Horticultura de la UAAAAN

Bajo Condición de Invernadero

El diseño empleado fue completamente al azar con 10 repeticiones. Los parámetros evaluados para resistencia fueron: período de incubación, altura de planta, incidencia, severidad y etapa fenológica inoculada (plántula y antesis).

Se consideró como período de incubación al tiempo transcurrido entre la alimentación de las mosquitas blancas virulíferas sobre plantas sanas de los genotipos, a la fecha de aparición de los primeros síntomas de virosis.

Para evaluar la severidad de la enfermedad en las plantas se utilizó una escala arbitraria en la que, de acuerdo con los síntomas presentes, se le asignó un número como se muestra en el cuadro 1.

La temperatura promedio diaria que se registró en el invernadero donde se realizó este trabajo, fue de $26^{\circ}\text{C} \pm \text{C}$.

Inoculación del Virus TPGV-Coah.

Se colectaron mosquitas blancas de un lote de chile serrano, variedad Tampiqueño 74, con síntomas de virosis del ejido La Leona, las cuales se confinaron en jaulas de madera cubiertas con tela de organza; posteriormente se trasladaron y liberaron sobre plantas **sanas** de los genotipos, confinadas por etapa

fenológica (plántula y antesis), en jaulas cubiertas con tela de organza. Después de tres días, las mosquitas fueron eliminadas con aspersión de cipermetrina (3ml/L). Las plantas se revisaron cada tercer día en busca de síntomas; se registró el día de la primera aparición, que correspondió al período de incubación. Éste período se determinó en base al por ciento de infección. A los 55 días después del trasplante se evaluó el resto de los parámetros. Esta operación se realizó en las dos etapas fenológicas del cultivo.

Cuadro 1. Escala de severidad para evaluar resistencia en chile al virus texano var. Coahuila.

Grados de Severidad	Descripción de Síntomas
1	Enchinamiento de hojas primarias o brotes nuevos. Planta de tamaño normal.
2	Enchinamiento hasta hojas secundarias ubicadas en la parte apical de la planta. Planta de tamaño normal.
3	Enchinamiento hasta hojas terciarias ubicadas en la parte apical de la planta. Planta de tamaño normal.
4	Enchinamiento hasta hojas secundarias en toda la planta. Planta de tamaño normal.
5	Enchinamiento hasta hojas secundarias en toda la planta. Planta achaparrada, aborto de flores.
6	Enchinamiento hasta hojas terciarias en toda la planta. Planta achaparrada, aborto de flores, frutos pequeños y malformados.

Bajo Presión Natural de Campo

Los genotipos se establecieron en los ejidos La Leona y La Gamusa; el primero presentó, en el ciclo anterior, problemas de virosis; en el segundo fue casi nula. Los materiales se sembraron en parcelas de dos surcos de 2.5 m de longitud, a una distancia entre plantas de 45 cm.

El diseño utilizado fue de bloques al azar con seis repeticiones para La Leona y cinco repeticiones para La Gamusa. Los parámetros evaluados fueron: severidad e incidencia de la enfermedad en ambos ejidos.

Para severidad se utilizó la escala arbitraria que se muestra en el cuadro 1. Los resultados obtenidos fueron procesados por el Sistema de Análisis Estadístico SAS ver. 6.04

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bajo Condiciones de Invernadero

Etapa de Plántula

El porcentaje de infección por virosis que se registró en los genotipos inoculados con *Bemisia tabaci* virulífera fue del 100 % para la variedad LR-88-14-9-4-SI-SL, del 80 % para las líneas, y del 70 % para el Tampiqueño 74 y criollo de

la región. Los genotipos no presentaron diferencias significativas en el período de incubación ($Pr>F\alpha 0.05=0.8668$, $R^2=0.04$ y C. V.=33.11). Mediante la separación por la prueba de rango múltiple de Duncan se observó que los tratamientos con mayor período de incubación fueron el Tampiqueño 74 y la línea 2 LP-S-294 con 12.41 días; le siguió la variedad LR-88-14-9-4-SI-SL y la línea LA-S-293, con 11 días y, por último el criollo con 10.43 días

Con respecto a la altura de las plantas, los genotipos mostraron diferencias altamente significativas ($Pr>F\alpha 0.05=0.0001$, $R^2=0.57$ y C. V.=37.37). Mediante la separación de medias por la prueba de rango múltiple de Duncan se determinó que las dos líneas y la variedad LR-88-14-9-4-SI-SL tuvieron los más altos promedios de altura, con 36.5, 33.77 y 30.7 cm, respectivamente; éstos difieren del Tampiqueño 74 y del criollo, que presentaron 16.3 y 11.7 cm de altura, respectivamente.

En la incidencia del virus TPGV-Coah. existen diferencias significativas entre los genotipos ($Pr>F\alpha 0.05=0.0001$, $R^2=0.998$ y C. V.=2.01). Mediante la separación de medias por la prueba de rango múltiple de Duncan se observó que la variedad LR-88-14-9-4-SI-SL difiere de los demás genotipos, por presentar el 100 % de incidencia; le siguieron las líneas LA-S-293 y 2 LP-S-294, con 80 % y por último el Tampiqueño 74 y criollo, con 70 %.

Considerando la severidad de la enfermedad, los tratamientos difirieron estadísticamente ($Pr>F\alpha 0.05=0.048$, $R^2=0.217$ y C. V.=59.0392.01). Mediante la separación de medias por la prueba de rango múltiple de Duncan se obtuvo que la variedad LR-88-14-9-4-SI-SL presentó el más alto grado de severidad (5.11),

que difiere únicamente del Tampiqueño 74, el cual presentó el más bajo nivel de severidad (2.2).

Etapa de Antesis

En esta etapa los genotipos no presentaron diferencias significativas ($Pr>F\alpha 0.05=0.2012$, $R^2=0.28$ y $C. V.=48.65$). La prueba de rango múltiple de Duncan indica que la línea LA-S-293 presentó el más largo período de incubación con 27.3 días, siguiéndole en forma descendente la línea 2 LP-S-294 con 23.25, la variedad Tampiqueño 74 con 16.42, la variedad LR-88-14-9-4-SI-SL y, por último, el criollo con 10.5 días.

Con respecto a la altura de planta, los genotipos en etapa de antesis inoculados con el virus TPGV-Coah. mostraron diferencias altamente significativas ($Pr>F\alpha 0.05=0.0001$, $R^2=0.88$ y $C. V.=8.36$). La prueba de rango múltiple de Duncan indicó que la variedad LR-88-14-9-4-SI-SL tuvo el más alto promedio de altura con 58.65 cm; le siguió el Tampiqueño 74 y la línea 2 LP-S-294 con 50.15 cm y 48.75 cm, respectivamente, y finalmente la línea LA-S-293 con 42.24 cm y el criollo con 35 cm.

En cuanto a incidencia de la enfermedad TPGV-Coah. se encontraron diferencias significativas entre los genotipos de *C. annuum*. La comparación de medias por la prueba de rango múltiple de Duncan detectó que la variedad Tampiqueño 74 presentó el más alto porcentaje de incidencia (70 %); siguió, en

forma descendente, la línea LA-S-293 con 60 %, la variedad LR-88-14-9-4-SI-SL con 50 %, la línea 2 LP-S-294 con 40 % y, por último el criollo con 20 % .

En el análisis de varianza los datos de severidad, indicaron que no existen diferencias significativas entre tratamientos ($Pr>F_{\alpha_{0.05}}=0.1964$, $R^2=0.14$ y $C.V.=126.19$). Con la comparación de medias por la prueba de rango múltiple de Duncan se observó que la variedad Tampiqueño 74 fue la que presentó el promedio más alto de severidad (2.1), mientras que el más bajo fue del criollo, con 0.77 de severidad.

DISCUSIÓN

La importancia de determinar el período de incubación radica en que es la base de los principios de manejo integrado de patógenos, ya que permite aplicar acciones más dirigidas, como realizar cambios de fecha de siembra, que junto al conocimiento del arribo del vector, permitirán que se obtenga mayor éxito, (Cortez, 1992, Hernández, 1993 y Rangel, 1995). En los resultados obtenidos en este estudio el período de incubación del virus en cada genotipo es diferente, lo que pudo obedecer a varios factores. Uno de los más probables es la constitución genética de cada genotipo. Aun cuando se desconocen los mecanismos de resistencia de las plantas a la presencia de partículas virales, en algunas

investigaciones han encontrado una correlación positiva entre los síntomas de severidad, el nivel de ADN viral y el movimiento del virus en la planta, de tal forma que bajos niveles de acumulación de ADN viral puede reflejar una reducción en la capacidad del virus para replicarse y difundirse en el tejido infectado, y así presentar síntomas ligeros y retraso en su aparición (Rom, *et al.*, 1993; Wyatt y Kuhn, 1979); de tal manera que los períodos de incubación más largos pueden ser un indicativo de mayor resistencia de los genotipos hacia el virus.

Otro factor importante es la etapa fenológica de infección, debido a que a edades más tempranas, las plantas son más susceptibles al ataque de patógenos, por la suculencia de sus tejidos que las hacen más atractivas a plagas y enfermedades; además, la actividad metabólica del cultivo en estas etapas se incrementa (Rojas, 1979), y lo que facilitó el desplazamiento o movimiento del virus dentro de la planta, lo cual provoca períodos de incubación más cortos. De ahí que este lapso de susceptibilidad se considera como crítico, por las pérdidas que pueden ocasionar los virus.

Un cuarto factor limitante es el número de mosquitas blancas infectivas empleadas en la inoculación, ya que aunque no se cuantificaron individualmente, se estima que visualmente fueron más de 1000 mosquitas en etapa de plántula, y menos de 800 en la de antesis; sin embargo, no se puede considerar que este factor haya influido en la diferencia del período de incubación, dado que se ha encontrado que entre 20 y 50 mosquitas blancas con un período de adquisición de 48 hr y de inoculación de 24 hr, es suficiente para

garantizar excelentes porcentajes de transmisión (Bird, 1986; Pilowsky y Cohen, 1990).

Un factor más fue el número de plantas que se consideró (por ciento de infección) para determinar el período de incubación. En algunos genotipos no fue muy confiable, como en el caso del criollo con dos plantas únicamente, pero sí nos dio una idea de cuál pudo ser ese período. Por lo anterior, se sugiere un número mayor de plantas infectadas, para lo cual se requiere asegurar la inoculación del virus. (Rivera, 1995).

Bajo Presión Natural de Campo

Ejido La Leona

El análisis de varianza arrojó diferencias significativas con respecto a la severidad de la enfermedad ($Pr < F_{\alpha,0.05} = 0.0336$, $R^2 = 0.57$ y $C.V. = 45.18$) para los genotipos establecidos en el ejido, bajo presión natural del virus TPGV. Al comparar las medias por la prueba de rango múltiple de Duncan, se observó que la variedad LR-88-14-9-4-SI-SL presentó el más alto promedio de severidad con 2.22 grados aun cuando no difiere significativamente de la variedad Tampiqueño 74, del criollo y de la línea LA-S-293; mientras que la línea 2 LP-S-294 presentó el promedio de severidad más bajo (1.11) de todos los genotipos.

Con respecto a la incidencia de la enfermedad TPGV-Coah., el análisis de varianza no detecta diferencias significativas entre los tratamientos ($Pr > F_{\alpha 0.05} = 0.3654$, $R^2 = 0.37$ y $C.V. = 18.58$).

Ejido La Gamusa

Al iniciar el análisis de varianza con respecto a la severidad, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($Pr > F_{\alpha 0.05} = 0.0365$, $R^2 = 0.65$ y $C.V. = 70.67$) de los genotipos establecidos en el ejido La Gamuza. Para la comparación de medias por la prueba de rango múltiple de Duncan, se detectó que el criollo presentó el más alto promedio de severidad con 2.125, y difiere significativamente de la línea 2 LP-S-294 la cual mostró una severidad de 0.45.

En cuanto al análisis de varianza para la incidencia de la enfermedad, estadísticamente no existen diferencias significativas entre los genotipos ($Pr > F_{\alpha 0.05} = 0.1023$, $R^2 = 0.569$ y $C.V. = 44.11$). Mediante la comparación de medias de rango múltiple de Duncan se determinó que la variedad LR-88-14-9-4-SI-SL fue la que presentó el promedio de incidencia más alto (76 %), aun cuando no difiere significativamente del criollo, de la variedad Tampiqueño 74 y de la línea LA-S-293; mientras que la línea 2 LP-S-294, al igual que en la severidad, presentó el promedio más bajo de incidencia (29.5 %).

Los resultados obtenidos demuestran que existen diferencias en los parámetros evaluados, las cuales están dadas primordialmente, por la constitución genética de cada cultivo y colateralmente, por el grado de resistencia,

que también es afectado por la etapa del cultivo a inocular y el ambiente del lugar. Cabe hacer mención que el criollo es resultado del mejoramiento genético tradicional del agricultor, al realizar una selección ciclo tras ciclo de los frutos con mejores características agronómicas, con una amplia variación genética y de alguna manera con resistencia a virosis, ya que elimina las enfermas. Esta actividad la realizan algunos agricultores para ahorrar la compra de semilla o, simplemente, completar de semilla.

Los genotipos que presentaron mayor resistencia al TPGV-Coah en etapa de plántula fueron el Tampiqueño 74 y el criollo, tanto en incidencia como en severidad, mientras que en floración, para incidencia fueron el criollo y la línea 2 LP-S-294, y para severidad, el criollo y la línea LA-S-293.

Mientras que en campo en el ejido La Leona, los genotipos más prometedores fueron las dos líneas, y para el ejido La Gamusa las dos líneas; en el parámetro de incidencia y severidad, las que presentaron el menor grado fueron la línea 2 LP-S-294 y el Tampiqueño 74.

Estos resultados sugieren que los genotipos presentan diferente grado de resistencia según la constitución genética, la etapa fenológica y las condiciones ambientales existentes. Resulta interesante el comportamiento de la línea 2 LP-S-294 ya que en el período de incubación presentó el más largo período, tanto en plántula como en floración. En la evaluación de resistencia bajo condiciones de invernadero resultó el más prometedor en altura (etapa de plántula) e incidencia (etapa de floración), mientras que en condiciones de campo resultó con mayor resistencia tanto en severidad e incidencia en ambos ejidos. Esta evaluación da la

pauta a seguir, para realizar estudios sobre métodos de mejoramiento genético para resistencia de TPGV-Coah.

CONCLUSIONES

El período de incubación del TPGV-Coah. en los genotipos en la etapa de plántula varió de 10.43 a 12.4 días, por lo cual los más prometedores fueron el Tampiqueño 74 y la línea 2 LP-S-294, mientras que en la etapa de floración varió de 10.5 a 27.3 días, y la línea LA-S-293 fue la más prometedora.

La resistencia de los genotipos al TPGV- Coah. manifestaron diferencias debida a la etapa fenológica inoculada, a las condiciones ambientales en las que se establecieron los experimentos y a la constitución genética de cada uno. Los genotipos más prometedores cuando se inocularon en plántula fueron Tampiqueño 74 y el criollo, cuando se inocularon en floración, fueron el criollo y las líneas 2 LP-S-294 y LA-S-293.

Los genotipos más prometedores en el ejido La Leona fueron las líneas 2 LP-S-294 y LA-S-293, en el ejido La Gamusa fueron las dos líneas y el Tampiqueño 74.

LITERATURA CITADA

Bird, J. 1986. Geminivirus y sus vectores. *Revista Mexicana de Fitopatología* 4(1): 63, 67.

Cortez, M. E. 1992. Monitoreo del desarrollo fenológico del chile serrano y sus plagas principales. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México. pp 118.

Costa, A. S. 1976. Whitefly-transmitted Plant diseases. *Ann. Rev. Inc.*.. 14:429-449.

Garzón, T. J. A., P. Y. Torres, J. T. Ascencio I., y E. L. Herrera. Inoculation of pepper with infectious clones of a new geminivirus by a biolistic procedure. *Phytopathology* 83:514-521.

Gómez, C. A. M. Schwentesius, R. R. y Merino, S. A. 1991. La producción de hortalizas de México y el Tratado de Libre Comercio con EUA y Canadá. CIESTAAM. UACH, México.

Hernández, A. J. M. 1993. Fluctuación poblacional de mosca blanca *Bemisia* y su relación con la transmisión del virus rizado amarillo del chile en Ramos Arizpe, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp73

Pilowsky, M. and S. Cohen, 1990. Tolerance to tomato yellow leaf curl virus derived from *Lycopersicon peruvianum*. *Plant Disease*. 74:248 -250.

Rangel, C. U. 1995. Control de malezas para retardar el arribo de mosca blanca *Bemisia tabaci* Genn. y su relación con la transmisión del virus del rizado amarillo del chile en Ramos Arizpe, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coah. 64 p.

Rivera, B. R. 1995. Recombinación de geminivirus y sus implicaciones en la agricultura. CEIBA. 36(1):99-102

Rojas G. M. 1979. Fisiología Vegetal aplicada. 2a. edición. McGraw 262 p.

Rom, M., Y. Antignus, D. Gidoni, M. Pilowsky, and S. Cohen, 1993. Accumulation of tomato yellow leaf curl virus DNA in tolerant and susceptible tomato lines. Plant Disease. 77:253-257.

Wyatt, S. D. and C. W. Kuhn. 1979. Replication and properties of cowpea chlorotic mottle virus in resistant cowpeas. Phytopathology. 69:125-129.