



Instituto Nacional Autónomo de
Investigaciones Agropecuarias



Programa de Modernización
de Servicios Agropecuarios

COMPORTAMIENTO DE LOS PRINCIPALES GENOTIPOS COMERCIALES DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*) AL ATAQUE DE LA MANCHA NEGRA DEL TRONCO (*Fusarium solani*) Y TIZÓN TARDIO (*Phytophthora infestans*)¹

MONICA REYES; JORGE REVELO y ELOY MORA²

RESUMEN

REYES M, REVELO J, y MORA E. 2002. Comportamiento de los principales genotipos comerciales de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) al ataque del agente causal de la mancha negra y tizón tardío. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. E.E. Santa Catalina, Quito-Ecuador.

La mancha negra del tallo y el tizón tardío son considerados como los principales limitantes del cultivo de tomate de árbol y se encuentran presentes en zonas húmedas del Callejón Interandino. Tratando de buscar una alternativa de control a estas enfermedades se procedió a investigar el comportamiento de los principales genotipos comerciales de tomate de árbol al ataque de estas enfermedades. La presente investigación se realizó en el laboratorio e invernadero del área de Nematología del Departamento de Protección Vegetal de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Para la mancha negra del tallo, se evaluaron seis tratamientos resultantes de la combinación de los factores: genotipos (común, amarillo gigante y mora gigante) y *Fusarium solani* (con inóculo y sin inóculo). El diseño utilizado fue de bloques completos al azar con 10 repeticiones. Se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y DMS al 5% para las comparaciones ortogonales genotipo común vs. genotipos amarillo gigante y mora gigante y amarillo gigante vs. mora gigante. Para el caso del tizón tardío, los factores fueron: genotipos (común, amarillo gigante y mora gigante) de tomate de árbol y *P. infestans* (con inóculo y sin inóculo). Las variables evaluadas fueron: para mancha negra, período de incubación y tamaño de la lesión con cuyos datos se elaboraron curvas de crecimiento; para tizón tardío, período de incubación e incidencia de la enfermedad. El análisis de variancia para período de incubación, detectó diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, genotipos, hongo y su interacción, así como también para la comparación ortogonal entre genotipos amarillo y mora gigante. La comparación genotipo común (g1) vs. genotipos gigantes (g2 y g3) no presentó significación estadística. Según Tukey al 5% el mayor período de incubación se obtuvo en el genotipo mora gigante tanto para tratamientos, factores y comparaciones ortogonales, siendo el promedio de incubación de 2.08 días. Similar situación se observó en tamaño de lesión a los 60 días, donde se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, factores y su interacción. También se detectó diferencias significativas en las comparaciones ortogonales planteadas. Según Tukey al 5% las menores lesiones se obtuvieron en el genotipo común para tratamientos, factores y comparaciones ortogonales, respectivamente, siendo la media 16.08 mm². En cambio, para tizón tardío, el mayor período de incubación y la menor incidencia de la enfermedad se registraron en los genotipos común y amarillo gigante. Según los resultados obtenidos se concluye que los genotipos mora, amarillo gigante y común de tomate de árbol, son susceptibles al ataque de *F. solani* y de *P. infestans*, de los cuales el genotipo común es menos susceptible.

Palabras claves adicionales: Comportamiento de ecotipos, Mancha negra del tronco, tomate de árbol.

¹ Este trabajo fue realizado como parte de la tesis de Ing. Agr. del primer autor.

² Respectivamente: Ing. Agr. M. Sc., Ing. Agr. E.E. Santa Catalina, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, A.A. 17-01-340, Quito-Ecuador.

INTRODUCCION.

Morales (2001), las enfermedades más importantes del tomate de árbol en el Ecuador, son: “nudo de la raíz” (*Meloidogyne incognita*), “tizón tardío” o “lancha” (*Phytophthora infestans*), “antracnosis” (*Colletotrichum gloesporoides*), “mancha negra del tronco” (*Fusarium solani*), cenicilla (*Oidium spp*) y virus del tamarillo.

La enfermedad mancha negra del tronco esta presente en las zonas húmedas de las provincias de Imbabura, Pichincha, Tungurahua y Azuay, siendo mayor su incidencia en años y épocas de clima lluvioso.

Hasta el año 2000, esta enfermedad no fue de importancia. En este año, debido a la presencia del fenómeno del Niño, se registran lotes completamente aniquilados en las provincias de Azuay y Tungurahua. Este hecho permitió deducir que la incidencia de la enfermedad depende de condiciones de clima lluvioso. Además, en el mismo año, se determinó que el daño no pudo ser evitado debido a que el control realizado fue errado, al confundir esta epifitía con la enfermedad tizón tardío o lanchar por la similitud de los síntomas (Mora y Revelo, 2000).

Velasteguí (1988), reporta como agente causal de esta enfermedad al hongo *Fusarium* especie *solani*. Mora y Revelo (2000), de muestras de tejido enfermo de tomate de árbol recolectadas en las provincias de Tungurahua e Imbabura al realizar los diferentes aislamientos y efectuar las pruebas de patogenicidad y postulados de Koch, determinan también al hongo *Fusarium solani* como agente causal.

En cuanto a tizón tardío o lanchar, es una de las enfermedades severas del tomate de árbol, esta enfermedad prefiere zonas húmedas con temperaturas semi – cálidas. El agente causal es el hongo *Phytophthora infestans*, considerado como el patógeno de mayor importancia agrícola a nivel mundial, el cual causa tizones sobre varios cultivos especialmente de Solanáceas (Agrios, 1995).

El daño ocasionado por este patógeno es similar en sus hospederos, reportándose básicamente daño en hojas y brotes tiernos, sin embargo en el cultivo de papa y tomate de mesa, cuando el ataque es muy severo y las condiciones climáticas óptimas, la enfermedad progresa hacia los tallos.

Para el control de estas enfermedades, los agricultores no disponen de alternativas eficientes. El control químico mediante aspersión de fungicidas en forma irracional, es el único medio que disponen y está influenciado por las casas comerciales de agroquímicos. Los agricultores a pesar de las aplicaciones exageradas de productos químicos, usualmente experimentan pérdidas de sus cultivos, especialmente por el ataque de mancha negra, cuyo control esta mal orientado. Por esta razón buscan frecuentemente capacitación sobre nuevas alternativas de control, las cuales será

posible desarrollar en base al conocimiento del comportamiento de las variedades comerciales de tomate de árbol en relación al grado de resistencia o susceptibilidad al ataque de estos patógenos.

Lo anotado motivó a realizar el presente estudio cuyo objetivo fue determinar las probables diferencias en comportamiento de los principales genotipos comerciales de tomate de árbol, al ataque de *Fusarium solani* y *Phytophthora infestans*.

MATERIALES Y METODOS.

La presente investigación se realizó en el laboratorio e invernadero del área de Nematología del Departamento de Protección Vegetal de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) ubicado en la Provincia de Pichincha, Cantón Mejía, Parroquia Cutuglahua, Longitud 78° 33' O, Latitud 0° 22' S, Altitud 3050 msnm.

Para la obtención del inóculo de las dos enfermedades, se realizó un muestreo en las principales provincias productoras de tomate del árbol: Pichincha, Tungurahua y Azuay. En cada provincia, de plantas enfermas se tomó muestras de tejido de los estratos ápice, rama primaria y tallo.

Las muestras de tejido sano y enfermo, fueron lavadas con agua potable, se desinfectaron con clorox al 20% durante tres minutos, luego se lavaron por tres veces consecutivas con agua esterilizada y se colocaron en papel absorbente estéril para eliminar el exceso de agua. A continuación se sembraron tres trocitos de tejido sano y enfermo en los medios de cultivo agar centeno (AC) específico para *Phytophthora* y Nash específico para *Fusarium*. Los platos petri fueron mantenidos en una estufa a temperatura constante de 20 °C.

Una vez identificados los microorganismos y seleccionadas las cepas, estas fueron purificadas y conservadas en los siguientes medios: tubos con arena estéril para cepas de *Fusarium* y tubos con agar centeno para *Phytophthora*.

Para los estudios de comportamiento varietal, se procedió a realizar cultivos monospóricos, con lo cual se garantizó la pureza de las cepas aisladas. Las cepas seleccionadas, purificadas y crecidas en medio PDA, se cortaron secciones de 5 mm. Cada sección, conteniendo medio y micelio de la colonia, se depositó en un tubo con 10 ml de agua estéril y se agitó por 5 segundos. A continuación, con un asa de platino estéril se tomó una alícuota de la solución para realizar un rayado en la superficie de un plato petri conteniendo medio agar-agua. El rayado se realizó primero en forma de triángulo y luego para toda la superficie del medio. Los platos petri se dejaron a medio ambiente por el lapso de 24 horas para que germinen las esporas. Transcurrido este tiempo y con un bisturí, se cortó un segmento del medio

que contenía una espora germinada. Finalmente el segmento se transfirió a un plato con PDA que fue colocado en una incubadora a 20 °C.

Para conocer la respuesta de los genotipos comerciales de tomate de árbol frente al ataque de *F. solani*, se evaluaron seis tratamientos resultantes de la combinación de los niveles de los factores: genotipos (común, amarillo gigante y mora gigante) y *F. solani* (con inóculo y sin inóculo) (Cuadro 1), bajo un diseño de bloques completos al azar con 10 repeticiones. Se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y DMS al 5% para las comparaciones ortogonales genotipo común vs. genotipo amarillo gigante y, mora gigante y amarillo gigante vs. mora gigante.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para determinar el comportamiento de los principales genotipos comerciales de tomate de árbol, al ataque del agente causal de la mancha negra del tronco.

Factores	Niveles ¹	Tratamientos	Significado
Genotipos	g1	g1 f0	Común sin inóculo
	g2	g1 f1	Común con inóculo
	g3	g2 f0	Amarillo gigante sin inóculo
<i>F. solani</i>	f0	g2 f1	Amarillo gigante con inóculo
	f1	g3 f0	Mora gigante sin inóculo
		g3 f1	Mora gigante con inóculo

¹ g1 = común, g2 = amarillo, g3 = mora gigante; f0 = sin inóculo, f1 = con inóculo

Fusarium solani se inoculó a plantas de dos meses de edad crecidas en macetas de dos kilogramos de capacidad, las cuales fueron limpiadas de residuos químicos (fungicidas) antes de la inoculación. A continuación, a los tallos se realizó una herida mecánica con una aguja hipodérmica y luego se roció la suspensión conidial a una concentración de 5×10^6 macro conidias por mililitro. Las plantas inoculadas fueron colocadas en una cámara bajo condiciones de humedad ambiental de 80% y temperatura de 16 °C. Las variables consideradas fueron: periodo de incubación (tiempo a la aparición de los primeros síntomas), para lo cual, a partir de la inoculación se registró el tiempo tomado a la aparición de las primeras lesiones típicas de la mancha negra y se expresó en días; Tamaño de la lesión, variable que se midió a los 10 y 60 días de la inoculación, registrando el tamaño (área) de la lesión mediante un patrón con divisiones milimétricas. Con estos datos se procedió a elaborar curvas de crecimiento.

Para el caso de *Phytophthora*, se realizó una prueba de comportamiento varietal de tipo exploratorio, para lo cual a los genotipos común, amarillo y mora gigantes, se inoculó la cepa 16.1, aislada de ápice de plantas infectadas. La inoculación se realizó en 10 plantas de dos meses de edad por cada genotipo. Estas plántulas fueron crecida en una maceta de dos kilogramos de capacidad, las cuales fueron limpiadas de residuos químicos (fungicidas) antes de su inoculación. La inoculación se realizó

asperjando al ápice de la planta, un microlitro de una solución conidial a una concentración de 20 esporangios/ml. Las plantas inoculadas fueron colocadas en una cámara bajo condiciones de humedad ambiental de 80% y temperatura de 16 °C. Las variables consideradas fueron: Periodo de incubación (tiempo a la aparición de los primeros síntomas), para lo cual, a partir de la inoculación se registró el tiempo tomado a la aparición de las primeras lesiones típicas de la enfermedad; incidencia, variable que se midió a los 10 y 12 días de la inoculación, registrando el número de plantas que presentaron síntomas característicos de la enfermedad y de plantas sanas y se expresó en porcentaje.

RESULTADOS.

Mancha negra del tronco

En el Cuadro 2, se presenta el análisis de variancia para período de incubación, observándose diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, genotipos, hongo y su interacción, así como también para la comparación ortogonal entre genotipos amarillo y mora gigante. La comparación genotipo común (g1) vs. genotipos gigantes (g2 y g3) no presenta significación estadística. Las diferencias estadísticas determinadas fueron corroboradas por el análisis funcional de comparación de medias (Cuadros 3, 4 y 5). En promedio, a los 2.08 días aparecieron los primeros síntomas (período de incubación). El coeficiente de variación de 12.96% muestra la confiabilidad de los resultados.

Cuadro 2. Análisis estadístico para periodo de incubación y tamaño de lesión en el comportamiento de tres genotipos comerciales de tomate de árbol al ataque del agente causal de la mancha negra del tronco. Cutuglahua, Pichincha. 2003.

F de V	GL	Periodo de incubación (días)		Tamaño de lesión (mm ²)	
Total	59				
Tratamientos	5	52.98	**	3216.63	**
Genotipos	2	1.12	**	140.68	**
g1 vs g2, g3	1	0.21	ns	146.30	*
g2 vs g3	1	2.03	**	135.06	*
<i>F. solani</i>	1	260.42	**	15520.42	**
G x F	2	1.12	**	140.68	**
Repeticiones	9	0.05	ns	29.36	ns
Error	45	0.07		27.47	
Promedio		2.08		16.08	
CV (%)		12.96		32.59	

Similar situación se determinó con la variable tamaño de lesión a los 60 días, donde se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, los factores en estudio y su interacción, aspecto que fue corroborado por el análisis funcional (Cuadros 3, 4 y 5). También se detectan diferencias estadísticas significativas en las comparaciones ortogonales planteadas, sin embargo al realizar el análisis de comparación de medias, estas ocupan el mismo rango de significación (Cuadro 5). El promedio general fue de 16.08 mm² y el coeficiente de variación de 32.59%, valor considerado aceptable tomando en cuenta que se trabajó con microorganismos cuyo comportamiento es sensible a variaciones del clima como lo reporta Velasteguí (1996).

Cuadro 3. Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos en las variables periodo de incubación y tamaño de lesión. Cutuglahua – Pichincha 2003.

Tratamientos	Descripción	Periodo de incubación (días)	Tamaño de lesión (mm ²)
g1f0	Común sin inóculo	0.00 a	0.00 c
g1f1	Común con inóculo	4.00 c	27.75 b
g2f0	Amarillo gigante sin inóculo	0.00 a	0.00 c
g2f1	Amarillo gigante con inóculo	3.80 c	30.70 a
g3f0	Mora gigante sin inóculo	0.00 a	0.00 c
g3f1	Mora gigante con inóculo	4.70 b	38.05 a

Cuadro 4. Prueba de significación Tukey y DMS al 5% para los factores en estudio en las variables periodo de incubación y tamaño de lesión. Cutuglahua, Pichincha. 2003.

Factores	Niveles - Descripción	Periodo de incubación (días)	Tamaño de lesión (mm ²)
Genotipos (g)	g1 Común	2.00 b	13.88 a
	g2 Amarillo gigante	1.90 b	15.35 a b
	g3 Mora gigante	2.35 a	19.02 b
<i>F. solani</i> (f)	f0 Sin inóculo	0.00 a	0.00 a
	f1 Con inóculo	4.17 b	32.17 b

Cuadro 5. Prueba de significación DMS al 5% para las comparaciones ortogonales en las variables período de incubación y tamaño de lesión. Cutuglahua – Pichincha 2003.

Comparaciones ortogonales	Genotipos	Período de incubación (días)	Tamaño de lesión (mm ²)
g1	Común	2.00	13.88 a
g2 + g3	Gigantes	2.12	17.18 a
g2	Amarillo gigante	1.90 b	15.35 a
g3	Mora gigante	2.35 a	19.02 a

A pesar de que el genotipo mora es el que presenta el mayor período de incubación, es decir retarda el apareamiento de síntomas de la enfermedad, es el que presenta mayor tamaño de lesión, mostrando susceptibilidad a *F. solani* (Cuadro 5 y Foto 1). Similar susceptibilidad presenta el genotipo gigante amarillo, al compartir el rango de significación con el genotipo mora (Cuadro 5 y Foto 2).

Por su parte, el genotipo común, que a pesar de que en el análisis funcional de medias no presenta diferencias vs. los genotipos gigantes en las variables estudiadas (Cuadro 5), presenta el menor tamaño de lesión a los 60 días de la inoculación, mostrando menor susceptibilidad al ataque de *F. solani* (Foto 3).

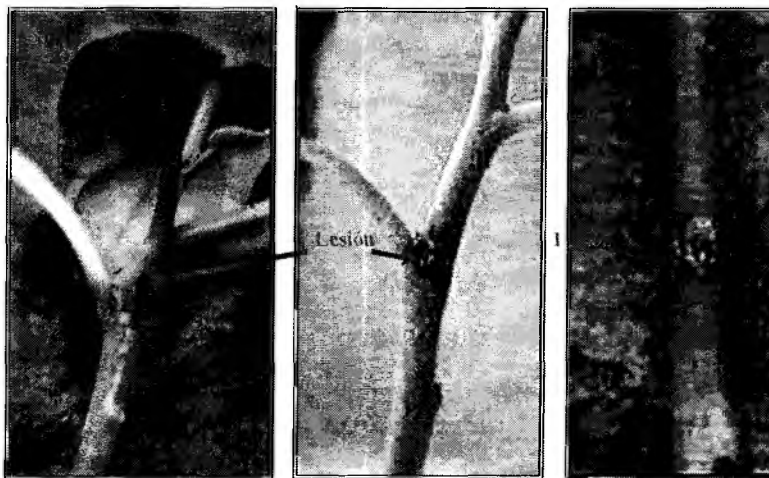


Foto 1. Variedad mora

Foto 2. Ecotipo amarillo gigante

Foto 3. Ecotipo común

En el Gráfico 1, se puede apreciar el comportamiento de los genotipos en lo que se refiere a tamaño de lesión. Los genotipos gigantes mora y amarillo, presentan una tendencia ascendente durante el desarrollo del ensayo, siendo la variedad mora la que alcanza el mayor tamaño de lesión. Es importante recalcar que el genotipo común presenta un tamaño de lesión mayor durante las primeras fases del ensayo, para luego estabilizarse y finalmente alcanzar el menor tamaño a los 60 días.

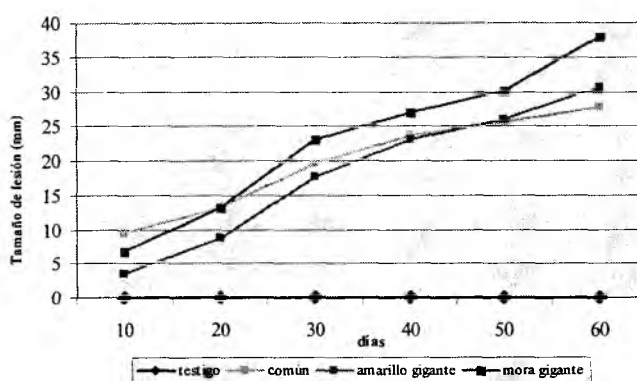


Gráfico 1. Comportamiento de tres genotipos de tomate de árbol al ataque de *Fusarium solani* en la variable tamaño de lesión. Cutuglahua – Pichincha 2003.

Tizón Tardío o Lancha

En cuanto a *P. infestans*, las plantitas de los tres genotipos de tomate de árbol inoculadas, presentaron los síntomas típicos de la enfermedad tizón tardío (Foto 4) y, según los datos consignados en el Cuadro 6, presentaron similar periodo de incubación de la enfermedad, pero en el caso del genotipo gigante mora, que a los 10 días de la inoculación presentó 100% de incidencia, a los 12 días las plantas fueron muertas (Foto 5); en cambio, el genotipo común presentó un menor grado de susceptibilidad al registrar 40% de incidencia a los 12 días de la inoculación.



Foto 4. Plántulas de tomate de árbol de los tres genotipos inoculadas con *Phytophthora infestans* mostrando síntomas característicos de la enfermedad tizón tardío. Cutuglagua, Pichincha. 2003.



Foto 5. Genotipo mora gigante mostrando síntomas severos de la enfermedad tizón tardío a los 10 días de la inoculación. Cutuglagua, Pichincha. 2003.

Cuadro 6. Período de incubación y porcentaje de incidencia de tizón tardío inducidos por *Phytophthora infestans* en plantas de tomate de árbol de tres genotipos comerciales. Cutuglagua, Pichincha. 2003.

Genotipos	Incubación (días)	Cepa 16.1 de <i>Phytophthora infestans</i>	
		Incidencia a los 10 días (%)	Incidencia a los 12 días (%)
MORA	4	100	100
COMÚN	5	20	40
AMARILLO	5	20	60

En la literatura disponible, no se encontró un estudio sobre comportamiento varietal a estas enfermedades, únicamente Muñoz (1986) y Morales (2001) manifiestan que el genotipo común ha sido paulatinamente reemplazada por los genotipos gigantes debido a su probable resistencia al ataque de plagas y enfermedades, determinando en el presente estudio que los genotipos gigantes son más susceptibles a las dos enfermedades que el genotipo común, resultados que coinciden con observaciones preliminares realizadas por Mora y Revelo (2001).

CONCLUSIONES.

La variedad mora y los ecotipos amarillo gigante y común de tomate de árbol, son susceptibles al ataque de *F. solani* y de *P. infestans*, de los cuales el ecotipo común es menos susceptible.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios (PROMSA), por el apoyo financiero y técnico que permitió realizar el presente estudio. A la Sra. Myriam Jácome por su colaboración en la edición de este documento.

BIBLIOGRAFÍA.

- AGRIOS, G. 1995. Fitopatología. 3a. ed. Traducido del Inglés por Manuel Guzmán Ortiz. México: Edit. Limusa. 756 p.
- MORA, E; REVELO, J. 2000. Identificación del organismo causal de la enfermedad conocida como “mancha negra”, “pata de puerco” o fusariosis en Tomate de árbol. Informe Final s.p.

- MORALES, J. 2001. Diagnóstico Agro-socio-económico del cultivo de Tomate de Arbol en cuatro provincias del Ecuador. Tesis de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 120 p.
- MUÑOZ, F. 1986. Diagnóstico de la Situación de la producción de algunas especies frutales en Ecuador. Quito: USAID. p 112-134
- SANCHEZ, A.; LOPEZ, I.; SALAZAR, J.; FIALLOS, W. 1995. Manejo integral del cultivo de tomate de árbol. Ministerio de Agricultura y ganadería. FAO-Proyecto TCP-ECU-2353. sp
- VELASTEGUI, J. 1996. Problemas radiculares en frutales de la Sierra Ecuatoriana. In: Seminario subregional sobre "Manejo pre y post-cosecha de frutales y hortalizas para exportación. (1995, Pillaro, ECU) 1996. Memorias Pillaro Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. P 92-96
- 1988. Principales enfermedades del Tomate de árbol. Ambato, Publicación Técnica 59 p.