



Incidençia y severidad de mancha grasienta (*Mycosphaerella citri* Whiteside) en diferentes portainjertos de cítricos

Incidence and severity of greasy spot (*Mycosphaerella citri* Whiteside) on different citrus grafts

Álvaro González-Hernández¹; Dagoberto Guillén-Sánchez^{2*}; Irán Alia-Tejagal¹; Víctor López-Martínez¹; Porfirio Juárez-López¹; Edgar Martínez-Fernández³; Daniel Bárcenas-Santana²

1 Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), Av. Universidad No. 1001, Col Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México. C.P. 62209.

2 Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc (EESuX). Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM). Av. Nicolás Bravo s/n, Parque Industrial Cuautla, Xalostoc, Ayala, Morelos, México. C.P. 62717.

3 Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), Av. Universidad No. 1001, Col Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México. C.P. 62209.

*Autor correspondiente: dagoguillensanchez@outlook.es (D. Guillén-Sánchez).

D. Guillén-Sánchez:  <https://orcid.org/0000-0001-5958-4969>

RESUMEN

El cambio climático, entre otros factores, ha tenido un impacto significativo en el rendimiento de algunos cultivos. Por lo que resulta importante identificar caracteres en los genotipos de cítricos injertados que permitan disminuir el daño de algunas enfermedades fúngicas como *Mycosphaerella citri* para lograr un mejor manejo en campo. El objetivo del trabajo fue evaluar la incidencia y severidad natural de la Mancha grasienta (*M. citri*) de diferentes variedades de naranja injertadas en la (EESuX), UAEM. Se plantaron 16 combinaciones con genotipos diferentes de árboles, en un arreglo espacial rectangular y un diseño completamente al azar a una densidad de 357 plantas por ha⁻¹. La incidencia de manchas grasientas ocasionada por *M. citri* en hojas y su intensidad en el ensayo fueron registradas, a la vez que se midieron los efectos de las temperaturas, precipitaciones y H. R en relación con el desarrollo del patógeno. Los resultados indicaron que las combinaciones de Naranja Agrio-Mars y Volkameriano-Hamlin fueron las de mayor incidencia de mancha grasienta. La mayor severidad de la enfermedad fue registrada en la combinación Volkameriano-Hamlin. Todas las variedades sobre patrón Volkameriano fueron sensibles a la enfermedad, mientras que las injertadas sobre Citrange C-35 fueron poco afectadas.

Palabras clave: Porta injerto; cítricos; incidencia; severidad.

ABSTRACT

Climate change, among other factors, has had a significant impact on the yield of some crops. Therefore, it is important to identify characters in the grafted citrus genotypes that allow to reduce the damage of some fungal diseases such as *Mycosphaerella citri* to achieve better management in the field. The objective of this work was to evaluate the incidence and natural severity of citrus greasy spot (*M. citri*) of different orange varieties grafted in the (EESuX), UAEM. Were plated 16 combinations with different tree genotypes in a rectangular spatial arrangement and a completely random design at a density of 357 plants per ha⁻¹. The citrus greasy spot incidence caused by *M. citri* on leaves and their intensity during the time of the test were recorded, while the effects of temperatures, rainfall, and relative humidity (RH) in relation to the development of the pathogen were measured. The results indicated that combinations of Naranja Agrio-Mars and Volkameriano-Hamlin were those with the highest incidence of citrus greasy spots. The highest severity of the disease being recorded in the Volkamerian-Hamlin combination. All grafted varieties in Volkameriano were sensitive to disease, while those grafted on Citrange C-35 were little affected.

Keywords: Grafts; citrus; incidence; severity.

Recibido: 01-02-2020.

Aceptado: 24-05-2020.

INTRODUCCIÓN

Entre las enfermedades criptogámicas más importantes en los cítricos, se encuentran: *Phytophthora* spp., *Mycosphaerella citri* y *Lasiodiploida theobromae* (García et al., 2018). En general, estos patógenos causan lesiones y pudrición del tallo (Yan et al., 2017), manchas necróticas en las hojas, defoliación de los árboles, pudrición de las frutas y raíces, disminuyen el vigor y la producción de la planta hasta su muerte (Showler, 2017).

Varios factores influyen en la aparición de tales enfermedades, salpicaduras de lluvia, escorrentía, sistemas de riego por aspersión, estancamiento de agua, variedades susceptibles e injertos cerca del suelo. Sin embargo, los diferentes métodos de control son insuficientes, si no hay un manejo integrado de plagas, que permita al productor tomar las decisiones correctas para monitorear, prevenir, controlar o erradicar los diferentes fitopatógenos (Sáenz et al., 2019).

Por lo que hoy cobra gran importancia el fenómeno de reconversión asociada a nuevas variedades, patrones y procesos, orientados hacia el comercio internacional (García, 2017).

En la citricultura, los portainjertos se emplean por su capacidad de modificar la calidad de la fruta (Dubey y Sharma, 2016). Algunos reportes realizados sobre la evaluación de cultivares de

naranja en diferentes portainjertos son significativos en Colima y Veracruz (Curtí et al., 2012).

El portainjerto más utilizado en la región es el Naranja 'Agrio', el cual es susceptible al virus de la tristeza de los cítricos, por lo que se ha recomendado a los productores tener más de tres portainjertos y que poco a poco, vayan reemplazando este (Berdeja et al., 2016).

En Morelos, se ha generado información básica sobre la fenología de limón Persa y naranja Valencia (Alía et al., 2011), pero no se han estudiado otras combinaciones de portainjertos y variedades de cítricos. La mayor parte de los cítricos en el estado, se encuentran establecidos sobre Limón Volkameriano (*C. volkameriana* Ten. & Pasq), y algunos sobre naranja Agrio (*Citrus aurantium* L), y mandarina (*Citrus reticulata*) (Lugo et al., 2009). Por tanto, se asume que existe un pobre conocimiento en estos ecosistemas sobre diversas combinaciones de injertos y su uso posterior en un MIP.

Por lo que, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento de diferentes variedades de cítricos injertadas, frente a la incidencia y severidad natural de mancha grasienta (*Mycosphaerella citri* Whiteside).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Campo Experimental de la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc (EESuX) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), Parque Industrial Cuautla, Cd. de Ayala, Morelos, desde abril del 2017 a abril del 2018. En una superficie de 6000 m², plantado sobre un suelo migajón arcillo-arenoso, con pH de 7,03, localizado en las coordenadas geográficas 18°49' Latitud Norte y 99°01' Longitud Oeste, a una altitud 1330 msnm. Según el (INEGI, 2018) el clima que predomina en el lugar es cálido subhúmedo el cual se encuentra presente en el 87% de la superficie del estado.

Los portainjertos y variedades fueron obtenidos del vivero certificado "Cazones", ubicado en Cazones de Herrera, Veracruz. Se adquirieron 149 plantas de un año de edad después de ser injertadas. Los portainjertos empleados fueron: Amblycarpa (*Citrus amblycarpa* Ochse), Naranja Agrio (*Citrus aurantium* L), Limón Volkameriano (*Citrus volkameriana* Pasq) y Citrange C-35 (*Poncirus trifoliata* [L.] Raf. x *Citrus sinensis* L) y cuatro variedades de naranja: 'Campbell', 'Hamlin', 'Mars' y 'Jaffa'. Obteniéndose 16 combinaciones de portainjerto-variedad (Tabla 1). Las plantas fueron certificadas por el Laboratorio de Alta Tecnología Xalapa S.C. (LATEX), registrado ante SENASICA en Xalapa, Veracruz, certificadas como libres de agentes patógenos. Las que fueron llevadas al área del experimento y aisladas en un invernadero para su aclimatación hasta el trasplante.

La evaluación de la severidad de la enfermedad (PI), aplicada al follaje (hojas), se fundamentó en

El manejo agronómico de la plantación se ejecutó de acuerdo con lo recomendado por (Lugo et al., 2009; Ariza et al., 2009).

Tabla 1

Relación del portainjerto-variedad de cítricos y sus combinaciones

No. de combinaciones	Portainjerto	Variedad	No. de plantas
1		Campbell	10
2	Amblycarpa	Hamlin	10
3		Jaffa	10
4		Mars	7
5		Campbell	10
6	Volkameriano	Hamlin	10
7		Jaffa	10
8		Mars	9
9		Campbell	10
10	Citrange C-35	Hamlin	10
11		Jaffa	9
12		Mars	9
13		Campbell	9
14	Naranja Agrio	Hamlin	9
15		Jaffa	8
16		Mars	9
Total			149

La incidencia y severidad de la mancha grasienta (*M. citri*) fue determinada en cinco arboles por tratamiento, seleccionados al azar. En cada árbol se marcaron dos ramas con cintas de color rojo, de las cuales se evaluaron ocho hojas, cuatro de la parte inferior y cuatro de la parte superior de cada planta.

una escala de seis grados empleada por (Mondal y Timmer, 2006; Guillén et al., 2017) (Tabla 2).

Tabla 2

Escala de grados para evaluar la severidad de *M. citri* según (Mondal y Timmer, 2006)

Grados	Porcentaje de daños/síntomas (%)
0	hojas sanas
1	1 a 5
2	6 a 10
3	11 a 15
4	16 a 20
5	> 20

Para determinar la Incidencia de la enfermedad se aplicó la siguiente fórmula:

$$I = A \cdot 100 / a \tag{1}$$

Donde:

A: Número de Hojas enfermas en el tratamiento

a: Número de Hojas totales muestreadas

I: Incidencia.

Los árboles se plantaron en un arreglo espacial rectangular con un diseño completamente al azar, a 7 m entre hileras y 4 m entre plantas, dando una densidad de plantación de 357 plantas por ha.

El trasplante se realizó en abril de 2017, en cepas de 35 a 50 cm de profundidad, al fondo de cada cepa se agregó 3 kg de lombricomposta y posteriormen-

te se colocó la planta. Se aplicó un riego para evitar el estrés y eliminar el espacio poroso.

Los datos fueron transformados en por ciento según la fórmula (Townsend y Heuberger, 1943),

$$P = [\sum n. v / CM. N]. 100 \tag{2}$$

Donde:

P - media ponderada de severidad

N - número de hojas por cada clase en la escala

v - valor numérico de cada clase

N - número total de hojas en la muestra

CM - categoría mayor

Los datos de incidencia e intensidad obtenidos en cada evaluación se procesaron con el programa estadístico SAS, ver. 9, aplicando un análisis de varianza (ANOVA) simple y prueba de medias de Tukey, previa comprobación de los supuestos paramétricos de Normalidad.

Las precipitaciones, temperatura y humedad relativa fueron tomadas durante el estudio de la Estación Meteorológica más cercana al sitio experimental, perteneciente a la red de estaciones automatizadas de la SAGARPA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican, que las precipitaciones registradas desde abril del 2017 hasta abril del 2018, estuvieron por encima de 100 mm durante los meses de junio-septiembre; en abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre se registraron menos 25 mm acumulados. La temperatura media alcanzó su máximo de 26,8 °C en abril y 19,3 °C el nivel más bajo en diciembre. La humedad relativa presente fue alrededor del 80%, por lo que las condiciones climáticas fueron favorables para el desarrollo de la enfermedad. Algunos autores mencionan que 15 °C y

1 mm de agua disponibles influyen sobre la liberación de las ascosporas de *Mycosphaerella* (Vicent et al., 2011), otros afirman que la humedad relativa (HR) debe ser cercana al 100% con temperaturas de 25-30 °C (McGovern, 2003).

Mientras que Martínez (2019) calculó que las pseudotecias y la tasa de maduración fueron inversamente proporcionales a las temperaturas de 4 a 20 °C. Sin embargo, la tasa de maduración de las ascosporas fue directamente proporcional a la temperatura en ese rango.

La incidencia de *M. citri* (Figura 1), sobre los portainjertos Amblycarpa combinados con las variedades Jaffa y Hamlin, así como en Volkameriano combinado con las variedades Jaffa, Hamlin y Mars, tuvieron las mayores afluencias de la enfermedad, mismas que logran tener su mayor porcentaje en la 3^{era} evaluación sobre Amblycarpa con Campbell y Hamlin (40%), seguidos de

Volkameriano con Hamlin, Jaffa y Mars (39-40%), sin diferencias con Naranja Agrio y Mars (43,5%).

La severidad o porcentaje de intensidad del daño (Figura 2), se mantuvo durante el ensayo entre 10-29% para las combinaciones Amblycarpa y Hamlin, Volkameriano y Hamlin y Naranja Agrio con las variedades Mars y Jaffa. Teniendo una mayor afectación en la primera evaluación con Amblycarpa y Hamlin (16%), sin diferencia con Volkameriano y Hamlin (15%), así como en Naranja Agrio-Mars (14,5%). Y posteriormente en la tercera evaluación donde aumento la severidad consecuente al potencial de inoculo presente sobre Amblycarpa y Hamlin (16),

sin diferencias con Volkameriano y Hamlin (15%) y Naranja Agrio y Mars (15,6%).

A partir de la cuarta evaluación fue disminuyendo la intensidad del daño excepto en Naranja Agrio y Mars (29,5%). Según Arias y Carrizales (2007), cuando la severidad acumulada es inferior al 10%, es posible controlar la enfermedad. Sin embargo, cuando esta supera el 20%, ya no es rentable poner en funcionamiento estrategias de control.

Por lo que el uso de algunas de las combinaciones de injertos, unido a tratamientos oportunos de fungicidas podría reducir la severidad de *M. citri* y los gastos de plaguicidas en campo.

Coincidiendo con (Sáenz et al., 2019) en que métodos de control aislados serían insuficientes en cítricos, si no se cuenta con un manejo integrado de plagas.

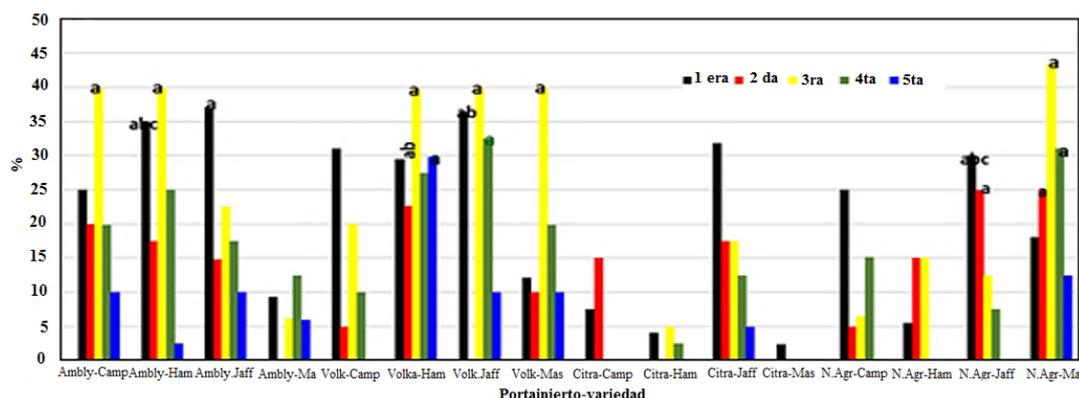


Figura 1. Incidencia de *M. citri* en diferentes combinaciones de portainjerto-variedades de cítricos en Morelos. Los valores de los promedios en las barras con letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos.

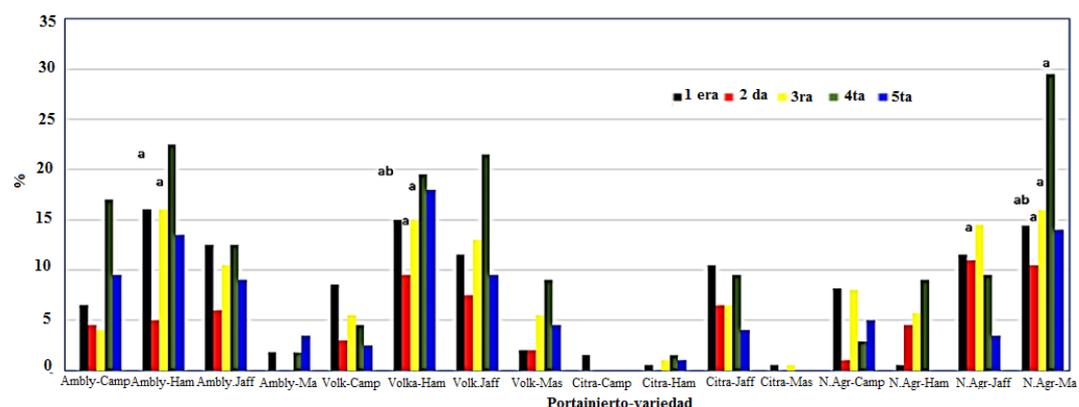


Figura 2. Severidad de *M. citri* en diferentes combinaciones de portainjerto-variedades de cítricos en Morelos. Los valores de los promedios en las barras con letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos.

CONCLUSIONES

Las condiciones climáticas registradas durante el ensayo fueron favorables para la aparición y desarrollo de *M. citri*. La incidencia de la enfermedad fue mayor en la tercera evaluación, donde también hubo una mayor intensidad de los daños. El portainjerto Amblycarpa combinado con las variedades Jaffa, Hamlin, así como Volkameriano con Jaffa, Hamlin y Mars, tuvieron la

mayor incidencia de la enfermedad. Mientras que las combinaciones con mayor intensidad del daño fueron: Amblycarpa y Hamlin, Volkameriano y Hamlin y Naranja Agrio con Mars y Jaffa. Mientras que las variedades injertadas sobre Citrange C-35 fueron poco afectadas por mancha grisenta durante el estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfa, T.I.; Lugo, A.A.; Ariza F.R.; Valdez, A.L.A.; López, M.V.; Pacheco, H.P. 2011. Manual de producción del limón 'Persa' y naranja 'Valencia' en el estado de Morelos. Folleto Técnico número 57. INIFAP, SAGARPA. Campo Experimental Zacatepec, Morelos, México. 89 pp.

Arias, R.B.; Carrizales, L. 2007. Control químico de la antracnosis del mango (*Mangifera indica* L.) en pre y pos cosecha en el municipio Cedeño, Estado Monagas, Venezuela. Bioagro 19(1): 19-25.

Ariza, F.R.; Alia, T.I.; Lugo, A.A.; Ambriz, C.R.; López, V. 2009. Manejo Agronómico para la producción de naranja 'Valencia' en el Estado de Morelos. INIFAP-SAGARPA, Folleto Técnico. No. 49. Zacatepec, Morelos, México. 27 pp.

Berdeja, A.R.; Aguilar, M.L.; Moreno, V. D.; Vázquez, H.G.; Ibáñez, M. A.; y Ontiveros, C. R. 2016. Calidad de fruta de lima 'Persa' en diferentes portainjertos en Veracruz, México. Acta Agríc. Pecu. 2(1): 17-22.

Curtí, D.S.A.; Hernández, G.C.; Loredó, S.R.X. 2012. Productividad de limón 'Persa' injertado en cuatro portainjertos en una huerta comercial de Veracruz, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 18(3): 291-305.

Dubey, A.K.; Sharma, R.M. 2016. Effect of rootstocks on trees growth, yield, quality, and leaf mineral composition of lemon (*Citrus limon* (L.) Burm.). Sci Hortic (Amsterdam) 200(8): 131-136.

García, A.O. 2017. Agricultura Familiar y Agroindustrias: Subordinación productiva. Los casos de la Citricultura y la Fruticultura de Argentina (2003-2016). Redes (St. Cruz Sul, Online), Santa Cruz do Sul, 22(2): 374-400.

- García, M.J.F.; Olmo, M.; García, J.M. 2018. Effect of ozone treatment on postharvest disease and quality of different citrus varieties at laboratory and at industrial facility. *Postharvest Biol. Technol.* 137(3):77-85.
- Guillén, D.S.; Hernández, P.R.; Andrade, M.R.; López, V.M.; Alía, T. I.; Juárez, L.P. 2017. Eficacia de seis fungicidas en el control de *Mycosphaerella citri* Whiteside en naranja, Var. 'Valencia' en Tlayecac, Morelos, México. *Revista Centro Agrícola* 44(3): 71-79.
- INEGI. 2018. Clima Morelos. Disponible en: <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/formacion/mor/territorio/clima.aspx?tema=me&e=17.territorio/clima.aspx?tema=me&e=17>.
- Lugo, A.A.; Ambriz, C.R.; Alía, T. I.; Ariza, F.R.; López, M.V. 2009. Manejo agronómico para la producción de limón 'Persa' en el estado de Morelos. Folleto para productores. INIFAP. México. No. 48. 27 pp. Disponible en: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/handle/123456789/2932>
- Martínez, M.J.; Conesa D.; López, Q.A.; Mira, J.L.; Vicent, A. 2019. Modelling Inoculum Availability of *Plurivorosphaerella nawae* in Persimmon Leaf Litter with Bayesian Beta Regression. Sep. 18. *Rev. BioRxiv.* 771667.
- McGovern, R.J. 2003. Reduction of Defoliation in Citrus caused by *Mycosphaerella citri* with a Novel Biocompatible Fungicide. *Plant Dis.* 87(2): 134-138.
- Mondal, S.N.; Timmer, L.W. 2006. Relationship of the severity of citrus greasy spot, caused by *Mycosphaerella citri*, to ascospore dose, epiphytic growth, leaf age, and fungicide timing. *Plant Dis.* 90(2): 220-224.
- Sáenz, P. C.; Osorio, H.E.; Estrada, D.B.; Poot, P.W.; Delgado, M.R.; Rodríguez, H.R. 2019. Principales enfermedades de los cítricos. *Rev Mex De Cienc Agric.* 10(7): 1653-1665.
- Showler, A.T. 2017. Suppression of greasy spot disease caused by (*Mycosphaerella citri* Whiteside) on grapefruit trees in an organic orchard using an aqueous organic mixture of composted cornmeal, humic acid, molasses, and fish oil versus vegetable oil. *Crop Prot.* 99(9): 137-143.
- Townsend, G.R.; Heuberger, J.W. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicides experiments. *Plant Dis.* 27(17): 340-343.
- Vicent, A.; Bassimba, D.D.; Intrigliolo, D.S.M. 2011. Effects of temperature, water regime and irrigation system on the release of ascospores of *Mycosphaerella nawae*, causal agent of circular leaf spot of persimmon. *Plant Pathol.* 60(5): 890-908.
- Yan, H.X.; Zhong, Y.; Jiang, B.; Zhou, B. R.; Wu, B.; Zhong, G.G. 2017. Guanggan (*Citrus reticulata*) shows strong resistance to *Phytophthora nicotianae*. *Sci Hortic.* 225(12): 141-149.