

**Etiología e incidencia de hongos patógenos de la raíz de cuatro genotipos de sandía cultivados en cinco sistemas de producción**

HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ Angelina\*†, AYVAR-SERNA, Sergio, DURÁN-RAMÍREZ, José Aurelio y SALMERÓN-ERDOSAY, Jesús

\*Ing. Agr. Fitotecnista egresada del CEP-CSAEGro.

†Centro de Estudios Profesionales del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CEP-CSAEGro). Av. Guerrero 81 Primer piso. Col. Centro. CP. 40,000. Iguala, Gro.

Recibido Junio 4, 2014; Aceptado Octubre 13, 2014

**Resumen**

La sandía (*Citrullus lanatus* Trunb.) es una fruta muy apetecible en la temporada de calor por la gran cantidad de agua que contiene; además, es generadora de gran derrama económica, por el transporte, distribución de agroinsumos, exportación y jornales directos empleados desde la siembra hasta la cosecha, en todas las regiones productoras. Este cultivo ocupa el segundo lugar dentro de las Cucurbitáceas, por la superficie cultivada. Se siembra principalmente en Sonora, Sinaloa, Jalisco, Chihuahua y Veracruz, en donde se presentan diversos problemas fitosanitarios causados por hongos habitantes del suelo que infectan la raíz en diferentes etapas fenológicas del ciclo biológico de la planta; los cuales provocan debilitamiento, amarillamiento, marchitamiento y muerte total de la planta (Figura 1); dando como consecuencia, la baja productividad y menor rentabilidad en la producción de esta hortaliza; en los diversos sistemas de producción tradicionales, convencionales y tecnificados como riego por goteo solo, o combinado con acolchado y/o agríbon.

**Etiología, incidencia, hongos.****Abstract**

Watermelon (*Citrullus lanatus* Trunb) is a very appetizing fruit in the hot season by the large amount of water it contains; Moreover, it is generating great economic benefit for transportation, agri distribution, export and direct wages employees from planting to harvest in all producing regions. This crop ranks second in Cucurbitaceae, by acreage. It is planted mainly in Sonora, Sinaloa, Jalisco, Chihuahua and Veracruz, where various plant health problems caused by soil fungi that infect people root in different phenological stages of biological cycle of the plant are presented; which cause weakening, yellowing, wilting and death of the whole plant (Figure 1); giving as a result, low productivity and lower profitability in the production of this vegetable; in the various systems of traditional, conventional and technologically advanced production such as drip irrigation alone, or combined with padding and / or agríbon.

**Etiology, incidence, fungi.**

**Citación:** HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ Angelina, AYVAR-SERNA, Sergio, DURÁN-RAMÍREZ, José Aurelio y SALMERÓN-ERDOSAY, Jesús. Etiología e incidencia de hongos patógenos de la raíz de cuatro genotipos de sandía cultivados en cinco sistemas de producción. Foro de Estudios sobre Guerrero. Mayo 2013 Abril 2014, 1-1: 93-98

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: ayvarsernas@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Las principales especies de hongos que se han reportado asociadas con este problema son: *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl Fr. f. sp. *niveum*, *Macrophomina phaseolina* (Tassi.) Goid., *Sclerotium rolfsii* Saccardo., *Monosporascus cannonballus* Pollack & Uecker y *Rhizoctonia solani* Kühn. (CAB, 2000; Zitter et al., 2004).

En Xalitla, Gro. se presenta la pudrición de la raíz, que tiende a ser más severa y causar mayores daños, porque se siembra en pequeñas superficies, mediante sistemas tradicionales que favorecen la infección de hongos habitantes del suelo, que constituyen uno de los principales factores limitantes de la producción de esta hortaliza.

La mejor estrategia para combatir esta problemática, es el manejo integrado; pero para llevarlo a cabo con éxito, es fundamental primero, identificar los agentes causales responsables de la enfermedad.

Por este motivo se consideró importante identificar a estos patógenos y determinar el grado de incidencia, para contribuir a que sea más efectivo el manejo integrado y se disminuyan las pérdidas económicas en esta actividad hortícola.

## Objetivos

La presente investigación tuvo los objetivos siguientes:

Identificar los principales géneros de hongos asociados con la raíz infectada, de cuatro genotipos de sandía cultivados en cinco sistemas de producción. Evaluar el efecto del genotipo y sistema de producción sobre la incidencia de estos hongos fitopatógenos.

Determinar el efecto interactivo entre genotipo y sistema de producción sobre la incidencia de los hongos.



Fase inicial



Fase final

**Figura 1** Síntomas de infección en la raíz (Anónimo, 2013a; 2013b).

## Materiales y métodos

**Área de estudio.** La presente investigación se realizó en el laboratorio de Fitopatología del CEP-CSAEGro.

**Lote de muestreo.** El muestreo se llevó a cabo en abril del 2012, en un cultivo experimental establecido en la comunidad de Xalitla Gro. por la tesista Ma. del Rocío López Santiago, con el objetivo de comparar el rendimiento de cuatro genotipos de sandía en cinco sistemas de producción; se recolectaron las plantas con todo y raíz que presentaban síntomas de marchitamiento y necrosis en el cuello y raíz. Las muestras se colocaron en bolsas de papel, y se trasladaron al laboratorio, en donde se efectuaron, el aislamiento, la purificación e identificación de los hongos asociados con la pudrición radical del cultivo. **Procedimiento de muestreo.** Se tomó en cuenta el croquis de distribución de los tratamientos evaluados en el experimento de López (2013). Se extrajeron las raíces de tres plantas de cada parcela chica; por lo tanto, se obtuvieron en total, 240 muestras (plantas enfermas), para procesarlas en el laboratorio.

Aislamiento de los hongos. Se utilizó la técnica de cámara húmeda para inducir la esporulación y/o crecimiento micelar fungoso mediante el procedimiento siguiente:

**Cámara húmeda.** En cada muestra, se seleccionaron raíces pequeñas, medianas y la principal; en cada categoría se cortaron al azar trocitos (5 piezas) de 0.5 cm<sup>2</sup>; se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 1%, por un minuto; se enjuagaron con agua destilada esterilizada por un minuto; se colocaron 5 trocitos por caja Petri. Ésta se etiquetó y se incubaron por una semana a temperatura ambiente en el laboratorio.

**Purificación e identificación de los hongos.** Los tejidos vegetales infectados colocados en las cámaras húmedas, se observaron en el microscopio estereoscopio para localizar aquellos que presentaban colonias fungosas, micelio y esporas; se tomaron muestras de estas estructuras para realizar la identificación del hongo. Se hicieron preparaciones con lactofenol claro (frotis), para observar en el microscopio compuesto las principales características de importancia taxonómica, como son: el color, septación y ramificación de las hifas; la forma, color, septación y formación de esporas. La morfología observada sirvió de base para la utilización de las claves ilustradas de Nelson et al. (1983); Barnett y Hunter (2000) y Watanabe (2002), que permitieron la identificación del género y especie de los aislamientos fungosos obtenidos.

**Variables de estudio.** Se determinó sólo la incidencia de cada género de hongo, considerando las 15 submuestras utilizadas de cada raíz procesada. Los datos obtenidos de la incidencia de los hongos identificados, se sometieron al análisis de varianza y a la prueba de Tukey ( $\alpha < 0.05$ ).

## Resultados y discusión

En el lote experimental las enfermedades radicales fueron más severas, en la fase de inicio de cosecha (2° corte). Se identificaron como agentes causales, especies de *F. oxysporum* Schl., *M. phaseolina* (Tassi) Goid, *M. cannonballus* Pollack & Uecker, *S. rolfsii* Sac. y *R. solani* Kühn.; resultados que coinciden con lo reportado, a nivel mundial por Barnett y Hunter (2000), CAB (2000), Watanabe (2002) y Zitter (2004). Se describe la incidencia de cada una enseguida.

***F. oxysporum* Schlechtendahl.** En las raíces infectadas produce micelio blanco con abundantes macro y microconidios (Figura 2), clamidosporas de pared gruesa, con una o dos células; características morfológicas que coinciden con las descritas para este hongo, por diversos autores (Nelson et al, 1983; Agrios, 2005; Zitter et al., 2004; Escalona et al., 2009). La incidencia del hongo no manifestó variaciones significativas por efecto de los genotipos, sistemas de producción e interacción de estos dos factores de estudio. El hongo se presentó de manera aleatoria, en las raíces de las plantas; no obstante, en las que se cultivaron mediante riego por gravedad, hubo menor incidencia (22%), en comparación con los promedios obtenidos, de 24.72 a 30.13 %, en las unidades experimentales que tenían riego por goteo solo y combinado con acolchado y agribón. Asimismo, se determinó que el híbrido Perla resultó menos afectado que los otros tres genotipos evaluados; sobre todo que, Campeche que tuvo 30 %. La media general en el lote experimental fue de 27.16%.

***M. phaseolina* (Tassi) Goid.** En las raíces dañadas produce abundante micelio oscuro que forma microesclerocios negros y redondeados; además forma picnidios negros, globosos, con ostiolo pequeño; los conidióforos son hialinos, largos, curvos y cilíndricos; los conidios son ovales, unicelulares, pueden ser hialinos o café rojizos. Estas mismas características han sido descritas por Romero (1988) y CAB (2000).

La incidencia del hongo no manifestó variaciones significativas por efecto de los sistemas de producción ni por la interacción; sin embargo, en genotipos se manifestaron diferencias estadísticas. Las plantas cultivadas con riego por goteo solo, tuvieron menos incidencia del patógeno (38.75%); pero cuando este sistema se combinó con Agribón, se incrementó la incidencia (49.44%; Figura 2); aunque estas variaciones no fueron estadísticamente diferentes. La variedad Jubilee obtuvo la máxima incidencia (50%), porque no tiene incorporada resistencia a este patógeno; en comparación con el híbrido Perla que registró el promedio menor 36%; (Figura 3).

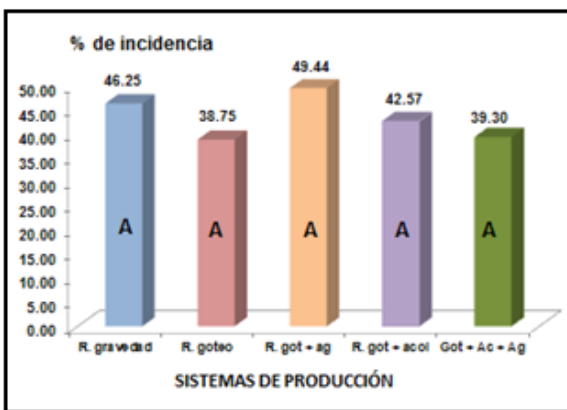


Figura 2 Incidencia de *M. phaseolina* en los cinco sistemas de producción de sandía.

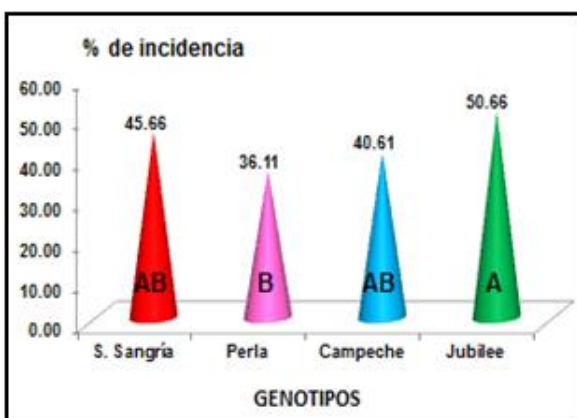


Figura 3 Incidencia de *M. phaseolina* en cuatro genotipos de sandía.

*M. cannonballus* Pollack & Uecker. En la raíz no se aprecian fácilmente las hifas hialinas y septadas, pero se observa claramente unos puntos negros, redondos y algo emergentes, que son los cuerpos fructíferos de este hongo, denominados peritecios, de forma globosa (Figura 4); presentan un anillo periapical por donde salen las ascosporas. Las ascas son evanescentes, piriformes o a clavadas; la ascospora es esférica, de color negro brillante y lisas (Figura 4). Estas características coinciden con las mencionados por Watanabe (2002) y Zitter et al., (2004). La incidencia del patógeno manifestó variaciones significativas por efecto de los sistemas de producción; sin embargo, esta variable no fue afectada por los genotipos y la interacción de estos dos factores en estudio. El hongo infectó más a las raíces de plantas cultivadas en riego por gravedad, en donde la incidencia fue superior al 24%; en comparación con el menor promedio (5.55%) obtenido en riego por goteo y agribón (Figura 5). Es probable que en el sistema de riego por gravedad, se favorezca la infección y colonización del hongo, porque se presentan variaciones amplias en humedad y temperatura del suelo; porque cuando se riega se satura con agua el terreno (exceso) y a medida que transcurre el tiempo, disminuye la disponibilidad de ésta (estrés), tal como lo señala García (1998). Asimismo, la incidencia fue menor en Campeche (14.78) y, mayor en Jubilee (20.11;Figura 6).

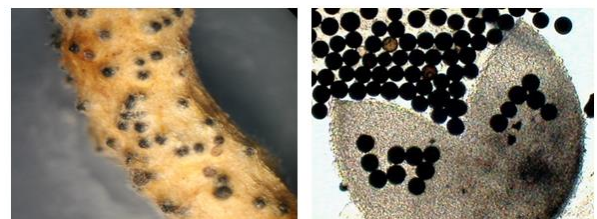
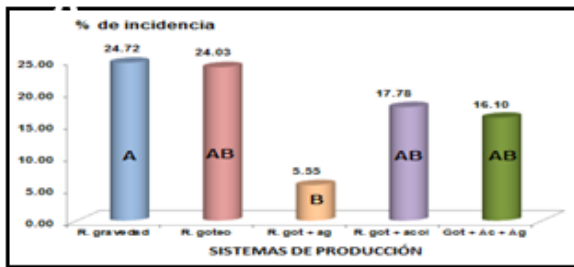
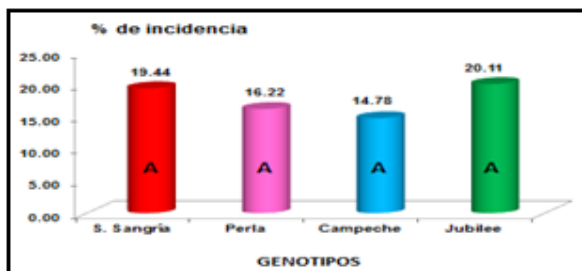


Figura 4 Peritecios de *M. cannonballus* en raíz en cámara húmeda (izq.); Peritecio y ascosporas (der.) (Sales, 2005).



**Figura 5** Incidencia de *M. cannonballus* en los 5 sistemas de producción.



**Figura 6** Incidencia de *M. cannonballus* en los 4 genotipos.

*S. rolfsii* Sac. En las raíces este hongo forma una película o capa algodonosa con el micelio que recubren la superficie infectada; además forma un entrecruzamiento de cordones blancos, entre los que aparecen numerosos esclerocios duros, esféricos, de color blanco, pardo o negruzco (Figura 7). Estas características coinciden con las mencionadas, por Agrios (2005) y; Barnett y Hunter (2000) y Anónimo (2013c).



**Figura 7** Micelio y esclerocios de *S. rolfsii* (Anónimo, 2013d).

La incidencia de *S. rolfsii* no manifestó variaciones significativas por efecto de los sistemas de producción, sin embargo en genotipos si hubo diferencia significativa y la interacción de estos dos factores de estudio hubo diferencia altamente significativa.

La interacción de los dos factores evaluados, se manifestó porque el efecto de los sistemas de producción, varió en función del genotipo; de tal manera que, por ejemplo, en las plantas cultivadas con riego por goteo y acolchado, se obtuvo en el híbrido Súper Sangría el mayor promedio (31.11%); pero con el mismo sistema, la variedad Jubilee tuvo la menor incidencia (5.55), que en todos los tratamientos. La media general fue de 19.66% de incidencia.

*R. solani* Kühn. En la raíz se pueden observar hifas con ramificaciones en ángulo recto, vacuoladas, con tabiques gruesos, el color varía de castaño a castaño rojizo. Produce esclerocios en forma de masas miceliales, de color blanco, que luego se oscurecen; son irregulares, grandes, visibles a simple vista; de consistencia dura (Agrios, 1985; Barnett y Hunter, 2000; Watanabe, 2002). La incidencia de *R. solani* no manifestó variaciones significativas por efecto de los sistemas de producción e interacción de estos dos factores de estudio, pero en genotipos si hubo diferencia significativa. En las plantas cultivadas con riego por goteo, este patógeno tuvo la mayor incidencia (20.97%), en comparación con aquellas que se regaron por gravedad, en donde el promedio fue el menor (5.97) de todos. En las unidades experimentales cultivadas con Jubilee, se obtuvo mayor incidencia (18%), porque este material genético, no es tolerante a esta enfermedad; mientras que el genotipo Súper Sangría fue el menos infectado por el patógeno 8%.

## Conclusiones

Se identificaron las especies de hongos : *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl, *Sclerotium rolfsii* Saccardo, *Monosporascus cannonballus* Pollack & Uecker y *Rhizoctonia solani* Kühn.



Estos patógenos presentaron incidencias generales de 43.26, 27.16, 19.66, 17.64, y 12.69 %, respectivamente.

Los sistemas de producción provocaron diferencias significativas sólo en la incidencia de *M. cannonballus*, que fue más frecuente en las plantas regadas por gravedad.

Los genotipos presentaron diferencias significativas en las incidencias de *M. phaseolina* y *R. solani*, que infectaron más a las raíces de las plantas de la var. Jubilee.

El efecto de la interacción sistema de producción x genotipo fue altamente significativo en la incidencia de *S. rolfsii*, que presentó la mayor y menor incidencias en Súper Sangría y Jubilee cultivadas mediante riego por goteo con acolchado.

## Referencias

Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. Fifth edition. Elsevier Academic Press. San Diego, California, USA. 922 p.

Anónimo. 2013a. *Fusarium oxysporum* en el cultivo de sandía. Obtenido de la red: <http://www.hortalizas.com/articulo/10680/marchitez-en-melon-y-sandia>. Fecha de consulta: 10/05/13.

Anónimo, 2013b Imágenes de *Fusarium*, *Rizotocnia*, *Esclerotium* y *monosporascus cannonballus*. Obtenido de la red: <http://scielo.unam.mx/pdf/rmfi/v26n1/v26n1a11.pdf>. Fecha de consulta: 09/05/13.

Anónimo, 2013c. *Macrophomina phaseolina*. Obtenido de la red: <http://www.sinavimo.gov.ar/plaga/macrophomina-phaseolina>. Fecha de consulta: 09/05/13.

Anónimo. 2013d. Esclerocios de *Sclerotium rolfsii*. Obtenido de la red: [http://ncsupdicblog.blogspot.mx/2012\\_02\\_01\\_archive.html](http://ncsupdicblog.blogspot.mx/2012_02_01_archive.html). Fecha de consulta: 20/11/13.

Barnett, H.L. and Hunter, B. B. 2000. Illustrated genera of imperfect fungi. (4th Ed). The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. 218 pp.

CAB. 2000. Crop Protection Compendium. Wallingford, UK: CAB INTERNATIONAL. Escalona, C. V.; Alvarado, V. P.; Monardes, M. H.; Urbina, Z. C. y Martin, B. A. 2009. Manual del cultivo de sandía y melón in: <http://www.agronomia.uchile.cl>. Fecha de consulta: 21/03/13.

Nelson, P.E.; Tousson, T.A. and Marasas, W.F.O. 1983. *Fusarium* species. An illustrated manual for identification. The Pennsylvania State University. USA. 193 pp.

Watanabe, T. 2002. Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi. Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species. Second Edition. CRC Press LLC. Washington, D.C.. United States of America. 506 p.

Zitter, A.T; Donald, L.H. y Claude, E.T. 2004. Plagas y enfermedades de las cucurbitáceas. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. Barcelona. 88 pp.