

**ESTRATEGIA DE MANEJO DE
FUSARIUM OXYSPORUM F. SP.
MORI EN ZARZAMORA**

2018

Estrategia de manejo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *mori* en zarzamora, 2018

- 1. Descripción general.** *Fusarium oxysporum* se reportó recientemente como un problema fitopatológico que ataca al cultivo de la zarzamora (*Rubus* spp.), ocasionando síntomas de marchitez y muerte de plantas. En 2011 se identificó en el cultivar “Tupy” en los Reyes, Michoacán, en donde se encuentra la mayor producción de este cultivo en México (Gordon *et al.*, 2016), con 5,000 hectáreas en producción y que representan el 41% a nivel nacional (SIAP, 2017). En el mismo año, *F. oxysporum* se reportó en zarzamora en California, E.U., con una incidencia hasta del 40 % (Gordon *et al.*, 2016).

La marchitez vascular causada por *F. oxysporum* puede aparecer en cualquier etapa del cultivo, invadiendo el tejido vascular de las plantas hospedantes (Nel *et al.*, 2007; Elmer, 2006; Koike y Gordon, 2015). Cabe destacar que *F. oxysporum* se compone de un número de linajes distintos, por lo que representa un complejo de varias especies diferentes (O'Donnell *et al.*, 2009) en donde se han empleado múltiples técnicas moleculares para identificar diferencias en las secuencias al azar entre grupos subespecíficos de *F. oxysporum*, entre ellos el polimorfismo en la longitud de los fragmentos de restricción (RFLP), la amplificación aleatoria de ADN polimórfico (RAPD) y el polimorfismo de longitud de fragmentos amplificados (AFLP) (Lievens *et al.*, 2008).

Derivado del análisis filogenético efectuado mediante técnicas moleculares y estudios de rango de hospedantes a los aislamientos de *F. oxysporum* procedentes de México y California, se plantea el designar a *F. oxysporum* patogénico a zarzamora como *Fusarium oxysporum* f. sp. *mori*, el cual a través de pruebas *in vitro* se identificó que también puede afectar a algunos cultivares de fresa, mientras que en arándano y frambuesa no desarrollaron síntomas (Pastrana, *et al.*, 2017).

- 2. Objetivos del programa.** Prevenir y detectar *Fusarium oxysporum* en zarzamora.
- 3. Acciones.** La estrategia general para el manejo de la marchitez causada por *F. oxysporum* se debe basar en un enfoque preventivo, considerando que no hay tratamiento eficaz para plantas enfermas (Nel *et al.*, 2007; Elmer, 2006; Koike y Gordon, 2015). Además, es importante tener en cuenta que es un hongo que permanece en el suelo en donde puede sobrevivir por décadas en forma de clamidosporas, estructura de resistencia que le permite continuar aún en ausencia del hospedante o condiciones ambientales no favorables (Ploetz, 2015). Las medidas de prevención contra *F. oxysporum* f. sp. *mori* en zarzamora serán las siguientes:
 1. De preferencia, no establecer plantaciones en campos en donde se tenga antecedente de infestación por *F. oxysporum*. Por lo que es importante realizar análisis fitopatológicos de los suelos antes de la plantación y cerciorarse de no tener esta especie de hongo con una incidencia mayor a 10,000 propágulos por gramo de suelo.
 2. En caso de detectarse la presencia del patógeno en el suelo, es importante realizar la desinfección del mismo con Piclor (60 cloropicrina: 40 1,3 dicloropropeno) a una dosis de **300-350 lb/acre** o Cloropicrina sola a dosis de 300-400 lb/acre y en

Estrategia de manejo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *mori* en zarzamora, 2018

ambos casos tapar con plástico VIF o TIF (estos plásticos potencializan el efecto de estos productos). También podrían aplicarse métodos no químicos como, solarización, biosolarización, desinfección anaeróbica (ASD); o realizar inundación de suelo conocida como biofumigación (incorporación de abono verde o residuos de la familia *Brassicacea*, así como cascarilla de arroz a razón de 18 a 20 toneladas por hectárea y cubrir con plástico, durante un periodo de 4 a 8 semanas).

3. Establecer plantaciones nuevas utilizando material vegetativo libre de *F. oxysporum* f. sp. *mori*, que provenga de viveros certificados. Los viveros deben de contar análisis de laboratorio que garanticen la sanidad del material.
4. Promover el equilibrio microbiano del suelo.
5. En lo posible, evitar el uso de riego rodado, a fin de reducir o evitar la transmisión de parcela a parcela sustituyéndolo por riego por goteo.
6. Plantar en terrenos nivelados, reduciendo la posibilidad de formación de encharcamientos.
7. Plantar en camas elevadas y proveer un buen drenaje del terreno.
8. Realizar monitoreos semanales para la detección oportuna de síntomas causados por *F. oxysporum* f. sp. *mori* y aplicar las medidas correctivas tan pronto sea posible.
9. Desinfección de herramientas (palas, azadones, tijeras y podadoras entre otras) y equipos con una solución de Hipoclorito de sodio a una concentración del 10%.
10. El material vegetal resultado de la poda, retirarlo de predio (compostearlo o quemarlo, siguiendo las regulaciones locales a este respecto).
11. Realizar tratamientos con fungicidas y activadores de resistencia químicos y biológicos en las primeras etapas del cultivo (Utilizar únicamente productos autorizados por COFEPRIS, consultar la lista de plaguicidas publicada por ANEBERRIES) en predios de producción orgánica, seguir la legislación correspondiente y aplicar solo productos registrados y autorizados para su uso en este sistema de producción.

Las acciones que se realizarán para el manejo de *F. oxysporum* en zarzamora serán: exploración, diagnóstico, e implementación de las medidas aquí descritas incorporadas en un programa de manejo integrado plagas, para ello se hace necesario conocer el patógeno, su interacción con el medio ambiente, el hospedante y la forma en la que las herramientas disponibles impactan en el patógeno para que no cause daño económico o su impacto sea reducido al máximo posible.

Estrategia de manejo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *mori* en zarzamora, 2018

4. Metodología de las acciones a realizar.

4.1 Exploración. En los predios de zarzamora se deberá efectuar exploración para la detección de la enfermedad, la actividad consistirá en realizar un recorrido empleando el método de guarda griega (Figura 1), en búsqueda de la presencia de síntomas. Estos muestreos visuales deben iniciar a los 30 días después de la poda a ras del suelo y continuar hasta el fin de la temporada.

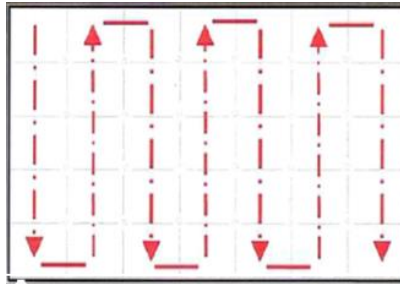


Figura 1. Recorrido en guarda griega durante la exploración.

La marchitez en zarzamora causada por *F. oxysporum* f. sp. *mori* se caracteriza por un amarillamiento de las hojas basales que avanza paulatinamente a toda la planta, el desarrollo de una línea o franja de color negro que inicia generalmente en la base de la caña y asciende hacia el tercio apical, posteriormente, las plantas se marchitan y mueren. En las primocañas estos síntomas no siempre aparecen y las cañas solo se marchitan y mueren sin presentar amarillamiento, aunque sí llegan a mostrar la línea o franja negra en el tercio basal de las plantas; las raíces, las coronas y el sistema vascular muestran una necrosis o una coloración rojo a marrón (Hernandez-Cruz *et al.*, 2015) (Figura 2, 3, 4, 5 y 6).

Estrategia de manejo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *mori* en zarzamora, 2018



Figura 2. Decoloración externa (línea o franja negra) en tallo de planta de zarzamora infectada por *F. oxysporum* f.sp. *mori*. Foto: Pastrana *et al*, 2017.



Figura 3. Amarillamiento típico y marchitez causada por *F. oxysporum* en zarzamora cultivar "Tupy". Foto: Rebollar *et al*, 2017.



Figura 4. Decoloración interna en la corona de planta de zarzamora infectada por *F. oxysporum*. Foto: Hernández, 2016.



Figura 5. Decoloración interna en el tallo de planta de zarzamora infectada por *F. oxysporum*. Foto: Hernández, 2016.

Estrategia de manejo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *mori* en zarzamora, 2018



Figura 6. Necrosis de tejidos vasculares en base de la planta y raíces principales asociado a *Fusarium oxysporum* f. sp. *mori* en Zarzamora.

4.2 Diagnóstico. Cuando se detecten síntomas sospechosos, se procederá a coleccionar secciones transversales del tallo, en lo posible que corresponda a una altura de aproximadamente 25 cm respecto al suelo, se marcará la planta con un listón de color amarillo y se colocará una etiqueta para identificar de que planta proviene la muestra.

De cada muestra se considerarán los siguientes datos: fecha de colecta, nombre del productor, nombre del huerto, datos de georreferenciación (latitud y longitud en grados decimales), número de planta, cultivo, variedad, etapa fenológica, comunidad, municipio y Entidad Federativa, con la finalidad de ubicar la planta que resulte positiva a *F. oxysporum*.

Las muestras colectadas se conservarán y transportarán en hieleras con geles refrigerantes congelados, selladas con cinta adhesiva para asegurar que las muestras no se dañen y se enviarán a la brevedad al laboratorio para confirmar el diagnóstico correspondiente.

Las muestras se enviarán al Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF); ubicado en Km 37.5, carretera Federal México-Pachuca, C.P. 055740, Tecámac, Estado de México o a los laboratorios de diagnóstico fitosanitario aprobados por el SENASICA, etiquetadas con los siguientes datos: fecha de colecta, nombre del productor, nombre del huerto, datos de georreferenciación (latitud y longitud en grados decimales), cultivo, variedad, comunidad, municipio y Entidad Federativa. Para las muestras dirigidas al CNRF, se deberá procurar que los envíos se realicen de lunes a miércoles para evitar retrasos en el servicio de mensajería y pérdida de calidad en la muestra. Se deberá adicionar el formato de solicitud de diagnóstico fitosanitario debidamente requisitado.

4.3 Control cultural. Las plantas que resulten positivas a *F. oxysporum*, de considerarse viable, deberán eliminarse desde la raíz e incinerarse en un sitio específico y confinado,

Estrategia de manejo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *mori* en zarzamora, 2018

considerando que el hongo permanece en latencia en los restos de tejidos vegetales en descomposición, por lo que representa una fuente de inóculo. Esta alternativa de control deberá considerarse como última opción, una vez que las aplicaciones del resto de las medidas aquí mencionadas no hayan tenido el efecto esperado.

El material resultante de la poda, debe ser retirado del predio, composteado o incinerado, para eliminar fuentes de inóculo que pudieran diseminar e incrementar la incidencia del patógeno al interior del predio o en predios vecinos.

4.4 Control químico. Se deberán realizar aplicaciones de fungicidas o productos biorracionales, utilizando solo productos autorizados por COFEPRIS y con registro para zarzamora. ANEBERRIES y sus asociadas ponen a disposición del productor la lista de plaguicidas autorizados para su uso en el cultivo, consultar a su asesor técnico, asesor de la empresa o personal de ANEBERRIES.

En plantaciones establecidas con nivel medio a bajo de incidencia de *Fusarium oxysporum*, se debe adoptar un manejo con un enfoque preventivo a base de tratamientos con fungicidas e inductores de resistencia químicos y biológicos en las primeras etapas del cultivo, 2 a 3 semanas después de la poda a ras, con intervalos de aplicación de 15 a 20 días. Estudios señalan que es posible observar síntomas de la enfermedad entre 40 a 60 días después de haber efectuado la poda a ras de suelo. Lo anterior sugiere que se deben iniciar acciones de manejo de la enfermedad, poco después de la poda a ras del suelo. La defoliación genera estrés en la planta, lo que la hace más susceptible a la infección de patógenos como *F. oxysporum* y a su desarrollo con mayor intensidad (Hernández, 2016).

4.4 Control biológico. Los mecanismos de acción de los microorganismos antagonistas son por competencia, micro parasitismo, inducción de mecanismos de resistencia y antibiosis, refiriéndose esta última a la producción de sustancias tóxicas que inhiben o destruyen la pared celular de los microorganismos patógenos como es el caso de *F. oxysporum*, impidiendo que estos continúen desarrollándose, algunos ejemplos de estos son *Trichoderma* sp. y *Bacillus* spp., entre otros, los cuales pueden ser inoculados con frecuencia sobre las raíces de las plantas.

Por lo tanto, a fin de promover la microflora del suelo, es recomendable la aplicación de enmiendas orgánicas enriquecidas con organismos que contribuyan a incrementar la abundancia y diversidad de microorganismos benéficos y materiales que promuevan la resistencia de las plantas. mediante la aplicación de microorganismos benéficos, fundamentalmente a base de *Streptomyces* spp., *Trichoderma harzianum*, *Bacillus cereus*, *B. megatherium* y *B. subtilis* los cuales han mostrado eficacia en la inhibición del crecimiento de aislamientos de *F. oxysporum* f. sp. *mori* procedentes de zarzamora, por lo que su incorporación al suelo puede contribuir al control biológico de este patógeno (Nieto *et al.*, 2018). Debe señalarse que, para su establecimiento efectivo, el suelo debe tener al menos un

Estrategia de manejo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *mori* en zarzamora, 2018

3% de contenido de materia orgánica y la aplicación de los microorganismos debe realizarse en horarios de la tarde noche y con suelos húmedos.

Bibliografía

Acosta G. U. y Hernández, C. J. (2017). Efecto de fungicidas químicos, biológicos y activadores de resistencia en la marchitez de la zarzamora. Subsecretaría de Educación Superior Tecnológico de México. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico del Valle de Morelia.

Elmer, W. H. (2006). Effects of acibenzolar-S-methyl on the suppression of fusarium wilt of cyclamen. *Crop Protection*, 25(7), 671-676.

Gordon, Thomas., C. Kirkpatrick S., Henry P., Kong, M. and Broome, J. (2016). First report of a wilt disease of blackberry caused by *Fusarium oxysporum* in California. *Plant Disease*, 100(5),1018.

Hernández, C. A. (2016). Etiología de la marchitez de la zarzamora y estrategias de manejo integrado en los Reyes, Michoacán. Subsecretaría de Educación Superior Tecnológico de México. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico del Valle de Morelia.

Hernández C. A., Rebollar A. A., Silva R. H.V., Urbina C. T.B. (2015). Identification and pathogenicity of *Fusarium* sp. associated with yellowing and wilting of blackberry (*Rebus* sp.) in Michoacan, Mexico. *APS Annual Meeting*.

Koike, S. T., and Gordon, T. R. (2015). Management of *Fusarium* wilt of strawberry. *Crop Protection*, 73, 67-72.

Lievens, B., Rep, M., and Thomma, B. P. (2008). Recent developments in the molecular discrimination of formae speciales of *Fusarium oxysporum*. *Pest management science*, 64(8), 781-788.

Nel, B., Steinberg, C., Labuschagne, N., and Viljoen, A. (2007). Evaluation of fungicides and sterilants for potential application in the management of *Fusarium* wilt of banana. *Crop Protection*, 26(4), 697-705.

Nieto A., Callela J.G, Rojas M.L., Rodríguez D. (2018). Evaluación de la actividad inhibitoria *in vitro* de productos de control biológico y biorracionales frente a *Fusarium oxysporum* (pendiente de publicación en Mayo)

Estrategia de manejo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *mori* en zarzamora, 2018

Pastrana A.M. and Kirkpatrick, S.C., Kong M., Broome, J.C., Gordon, T. (2017). *Fusarium oxysporum* f. sp. *mori*, a new forma specialis causing Fusarium wilt of blackberry. Plant Disease 101:2066-2072

Ploetz, R. C. (2015). Management of fusarium wilt of banana: A review with special reference to tropical race 4. Crop Protection, 73, 7-15.

Rebollar A. A, Carrazco M.H., Zamacona C.A., Solva R. H.V., y Hernandez C.A. (2016). Pathogenic variability, host range and sources of primary inoculum of *Fusarium oxysporum* causing blackberry wilting in Michoacan, Mexico. Poster APS.