

COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD VEGETAL DE MICHOACÁN

PROGRAMA DE MANEJO FITOSANITARIO DE FRUTILLAS



2021

Estrategia Operativa de Campo para el Programa de Manejo Fitosanitario contra *Fusarium oxysporum* f. sp. mori en zarzamora

Fusarium oxysporum f. sp. mori, es el agente que causa la enfermedad conocida como marchitez y muerte de plantas de zarzamora. Invade y deteriora el sistema vascular de la planta, que por ello se marchita y, finalmente, muere, causando pérdidas económicas de 30 a 100 % (A. Rebollar-Alviter, 2020).

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).

Daños.

El hongo penetra en la planta por las raíces, invade luego algunos vasos del xilema y pronto tapona todo el sistema vascular. El primer síntoma es un amarillamiento, más adelante se observa la marchitez de las hojas por falta de nutrientes y, por último, la defoliación de la planta. (Figura 1).



Figura 1. Cepa, conidios y síntomas en planta de zarzamora de *Fusarium oxysporum* f. sp. Mori.

Síntomas.

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 ya que la práctica cultural de 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).

La marchitez en zarzamora causada por *F. oxysporum* 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 se muestran de color rojo a marrón (Hernandez-Cruz et al., 2015). (Figura 2).



Figura 2. Síntomas en planta de zarzamora de *Fusarium oxysporum* f. sp. Mori.

Metodología de las acciones a realizar.

Exploración.

En los sitios o predios de zarzamora, se deberá efectuar exploración para la detección de la enfermedad, y la actividad consistirá en realizar un recorrido empleando el método de guarda griega por sitio (Figura 3.), en búsqueda de la presencia de síntomas.

De existir sospecha de posibles fuentes de infestación, dentro o en la periferia de los huertos comerciales, y/o un alto grado de síntomas en las plantas que sean sospechosos de la enfermedad causada por *F. oxysporum*, el técnico operativo de campo deberá emitir recomendaciones técnicas a los productores, para que lleven a cabo acciones preventivas, de manejo y/o control de la enfermedad, a fin de evitar que dicha enfermedad, ataque las plantas comerciales de zarzamora o se disperse a otras áreas.

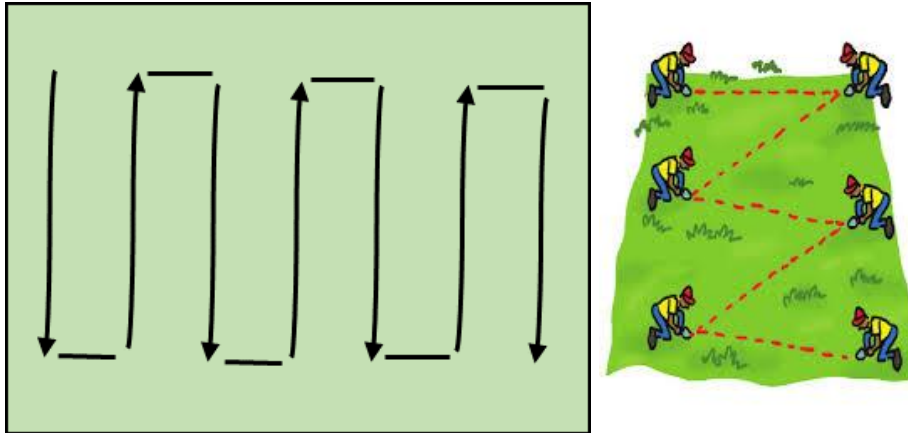


Figura 3. Recorrido en guarda griega durante la exploración.

Muestreo y Diagnóstico.

Cuando se detecten síntomas sospechosos, se procederá a coleccionar secciones transversales de la raíz, corona, tallo o ramas, en lo posible, y en el caso del tallo, que corresponda a una altura de aproximadamente 25 cm respecto al suelo, se marcará la planta con un listón de color rojo y/o amarillo y se colocará una etiqueta para identificar de que planta proviene la muestra (Figura 4.).



Figura 4. Colecta de muestras de plantas de zarzamora con síntomas sospechosos causados por *Fusarium oxysporum f. sp. Mori*.

Se colectarán no más de cinco a diez plantas por unidad de producción o sitio de muestreo a lo largo del recorrido empleado en guarda griega de la acción de exploración, ya que se entregará una muestra por unidad de producción o sitio, pero las plantas se almacenarán de manera individual.

Cuando la superficie a muestrear sea mayor a 5 hectáreas, la superficie se fraccionará con geoposicionador de bloques de hasta 5 hectáreas, tomando los puntos que sean necesarios para su diferenciación.

Para determinar el nivel de infestación de la unidad de producción o sitio de muestreo, se suma el número de plantas con síntomas sospechosos encontrados de cada punto de muestreo, y se divide entre el número de plantas inspeccionadas, el total se multiplica por cien.

$$\text{Nivel de Infestación} = \frac{\text{NPSS}}{\text{NPI}} \times 100$$

NPSS: Número de plantas con síntomas sospechosos encontrados.

NPI: Numero de plantas inspeccionadas.

De cada muestra se considerarán los siguientes datos: fecha de colecta, nombre del productor, nombre del huerto, datos de georeferenciación (latitud y longitud en grados decimales), número de planta, cultivo, variedad, comunidad, municipio y Entidad Federativa.

Las muestras colectadas se conservarán y transportarán dentro de hieleras, en bolsas ziploc de plástico y papel absorbente, sobre geles refrigerantes congelados, selladas con cinta adhesiva para asegurar que las muestras no se dañen, y se enviarán a la brevedad posible al técnico responsable de campo para su revisión, y selección, para su envío inmediato al CNRF, (Figura 5).



Figura 5. Procedimiento para colecta y transporte de muestras de *Fusarium oxysporum f. sp. mori*.

Nota. Las muestras que no se envíen al CNRF, una vez desechadas por el técnico responsable de campo y/o Profesional Fitosanitario, deberán incinerarse en un sitio específico, considerando que el hongo permanece en latencia en los restos de tejidos vegetales en descomposición, por lo que representa una fuente de inóculo.

Las muestras que 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, deberán etiquetarse con los siguientes datos: fecha de colecta, nombre del productor, nombre del huerto, datos de georeferenciación (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.

Las medidas de control y/o prevención contra *F. oxysporum* f. sp., mori, en zarzamora que se recomendarán a productores serán las siguientes:

- De preferencia, no establecer plantaciones en campos en donde se tenga antecedente de infestación por *F. oxysporum*.
- Establecer plantaciones con material vegetativo libre de *F. oxysporum*.
- Rotación con cultivos que no sean hospedantes (por ejemplo, frambuesa y fresa pueden representar un riesgo).
- Desinfección de herramientas (palas, azadones, tijeras y podadoras entre otras) y equipo con una solución de Hipoclorito de sodio a una concentración del 10%.
- Es importante realizar la desinfección del suelo, mediante solarización o realizar inundación de suelo conocida como biofumigación (incorporación de abono verde o residuos de la familia *Brassicacea* y cubrir con plástico, durante un periodo de 4 a 8 semanas).
- Tratamientos con fungicidas y activadores de resistencia, químicos y biológicos en las primeras etapas del cultivo.

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, 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.

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

Control químico.

Se deberán realizar aplicaciones de fungicidas o productos biorracionales, utilizando solo productos autorizados por COFEPRIS y con registro para zarzamora.

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, (Figura 6).



Figura 6. Aplicación de fungicidas en drench, para prevención y/o control de *Fusarium oxysporum* f. sp. *mori*.

Bibliografía.

Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Michoacán; Programa de Manejo Fitosanitario de Frutillas., 2020.

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

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).

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, Carrasco 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.