

ENFERMEDADES OCASIONADAS POR HONGOS DEL GÉNERO *FUSARIUM*. SU IMPACTO EN ESPECIES HORTÍCOLAS, ORNAMENTALES Y FLORÍCOLAS

LORI, Gladys A.^{1,2}; MALBRÁN, Ismael ^{1,3}; MOURELOS, Cecilia A. ^{1,2}.

¹ Centro de Investigaciones de Fitopatología (CIDEFI) CICPBA UNLP, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, calle 60 y 119 (1900) La Plata.

² Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICBA).

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Correo electrónico: Gladys Lori: galori@infovia.com.ar

Ismael Malbrán: ismael.malbran@gmail.com

Cecilia Mourelos: mouceci@yahoo.com.ar

Los hongos del género *Fusarium* son cosmopolitas, se encuentran distribuidos en todo el mundo, y pueden vivir en todos los ecosistemas, incluyendo los desiertos y las regiones heladas. Las especies de este género se encuentran comúnmente presentes en el suelo y son las responsables de un amplio grupo de enfermedades que afectan a toda la gama de cultivos desarrollados por el hombre. Dentro de las producciones hortícolas y florícolas, se destaca la ocurrencia de A) **Podredumbres basales** (de raíces, cuello, tallo) y B) **Marchitamientos** o **Fusariosis vasculares** ocasionados por las especies de este género.

En cuanto a las **Podredumbres basales**, varias especies de *Fusarium* son las que se asocian a su ocurrencia. Se caracterizan porque los tejidos de los órganos de las plantas afectadas toman una coloración oscura, se pudren y desintegran. Entre las especies más comúnmente aisladas se encuentran: *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *F. equiseti*, *F. semitectum*, *F. verticillioides*, *F. acuminatum*, *F. sambucinum* y *F. graminearum*, entre otras. Este grupo de enfermedades no es específico de un hospedante o un cultivo en particular. Factores de estrés tales como la sequía, el anegamiento, la ocurrencia de daños mecánicos y/o químicos, el pH ácido de los suelos, el manejo incorrecto del cultivo o el ataque simultáneo en raíces y tallos de otros microorganismos o nematodos pueden predisponer a cualquier cultivo a una infección por estas especies de *Fusarium* originando una **Podredumbre de raíces, cuello o tallo (Figura 1)**.



Figura 1: tomate con síntoma de podredumbre basal provocado por *Fusarium solani*

Otro grupo de enfermedades ocasionadas por patógenos de este género son los denominados **Marchitamientos o Fusariosis vasculares**. Estos pueden presentarse en los principales cultivos hortícolas y ornamentales, son considerados económicamente muy importantes y devastadores. Dañan principalmente el sistema vascular de la planta, manifestándose en una necrosis de sus vasos xilemáticos. Son ocasionados por la especie *F. oxysporum* y sus formas especiales (formae especiales “ff. spp.”) que son especializaciones fisiológicas del patógeno capaces de infectar solo a hospedantes específicos. A modo de ejemplo, *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* produce el marchitamiento en tomate (*Solanum lycopersicum*), *F. oxysporum* f. sp. *lactucae* afecta la lechuga (*Lactuca sativa*), *F. oxysporum* f. sp. *apii* enferma al apio (*Apium graveolens* var. Dulce) y *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* lo hace con el clavel (*Dianthus cariophyllus*) (**Figuras 2 y 3**).



Figura 2: apio con síntoma de amarillamiento, disminución del tamaño de la planta, reducción del volumen de las raíces y corte transversal de las coronas con necrosis del sistema vascular, provocado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *apii* raza 2.

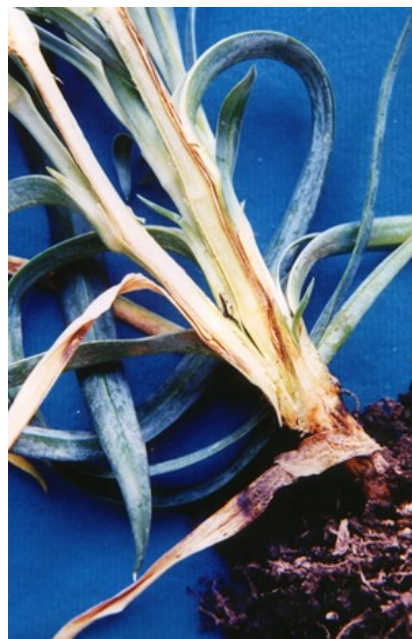


Figura 3: clavel con síntoma de marchitamiento o Fusariosis vascular (vasos xilemáticos necrosados) provocado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* raza 2, VCG 0021.

Dificultades en el diagnóstico de estas enfermedades.

Es común en el medio productivo que los **Marchitamientos o Fusariosis vasculares** se diagnostiquen en forma macroscópica considerando el aspecto marchito que presentan las plantas, sin efectuar un análisis fitopatológico en profundidad. Ese tipo de diagnóstico no es concluyente ya que la falta de turgencia en la parte aérea de la planta puede ser la manifestación del ataque de otro organismo capaz de destruir los tejidos del sistema radicular y basal de las plantas y no la consecuencia de una Fusariosis vascular.

A la complejidad del diagnóstico de la enfermedad se suman en muchos casos las dificultades para efectuar una correcta identificación de las especies del género *Fusarium* que se asocian a estas patologías.

Incluso en el laboratorio, el obtener como producto de un aislamiento de la planta enferma una colonia de una especie de *Fusarium* no es indicativo que sea éste el responsable de la patología. Esto es así porque una importante proporción de la población de especies del género *Fusarium* que se encuentran presentes en los suelos cultivados **no son patógenas**. Son los denominados aislamientos **saprófitos o no patógenos**, que cumplen una función benéfica en los suelos degradando la materia orgánica o compitiendo con los patógenos. Sin embargo, estos aislamientos no patógenos pueden comportarse como oportunistas, colonizando los tejidos vegetales (raíces, cuello, tallos) después de que la planta haya sufrido un estrés que la debilite. Esta invasión origina la muerte de las raíces, que en algunos casos puede ser acompañada por la aparición de síntomas declinantes tales como enanismo, clorosis, falta de turgencia y otros. Como consecuencia, es frecuente el aislamiento de especies de *Fusarium* asociadas a problemas en las raíces o en la parte basal de los tallos aun cuando estas no son la causa original del problema sino oportunistas que se han aprovechado del debilitamiento previo de las plantas. Estos aislamientos saprófitos son indistinguibles de las aislamientos patógenos por los medios clásicos de identificación, lo que agrega dificultad a la ya de por sí difícil tarea de identificar a las especies *Fusarium*, y a sus formas especiales y razas.

Aún más complejo es asociar un aislamiento de *Fusarium* exclusivamente al hospedante sobre el que se lo halló, asignándole una forma especial, por ejemplo *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* si fue aislado de tomate. Para llegar a ello son necesarias distintas pruebas, en primer lugar para identificar la especie de *Fusarium* de la cual se trata y, a posteriori para determinar si es fehacientemente una forma especial o si se trata de un aislamiento de *Fusarium* spp. no patógeno.

En el mundo hay identificadas más de 140 formas especiales de *F. oxysporum* causando **Marchitamientos** en hospedantes específicos. A ello se suma que este patógeno puede alcanzar niveles aún mayores de especialización en la forma de razas que inducen la enfermedad exclusivamente en ciertos cultivares del hospedante específico. Para *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, por ejemplo, se han identificado hasta el momento tres razas.

Las pruebas de patogenicidad, que consisten en provocar la enfermedad artificialmente en plantas sanas del cultivo de interés mediante la inoculación artificial del patógeno sospechoso, han sido el método más popular para la identificación de formas especiales y razas. Sin embargo, este método demanda mucho tiempo, y sus resultados pueden no ser concluyentes debido a la influencia que sobre estas pruebas ejercen por un amplio rango de factores, incluyendo los ambientales. Para superar estos inconvenientes se han desarrollado distintas técnicas complementarias que permiten la identificación de formas patógenas en forma rápida y eficiente.

Una técnica frecuentemente utilizada es la identificación de grupos de compatibilidad vegetativa (VCGs) que permiten separar cepas patógenas de *F. oxysporum* pertenecientes a las distintas formas especiales de la población no patógena (**Figura 4**).

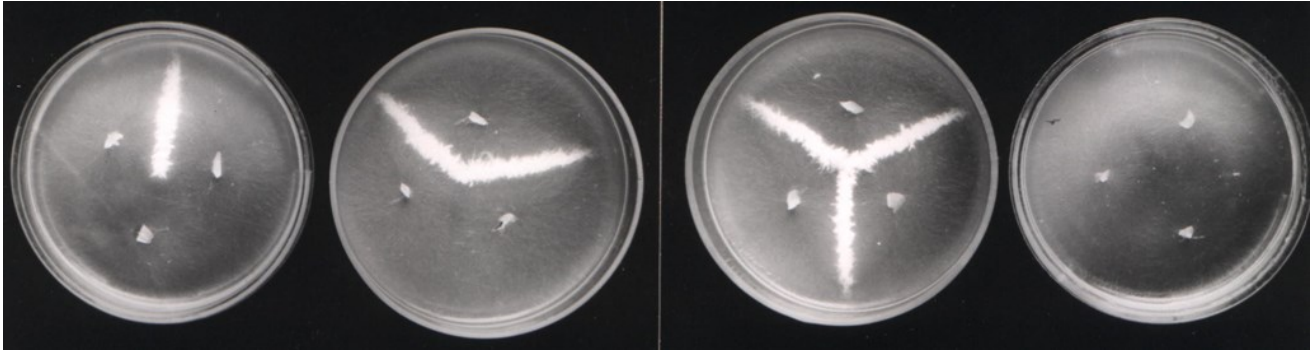


Figura 4: pruebas para la identificación de diferentes grupos de compatibilidad vegetativa (VCGs).

Por otra parte, las herramientas moleculares basadas en el estudio de la información genética de aislamientos de los hongos mediante el uso de marcadores moleculares han sido ampliamente utilizadas, en combinación con las anteriores, para la diferenciación de formas especiales y razas de *F. oxysporum*, así como para la discriminación entre aislamientos patógenos y saprófitos.

Estas y otras herramientas de diagnóstico han sido utilizadas en el Centro de Investigaciones de Fitopatología (CIDEFI), perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, para la identificación y diagnóstico de un gran grupo de **Podredumbres y Marchitamientos** que afectan a un importante grupo de cultivos hortícolas, ornamentales y florícolas presentes en el área de influencia del Cinturón Hortícola Platense. Un listado de estas enfermedades junto con el agente causal de cada una de ellas y el lugar de su publicación puede encontrarse en la **Tabla 1**.

Manejo de los Marchitamientos o Fusariosis Vasculares en hortícolas y ornamentales

Por tratarse de típicos patógenos vasculares, los agentes causales de **Marchitamientos** son de muy difícil manejo en los sistemas productivos. Las epifitias ocasionadas por estos hongos y las pérdidas resultantes de las mismas son el resultado de la interacción entre tres factores: el cultivo susceptible a la enfermedad (**HOSPEDANTE**) que resulta atacado por el hongo (**PATÓGENO**) siendo las pérdidas que resultan de este ataque dependientes de las condiciones ambientales (**AMBIENTE**).

La interacción entre estos factores es compleja. Un cambio en una de estas variables modifica las otras y como resultado la enfermedad puede modificar su severidad, aumentando o disminuyendo su impacto.

Un primer aspecto a considerar para el manejo de estas enfermedades es que los hongos que las ocasionan son capaces de sobrevivir en los suelos por muchos años y ser trasladados e ingresar en ambientes que estaban libres de ellos a través de plantines o semillas infectados. Resulta de fundamental importancia para la prevención de la ocurrencia de estas enfermedades el uso de material de propagación sano ya que una vez introducidos los patógenos en un área su dispersión ocurre fácilmente a través de partículas de suelo llevadas por el hombre, el agua, las herramientas, etc.

Muchos **Marchitamientos** pueden ser manejados a través de la implantación de cultivares resistentes a la forma especial o a la raza previamente identificada en el cultivo o en el área de producción. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que constantemente emergen razas nuevas de estos patógenos por lo que la resistencia de los cultivares disponibles debe ser evaluada constantemente. De esto se desprende la importancia de la precisa identificación, a nivel de especie,

forma especial y raza, del microorganismo responsable del problema que posibilite la correcta elección de los cultivares a utilizar.

Como hemos visto, estas enfermedades se caracterizan por la variabilidad que presentan las especies del género *Fusarium*, a lo que se suma su ubicuidad y perpetuación en el suelo. Como consecuencia, la aplicación de un único método de manejo suele resultar solo parcialmente efectivo. Ante este panorama, la mejor alternativa para la disminución de su impacto la constituye el manejo integrado, consistente en la combinación de métodos compatibles orientados a lograr una disminución del impacto de la enfermedad en el cultivo. Entre estos métodos se encuentran el empleo de métodos físicos, químicos y biológicos dirigidos a la disminución de la población patógena, el uso de cultivares resistentes, el correcto manejo de las labores culturales tales como la fertilización e irrigación, y el adecuado control de la incidencia de los factores abióticos (intensidad de la radiación solar, temperaturas, etc.). Esta combinación de prácticas ha demostrado ser más eficiente que la aplicación de una única metodología para el manejo de las enfermedades ocasionadas por especies de *Fusarium* en hortícolas y florícolas.

Buenos resultados en este sentido han sido obtenidos con la combinación de un método físico como la solarización con la aplicación al suelo de un fungicida fumigante a baja dosis. También la incorporación de un agente biocontrolador en combinación con la solarización ha logrado en algunos casos restituir el equilibrio microbiológico, favoreciendo la competencia entre especies patógenas y no patógenas. También el vapor de agua ha sido utilizado como método físico para disminuir la densidad de inóculo (patógeno) en los suelos, aumentando su eficiencia con la posterior colonización por biocontroladores. En aquellos países donde la superficie de cultivo es escasa, el uso de camas aisladas del suelo con polietileno, camas hidropónicas con sustratos como cáscara de arroz tostada, corteza de pino, lana de piedra (*rock wool*), etc. ha logrado disminuir o evitar la presencia de estos patógenos de difícil manejo.

Tabla 1 - Enfermedades ocasionadas por especies de *Fusarium* identificadas en el área de influencia del Cinturón Hortícola Platense.

TIPO DE ENFERMEDAD	CULTIVO	PATÓGENO	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
PODREDUMBRES	Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)	<i>F. solani</i>	Wolcan y Lori. 1992. <i>Revista de la Facultad de Agronomía</i> 12: 47
	Espárrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	<i>F. verticillioides</i> y <i>F. proliferatum</i>	Lori y col. 1998. <i>Plant Disease</i> 82: 1405
	Melón (<i>Cucumis melo</i>)	<i>F. semitectum</i>	Lori y col. 2010. <i>Horticultura Argentina</i> 29: 57
	Zapallo anco (<i>Cucurbita moschata</i>)	<i>F. equiseti</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. semitectum</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. sambucinum</i> , y otras.	Lori y Wolcan. 1990. <i>Fitopatologia Brasileira</i> 15: 336
	Gypsophila (<i>Gypsophila paniculata</i>)	<i>F. graminearum</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. verticillioides</i> , <i>F. equiseti</i>	Wolcan y col. 2007. <i>Boletín de la Sociedad Botánica Argentina</i> 42: 159
	Crisantemo (<i>Chrysanthemum morifolium</i>)	<i>F. solani</i>	Lori y col. 1990. <i>Fitopatologia Brasileira</i> 15: 273
	Areca (<i>Areca</i> sp.)	<i>F. verticillioides</i>	Dal Bello y Lori. 1997. <i>Phytoprotection</i> 78: 125
	<i>Hylocereus undatus</i>	<i>F. oxysporum</i>	Wright y col. 2007. <i>Plant Disease</i> 91: 323
	<i>Schlumbergera truncata</i>	<i>F. oxysporum</i>	Petrone y col. 2007. <i>Journal of Plant Pathology</i> 89: 69 (p. S70)
	<i>Bougainvillaea glabra</i>	<i>F. sambucinum</i>	Wolcan y col. 2007. <i>Journal of Plant Pathology</i> 89: 69 (p. S73)
	<i>Gazania rigens</i> y Petunia (<i>Petunia</i> x híbrida)	<i>F. oxysporum</i>	Wright y col. 2007. <i>Journal of Plant Pathology</i> 89: 301 (p. 302)
	Arándano (<i>Vaccinium corymbosum</i>)	<i>F. semitectum</i>	Varsallona y col. 2009. <i>Horticultura Argentina</i> 28: 123

TIPO DE ENFERMEDAD	CULTIVO	PATÓGENO	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
MARCHITAMIENTOS	Apio (<i>Apium graveolens</i>)	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>apii</i> raza 2	Lori y col. 2008. <i>Journal of Plant Pathology</i> 90: 173
	Clavel (<i>Dianthus caryophyllus</i>)	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i> raza 2	Lori y col. 1996. <i>Plant Disease</i> 80: 821; Lori y col. 2004. <i>Phytopathology</i> 94: 661
	Violeta de los Alpes (<i>Cyclamen persicum</i>)	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cyclaminis</i>	Lori y col. 2012. <i>Crop Protection</i> 36: 43
	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lactucae</i>	Malbrán y col. 2014. <i>Plant Disease</i> 98: 1281
	Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>)	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>basilici</i>	Lori y col. 2014. <i>Plant Disease</i> 98: 1432
	Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> raza 3	Malbrán y col. 2020. <i>Plant Disease</i> 104:978