

Tratamiento biológico de la fusariosis del melón con compost inoculado

A. Bernal*
N. Navarro*
J. A. Pascual*

El melón representa para Europa un cultivo de suma importancia, su producción se ha incrementado en los últimos años. Los países que mayores áreas dedicadas a este cultivo tienen son: España con 40.000 ha, Italia con 23.082 ha, Francia con 17.157 ha, y Grecia con 7.500 ha. (Gráfico 1).

En España el cultivo de melón es uno de los más extendidos, llegando a alcanzar las 40.000 hectáreas cultivadas y dando una producción de 800.000 toneladas de melón de los que un elevado porcentaje son exportados al resto de Europa.

En la actualidad, el problema más grave fitosanitario que presenta el cultivo de melón es la fusariosis, enfermedad muy destructiva que llega a causar pérdidas económicas en el territorio español que ascienden a 50 millones anuales de euros.

El agente causal de la fusariosis es *Fusarium oxysporum f.sp. melonis*, hongo fitopatógeno que penetra por las raíces y se instala en los vasos leñosos y tallos de las plantas, dificultando o llegando incluso a impedir la circulación de la savia. Este hongo afecta tanto a las plantas jóvenes como a las que se encuentran en el punto



Foto 1. En la imagen de la derecha se observan plantas de melón sanas, y a la izquierda se presenta una bandeja de plantas de melón afectadas por *Fusarium* spp, en las que se puede apreciar el amarillamiento de las hojas y las estrías necróticas en los tallos.

de recolección. Ataca principalmente en primavera frías o tardías. Cuando las temperaturas suben por encima de los 30 °C, la enfermedad sufre una regresión pero no desaparece. En general los síntomas de máxima gravedad se observan entre los 18 y 20 °C. Esta enfermedad puede producir en las plantas afectadas dos tipos de sintomatologías según la cepa de la que se trate:

- **Tipo Yellow:** comienzan con el amarilleo de venas en un lado de las hojas que avanza afectando al limbo, mostrando en tallos estrías necróticas longitudinales de las que exuda goma y posteriormente el hongo esporula sobre la zona necrótica formando esporodocios rosados.
- **Tipo Wilt:** se produce la marchitez súbita de las plantas sin que amarilleen o desarrollen color. (Foto 1)

La transmisión de la enfermedad se produce normalmente por la diseminación del hongo a través del viento, salpicaduras producidas por la caída del agua y a través del material y las herramientas.

Uno de los principales problemas que existe para su control es la gran capacidad que presenta este hongo para persistir en el suelo largos periodos de tiempo, a través de la producción de cuerpos de resistencia o la colonización de raíces de otras plantas a las que no tiene porque causarles ningún perjuicio. *Fusarium* spp puede llegar a mantenerse viable en el suelo durante periodos de 10 a 16 años, viviendo de forma saprofita a partir de diversos compuestos orgánicos.

Actualmente no existen métodos eficaces para controlar este patógeno salvo la aplicación de fungicidas de amplio espectro. Todos ellos con connotaciones medioambientales negativas tanto sobre la salud humana como de los ecosistemas (Oliva, 1998). Uno de los más ampliamente utilizados es el bromuro de metilo, pero su aplicación ocasiona daños medioambientales así como a los operarios que se encargan de la misma. Hay estimaciones que muestran al bromuro de metilo como el causante de la reducción del ozono entre un cinco y un 10%, además en el hombre puede causar daños en los ojos con efecto irreversible, como cataratas y ce-



Gráfico 1. Países con mayor cantidad de hectáreas dedicadas al cultivo del melón.

* Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC)

guera, cáncer en la piel, daños en el sistema inmunológico, entre otros.

Tras el acuerdo de Montreal, se acordó restringir la utilización del bromuro de metilo progresivamente hasta su total prohibición. En España la fecha acordada para suprimir la aplicación de este producto fue el año 2005, a excepción de cultivos críticos.

Existen otras técnicas para luchar contra la fusariosis, que son más respetuosas con el medio ambiente que la citada anteriormente. Estas técnicas son: control preventivo o la utilización de técnicas culturales entre las que se incluyen: la rotación de los cultivos, eliminación de las plantas enfermas y restos de cultivos, la utilización de semillas certificadas y plántulas sanas. Otra manera de luchar contra *Fusarium sp.*, es a través de la utilización de injertos que tienen como fin principal obtener plantas resistentes a enfermedades producidas por hongos del suelo, posibilitándose así el cultivo de especies que se injertan en suelos infectados. Los



Foto 2. Cepa de *Trichoderma spp* utilizada como antagonista en la inoculación de los composts.

inconvenientes que presenta esta técnica son diversos: cabe la posibilidad que se contamine la herida producida al injertar causándose así la pérdida del injerto, además el precio de las plantas injertadas es mucho mayor que el de las no injertadas. Otro problema que surge al utilizar plantas injertadas es que disminuye la calidad del fruto así como las características organolépticas.

Teniendo en cuenta el panorama agrario actual en el que se intenta hacer una agricultura bajo la premisa de la sostenibilidad y la disminución de los impactos medio ambientales negativos de las prácticas agrarias convencionales, así como las características, la magnitud y las elevadas pérdidas económicas causadas por la enfermedad, nuestro grupo de investigación comenzó a estudiar el efecto de la aplicación de materiales orgánicos al suelo, con el fin de controlar el efecto de esta enfermedad y así intentar encontrar la forma adecuada para el control de dicha enfermedad, teniendo como premisa fundamental, el que los tratamientos propuestos no tengan efectos nocivos con el medio ambiente ni en los operarios encargados de su aplicación.

Nuestro grupo de investigación tiene como objetivo obtener composts que sean efectivos contra la fusariosis. Para ello se está probando la efectividad de diferentes composts contra *Fusarium oxysporum*, obtenidos a partir del compostaje de diferentes residuos vegetales.

Portal Agropecuario N° 1 en España

Portal N° 1 en Agricultura en castellano en el Mundo

Comprometidos con el sector Agropecuario



AGRO
informacion.com

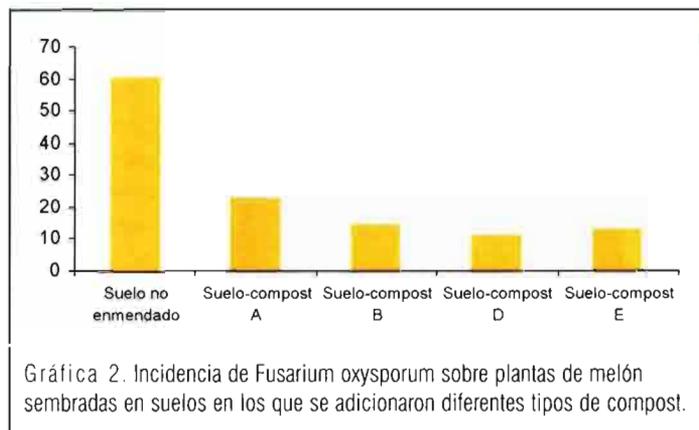
agricultura ecológica

Para ello, se partió de la experiencia de más de 20 años en procesos de compostaje de diferentes materiales orgánicos por parte de nuestro Grupo de Investigación (Pascual et al., 2000), unido a la información existente en la utilización de compost en el control biológico de enfermedades de cultivos (Hoitkin y Fahy,

1986; Hoitkin y Boehm, 1999; Pascual et al., 2000). El motivo principal de que algunos compost tengan estas propiedades se deben a:

- La heterogeneidad de los distintos compostos orgánicos que favorecen la existencia de una gran variedad de microorganismos, muchos de ellos con la capacidad de controlar fitopatógenos. Entre ellos cabe destacar *Trichoderma spp.*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus*, *Bacillus spp.*, *Enterobacter spp.* y *Pseudomonas spp.* (Chen y Hoitkin, 1990; Phae et al. 1990).
- La mejora de la calidad del suelo debido a su carga orgánica, nutricional y microbiológica (García et al., 1994; Pascual et al., 1997, 1999). Esta aplicación conlleva la variación de las características físicas, fisicoquímicas y químicas del suelo, pudiendo verse afectados los mecanismos específicos de infección del patógeno sobre la planta. Así por ejemplo la presencia de formas de nitrógeno orgánico favorece el desarrollo de otros microorganismos capaces de controlar a *Fusarium oxysporum* ó variaciones en el pH.

El compost se obtiene tras un proceso de compostaje, que consiste en un proceso biooxidativo, que conlleva la estabilización de la materia orgánica, pasando por una fase termófila en la que se eliminan microorganismos fitopatógenos



Gráfica 2. Incidencia de *Fusarium oxysporum* sobre plantas de melón sembradas en suelos en los que se adicionaron diferentes tipos de compost.

y las semillas de las malas hierbas que pudieran existir en la materia orgánica utilizada en la realización del compost. Por este motivo, en casos concretos, es necesario inocular microorganismos con capacidad supresiva en determinados compost antes de ser incorporados al suelo, con la finalidad de aumentar la capacidad de control de los microorganismos fitopatógenos.

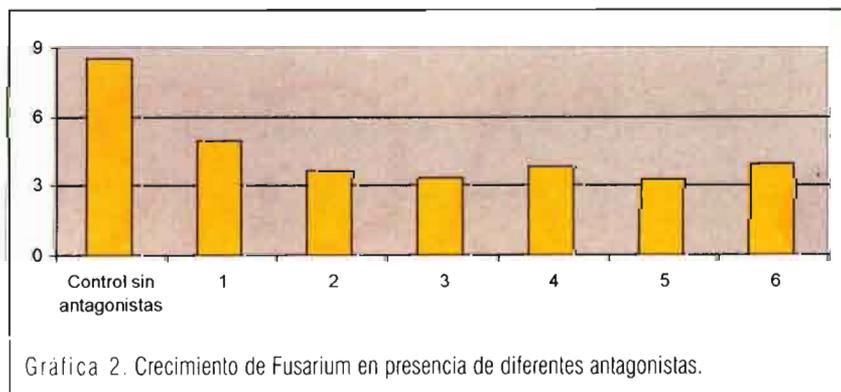
En la **gráfica 2** se puede observar la baja incidencia de *Fusarium oxysporum* sobre plantas de melón sembradas en suelos en los que se adicionaron diferentes tipos de compost. El porcentaje de infección en las plantas de melón sembradas en suelos no enmendados fue del 60%, mientras que la incidencia se redujo hasta un 10% en los suelos con enmiendas orgánicas.

Si bien estos niveles podrían ser catalogados de excelentes, debido a la naturaleza del patógeno, como es su capacidad de dispersión y su alta capacidad de infección, se hace necesario profundizar en cómo conseguir su completa erradicación. Por tanto, paralelamente a estas pruebas se comenzó a buscar microorga-

nismos antagonistas, capaces de inhibir el crecimiento de *Fusarium spp.*, (capacidad biofungicida) y que además presentaran capacidad bioestimulante, es decir, que fueran capaces de estimular el crecimiento de las plantas. La finalidad de esta búsqueda fue la de encontrar un microorganismo que presentara las características anteriormente expuestas y que, además, pudiera ser inoculado en los montones de composts, aumentando así el número de microorganismos antagonistas presentes en los diversos composts y la capacidad de los mismos para controlar la fusariosis.

En un primer momento se procedió al aislamiento de los microorganismos presentes en el material vegetal utilizado para realizar el compost y posteriormente se estudió la capacidad biofungicida que presentaban a través de la técnica de cultivo dual en placa Petri. De todos los microorganismos aislados, más de 50, nos quedamos con aquellos que presentaban cierto efecto contra *Fusarium spp.* De todos ellos el que mayor capacidad biofungicida mostró fue *Trichoderma harzianum*. En la **gráfica 3** se puede observar la diferente capacidad biofungicida mostrada por seis cepas distintas aisladas de compost que demostraron su efecto biocontrol frente a *Fusarium spp.* Tras la realización de diversas pruebas, a nivel de laboratorio y debido a su gran versatilidad, adaptabilidad y fácil manipulación, nos decantamos por la utilización de *Trichoderma sp.* como antagonista (**foto 2**). Los mecanismos a través de

los cuales las cepas del género *Trichoderma* desplazan al fitopatógeno son fundamentalmente de tres tipos: competición directa por el espacio o los nutrientes, producción de metabolitos antibióticos y parasitismo directo sobre el hongo fitopatógeno (**foto 4**).



Gráfica 2. Crecimiento de *Fusarium* en presencia de diferentes antagonistas.

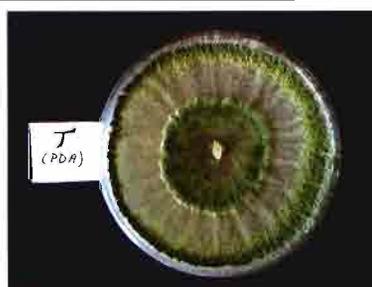


Foto 3. Inoculación de los montones de compost.

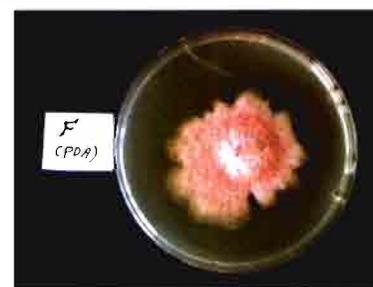
Una vez tuvimos el microorganismo seleccionado, el siguiente paso fue ver cuál era la forma más adecuada para inocularlo. Para lo que se ensayaron diversos soportes de inoculación, tanto sólidos como líquidos, y se seleccionaron aquellos que facilitaban la adherencia de dicho microorganismo al sustrato y lo retuviera durante más tiempo en contacto con el mismo, evitando así su pérdida como consecuencia del lavado. Una vez realizado este estudio, el cual es obviado en muchos productos comerciales, nos decantamos por la inoculación en soporte sólido.

Los resultados obtenidos hasta la fecha demuestran la capacidad que presenta *Trichoderma spp* de sobrevivir en los compost durante el proceso de compostaje y de actuar frente a *Fusarium oxysporum* reduciéndolo en el suelo hasta el 100%. Sin embargo la incidencia sobre la planta, si bien se reduce por debajo del 10%, no se ha conseguido debido a la rapidez de acción de este fitopatógeno.

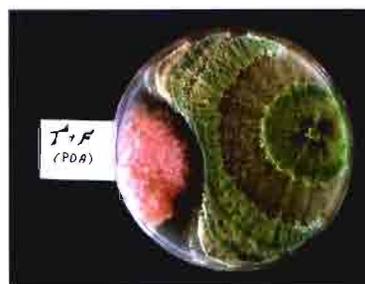
En la actualidad, trabajamos en la posibilidad de aumentar la actividad de *Trichoderma spp*, desde el mismo momento de inoculación con la finalidad de que esta sea capaz de controlar a *Fusarium oxysporum* desde el momento de su instauración en el suelo huésped y no dar pie a que exista contacto alguno entre el patógeno y la planta. Para ello se está trabajando en la incorporación junto al soporte sólido de sustancias que aumenten la ac-



Trichoderma sp en PDA



Fusarium sp en PDA



Enfrentamiento de *Trichoderma sp* y *Fusarium sp*

Foto 4. Enfrentamiento de *Trichoderma spp* contra *Fusarium spp* a través de la técnica de cultivo dual.

tividad de enzimas de tipo quitinasa, glucosidasa y lipasa (responsables de la acción biopesticida de *Trichoderma*) desde un primer momento. Los resultados preliminares obtenidos parecen haber dado con la clave del problema y se espera en breve poder dar a conocer dichos resultados y acabar con el problema de la fusariosis.

El proceso que hemos seguido en el caso de la fusariosis se está desarrollando para otros fitopatógenos, habiendo obtenido resultados esperanzadores.

Bibliografía

Chet, I. and Inbar, J. 1994. Biological Control of Fungal pathogens. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 48: 37-43. (García et al., 1994)

García, C, Hernández, T. and Costa, F. 1994. Microbial parameters in soils regenerated by the addition of organic wastes. *Waste Management and Research* 12: 457-466.

Hoitkin, H.A.J. and Fahy, P.C. 1986. Basis for the control of soilborne plant pathogens with compost. *Annual Review Phytopathology*. 24: 93-114.;

Hoitink, H.A.J. and Boehm, M.J. 1999. Biocontrol within the context of soil microbial communities: A substrate-dependent phenomenon. *Annual*

Review of Phytopathology 37: 427-446.

Oliva, J. 1998. Control integrado de Plagas en Viticultura. Influencia de los Residuos de Plaguicidas en la Calidad de Vinos Tintos de la Denominación de Origen Jumilla. Tesis doctoral. Universidad de Murcia.

Onabiyi, K. 1998. *Trichoderma* and plant Growth. Final Year Project. University de Surrey.

Pascual, J.A., García, C., Hernández, T. and Ayuso, M. 1997. Changes in the microbial activity of an arid soil amended with urban organic wastes. *Biology and Fertility of Soils* 24: 429-434.

Pascual, J.A., García, C. and Hernández, T. 1999. Lasting microbiological and biochemical effects of the addition of municipal solid waste on an arid soil. *Biology and Fertility of Soils* 30: 1-6.

Pascual, J.A. 2000. Utilización de compost en el control biológico de plagas. Una alternativa a los plaguicidas químicos. *Compost. Residuos*. Año X-Nº 54 (Enero-Febrero 2000): 88-92.

Pascual, J.A., Hernández, T., García, C., De J.A., Hernández, T., García, C., De Leij, F.A.A.M. and Lynch, J.M. 2000. Long term suppression of *Pythium ultimum* in arid soil using fresh and composted municipal wastes. *Biology and Fertility of Soils*. 30: 478-484.

Phae, C.G. and Shoda, M. 1990. Expression of the suppressive effects of *Bacillus subtilis* on phytopathogens in inoculated composts 70: 409-414.