

Control biológico de enfermedades mediante residuos compostados

Supresión de determinadas enfermedades usando compost de restos orgánicos como medio de cultivo

Foto 1. Inoculación de *P. aphanidermatum* en pepino. De izquierda a derecha, siembra en vermiculita, en compost de orujo de vid y compost de orujo de vid tratado térmicamente.



Los nuevos sustratos, obtenidos mediante el compostado de restos orgánicos y susceptibles de ser usados como medio de cultivo en hidroponía, tienen en muchos casos un valor añadido con respecto a las turbas. Éste consiste en su capacidad de reducir o suprimir la incidencia de determinadas enfermedades de las plantas constituyendo una alternativa en el control de fitopatógenos del suelo.

Santos M., Díáñez F., Tello J. C.

Grupo de investigación AGR-200. Universidad de Almería.

Durante los últimos treinta años se ha desarrollado un importante cuerpo de conocimientos sobre el control biológico y ambiental de las enfermedades de origen telúrico asociado con el empleo de sustratos elaborados con compost. Este desarrollo se inició en la producción de planta ornamental en maceta (Hoitink y col., 1975), pero actualmente se está extendiendo a todos los cultivos en sustratos.

En España, se ha generalizado el empleo de las turbas como principal, e incluso en ocasiones, el único elemento empleado en las producciones viverísticas y semilleras. La generalización de su uso como componente de los sustratos para cultivo en contenedor, se justifica por sus excelentes propiedades físicas y a la escasa actividad biológica que alberga, lo que, en principio, simplifica su manejo.

La reducida actividad biológica de las turbas se debe al ele-

vado grado de estabilidad de éstas, especialmente en el caso de las turbas negras, constituidas por materiales orgánicos mucho más estabilizados, y por tanto, sostenedoras de menores poblaciones microbianas y durante menor tiempo. Esta reducida capacidad de albergar poblaciones microbianas es responsable de que muchas de las turbas sean conductivas, es decir, un agente fitopatógeno se instala, desarrolla, conserva y expresa su capacidad patogénica sobre una planta susceptible.

Las turbas denominadas rubias están menos descompuestas, tienen un alto contenido en celulosa y bajo en lignina, pueden sostener cierta actividad microbiana y llegar a ser supresivas de la caída de plántulas y pudrición de raíces por *Pythium*, o lo que es lo mismo, no permiten que el agente fitopatógeno se desarrolle y exprese su capacidad patogénica sobre la planta susceptible. Estas turbas una vez extraídas y expuestas a condiciones aeróbicas y enmendadas para elevar su pH, son colonizadas por microorganismos que pueden inducir microbiostasis, sobresaliendo entre ellos ciertas bacterias, ciertos hongos o ciertas cepas de *Streptomyces*, que actúan también por antibiosis.

No obstante, la mayor parte de los estudios que se han realizado sobre los sustratos que contienen algún tipo de turba o mezcla de éstas como único componente orgánico, muestran que son conductivos a las enfermedades de origen edáfico, particularmente si son previamente desinfectados con vapor de agua, tratamiento generalmente necesario en sustratos que vayan a ser reutilizados para eliminar posibles fitopatógenos.

En la búsqueda que se ha realizado en el mundo de nuevos sustratos, obtenidos mediante compostado de restos orgáni-

cos, se ha encontrado en no pocas ocasiones con el descubrimiento de un nuevo valor añadido respecto a las turbas. Este valor añadido consiste en la capacidad de reducir o suprimir la incidencia de determinadas enfermedades en las plantas, cuando estos sustratos se emplean como medio de cultivo. Es evidente como esta propiedad es de notable interés en los sistemas de producción vegetal antes descritos, y constituye una interesante alternativa en el control de los fitopatógenos del suelo.

El control biológico de enfermedades del suelo, realizado por agentes de biocontrol, se produce mediante distintos mecanismos de acción que generalmente se dan de forma simultánea. Entre los modos de acción descritos se encuentran:

- La inhibición de patógenos por compuestos antimicrobianos (antibiosis).
- La competición por el hierro mediante la producción de sideróforos.
- La competición por el espacio a colonizar y los nutrientes suministrados por semillas y raíces.
- La inducción de mecanismos de resistencia de las plantas.
- La inactivación de los factores de germinación de los patógenos presentes en los exudados de las semillas y raíces.
- La degradación de factores de patogenicidad de los patógenos, tales como toxinas.
- El parasitismo que entraña la producción de enzimas extracelulares (como quitinasas o β 1-3 glucanasa) que degradan y rompen las paredes celulares de los patógenos (Diáñez, 2005).

La supresividad en los compost

La mayoría de los compost poseen supresividad natural frente a las podredumbres radicales producidas por *Phytophthora* y *Pythium*; aproximadamente el 20% de los compost poseen supresividad natural frente a la caída de plántulas producida por *Rhizoctonia*, y menos del 10% de los compost inducen resistencia sistémica en las plantas. Una gran diversidad de agentes de control biológico colonizan de forma natural los compost. Muchos de estos microorganismos actúan en el control de Oomicetos patógenos (Diáñez, 2005). Bacterias copiotróficas tales como *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Pantoea* spp., capaces de actuar como agentes de control biológico colonizan rápidamente el compost tras la fase termófila.

Las bacterias oligotróficas también colonizan rápidamente el compost tras la fase de altas temperaturas, aunque éstas no contribuyen directamente en el control biológico. Los actinomicetos presentes en el compost, junto con *Pseudomonas* y *Pantoea* spp., son las bacterias capaces de actuar como agentes de biocontrol más abundantes en los sustratos enmendados con compost.

La composición final en géneros fúngicos de un compost está condicionada por las características químicas del material de partida del proceso de compostado; así, en los compost de corteza de árboles, material rico en lignocelulosa, predomina *Trichoderma* spp., mientras que, en los que los materiales de partida son ricos en azúcares y pobres en celulosas, como sucede en el orujo de vid, predominan *Penicillium* spp. y *Aspergillus* spp.

La supresividad en los compost, al igual que sucede en los suelos, puede estar ligada a distintos factores de naturaleza física, química o biológica, factores que están entre sí muy interrelacionados:

- Entre los factores físicos podemos destacar la granulometría; este factor está a su vez íntimamente ligado a propiedades

como la capacidad de aireación, de retención de agua, la infiltración, el contenido de humedad y la densidad.

- Entre los factores químicos podemos señalar las relaciones C/N y lignina/celulosa, la conductividad eléctrica, salinidad, el pH y la presencia de ciertas sustancias tóxicas en la fase líquida que afectan a la incidencia de enfermedades producidas por fitopatógenos del suelo.

- Entre los factores biológicos encontramos los microorganismos responsables del control biológico mediante uno o varios de los mecanismos indicados anteriormente.

Hace ya años que se emplean las aplicaciones foliares con extractos acuosos de diversos compost para el control de enfermedades foliares, comprobándose que dichos extractos inducen resistencia en la planta y están implicados en el fenómeno tanto microorganismos (agentes de biocontrol) como compuestos químicos, en muchos casos no identificados.

El té de compost

El empleo y desarrollo de distintos preparados basados en el compost y agua para el control de enfermedades, se encuentra en auge desde 1990. Son muchos los términos que se han empleado para estos preparados: té de compost, té de compost aireado, té orgánico, extractos de compost, extractos acuosos fermentados de compost, extracto enmendado, macerados de compost y lodos líquidos de compost (algunos de ellos de difícil traducción al castellano). Muchos de los términos son sinóni-

- ✓ MAYOR ESTIMULO PARA SUS PLANTAS.
- ✓ MAYOR RENTABILIDAD PARA SU CULTIVO.



TRY FERRO®

Quelato LIQUIDO de Hierro, Fe²⁺, al 6%.
Sal ferrosa del ácido hexahidroxí capríco.

- ✓ Estimula el crecimiento de todo tipo de plantas.
- ✓ Corrige la clorosis y previene las carencias de hierro.

TRY ELEMENTS®

Abono LIQUIDO especial con NPK y AMINOACIDOS biológicamente activos.

- ✓ Fomenta el desarrollo de las raíces y de nuevos brotes.
- ✓ Indicado para cultivos nuevos, decaídos, retrasados, contaminados o parados.

TRY GLUCO®

Abono LIQUIDO especial con NPK y AMINOACIDOS bio-activos.

- ✓ Aumenta la concentración de azúcares de los frutos.
- ✓ Activa y vigoriza la planta y sus frutos.

TRY MICRO'S® DUE

Quelato LIQUIDO de manganeso y zinc (8:8).
Sal del ácido hexahidroxí capríco.

- ✓ Corrige y previene las carencias de zinc y/o manganeso de la planta.

SUSTRATOS

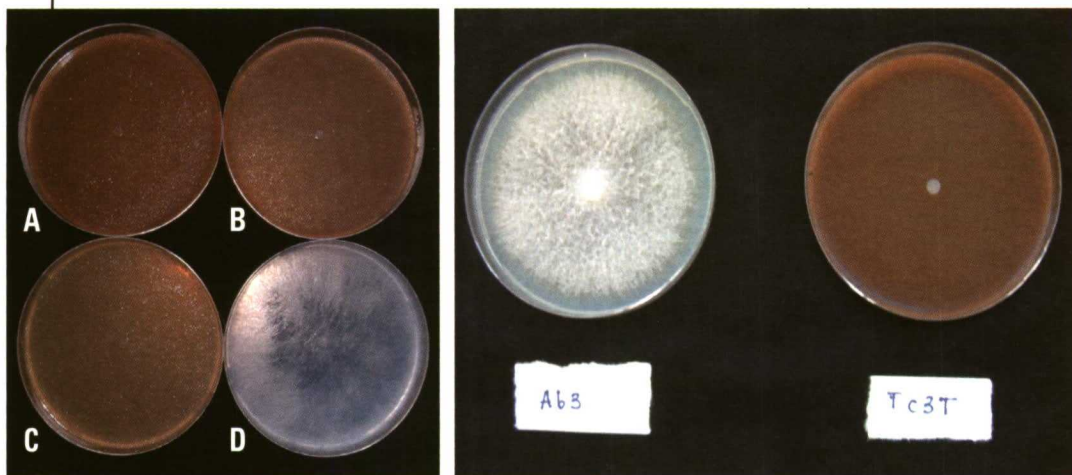


Foto 2 (izquierda). Evaluación de la inhibición del crecimiento fúngico de *P. aphanidermatum* por té aireado de compost. A, B y C: té de compost de orujo de vid al 15, 10 y 5%, respectivamente; D: testigo con agua.

Foto 3 (derecha). Evaluación de la inhibición del crecimiento fúngico de *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* por té aireado de compost A: testigo con agua. B: té de compost de orujo de vid al 15%.

empleo de té de compost, se ha realizado con patógenos de la parte aérea de las plantas, siendo superior el número de ensayos realizados con té de compost no aireados. En las aplicaciones a la parte aérea, el objetivo se centra en la filosfera; se produce recubrimiento de la superficie con algunos de los microorganismos presentes en el té de compost, principalmente *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Penicillium* y *Trichoderma*. El mecanismo que explica el control de enfermedades mediante estas aplicaciones no es único; se han indicado distintos modos de acción: la inhibición de la germinación de esporas, el antagonismo y la competición frente al patógeno y la inducción de resistencias.

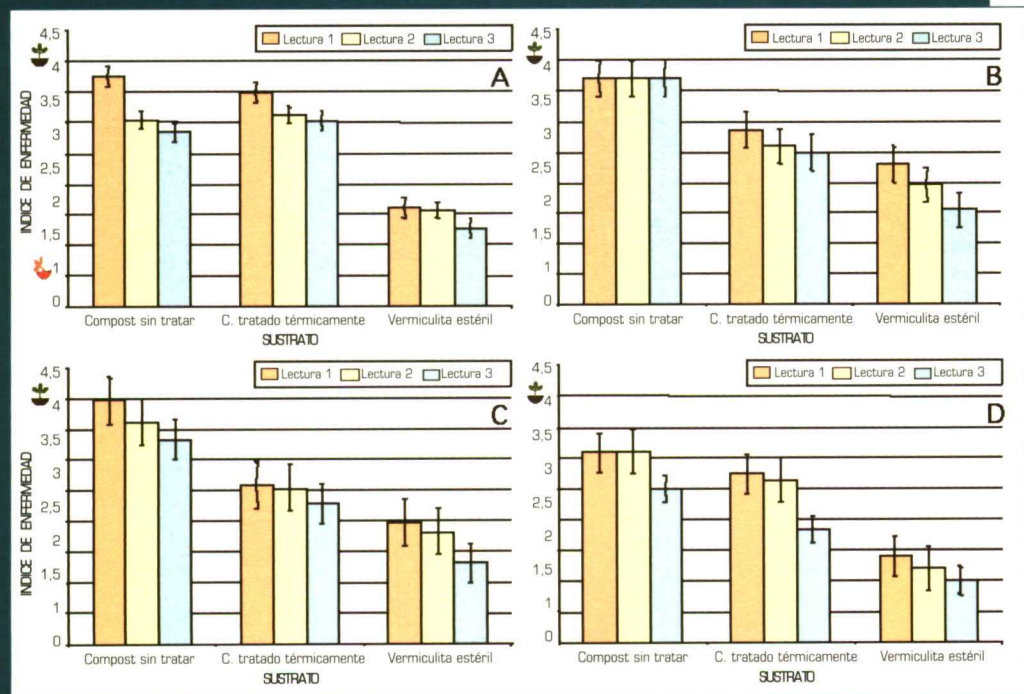
La investigación realizada en el control de patógenos edáficos mediante el empleo de té de compost ha sido menor, aunque esta práctica es común en la agricultura ecológica. Té de compost no aireado ha sido empleado en el tratamiento de semillas de guisantes para evitar la caída de plántulas producida por *Pythium ultimum*. Además, el té de compost no aireado, preparado tanto a partir de compost de estiércol de vacuno como de orujo de vid y fermentado durante entre cinco y diez días, inhibieron el crecimiento micelial in vitro de *Pythium*. Por otra parte, cuando las semillas fueron sumergidas en estos extractos, secadas y sembradas dos días después en un suelo inoculado con *P. ultimum*, se observó un incremento significativo de la germinación, así como de la longitud y el peso seco de las raíces. Mediante el empleo de riego con té de compost no aireados, se logró un control significativo de la fusariosis vascular del pimiento causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* y la del pepino causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. Por último, se ha demostrado in vitro su efecto micolítico sobre microconidios y clamidosporas de *Fusarium*, lo que pone de manifiesto como la destrucción de propágulos del patógeno puede jugar un papel en la supresividad.

mos, mientras otros se prestan fácilmente a confundirse con otros conceptos.

Cualquiera que sea la forma de preparar el té de compost, la aplicación final se realiza generalmente tras la filtración, utilizando un equipo de pulverización convencional. La mayor parte de la investigación sobre el control de patógenos mediante el

FIGURA 1.

Índice medio de enfermedad obtenido de las tres lecturas realizadas en plantas de pepino inoculadas con *Pythium aphanidermatum* en los distintos sustratos. A. Primer ensayo, B. Resiembra primer ensayo, C. Segundo ensayo y D. Resiembra segundo ensayo. Índice de enfermedad: 1: Planta muerta; 2: Planta con síntomas avanzados; 3: Aparición de los primeros síntomas; 4: Planta sana.



Compost de orujo de vid frente a *P. aphanidermatum*

Nuestro grupo de investigación ha estudiado la supresividad del compost de orujo de vid frente a *Pythium aphanidermatum*, inoculándolo sobre plántulas de pepino, po-

niendo de manifiesto la existencia de supresividad natural del mismo frente a este patógeno (Diáñez, 2005).

En los resultados de los ensayos in vivo con los distintos sustratos (compost sin tratar, compost tratado térmicamente durante seis días a 60°C y vermiculita esterilizada en autoclave) se observa una reducción importante de la manifestación de la enfermedad de las plantas crecidas en el compost de orujo de vid, siendo esta reducción mayor, en el compost no tratado térmicamente que en el sometido a seis días de tratamiento en estufa a 60°C. Este hecho indica que la componente biológica del compost de orujo de vid juega un papel importante, aunque no sea el único factor a considerar, en la manifestación de la supresividad natural de la caída de plántulas originada por *Pythium aphanidermatum*.

La supervivencia media de plantas sanas al finalizar los distintos ensayos en los testigos inoculados con *Pythium aphanidermatum* fue significativamente distinta en los distintos sustratos empleados, siendo los valores medios de los cuatro ensayos del 11%, 44% y 65% respectivamente para los sustratos vermiculita, compost tratado térmicamente y compost sin tratar (Diáñez, 2005; Santos y col., en prensa) (figura 1, foto 1).

La supresividad natural del compost de orujo de vid frente *Pythium aphanidermatum* fue ya descrita en trabajos realizados en Israel. En estos trabajos, la supresividad desaparece cuando el sustrato es esterilizado en autoclave, y es recuperada cuando se mezcla el compost esterilizado con un compost no esterilizado. Éste es el procedimiento que habitualmente se emplea para confirmar la naturaleza biológica de los fenómenos de supresividad de los suelos o sustratos. Cuando someten el compost a un ligero tratamiento térmico (55°C durante 2 horas), la supresividad se ve ligeramente mejorada. En nuestro ensayo el tratamiento térmico realizado ha sido sustancialmente diferente (60°C durante seis días), y a pesar de lo prologando del mismo, la supervivencia en el compost tratado térmicamente a sido cuatro veces superior a la obtenida en los testigos en vermiculita, aunque menor que en el compost sin tratamiento (11, 44 y 65% para los sustratos vermiculita, compost tratado térmicamente y compost sin tratar, respectivamente).

Asimismo, se demuestra en los ensayos realizados con té de compost in vitro que muestran una alta supresividad del crecimiento micelial, tanto en los compost filtrados en los que se elimina sólo parte de la materia orgánica, tales como las semillas de la uva, como en los microfiltrados (filtros de 20 micras de tamaño de poro), en los cuales se eliminan todos los microorganismos presentes en el té, donde los metabolitos producidos por los microorganismos, en concreto, los sideróforos, son los responsables de la inhibición de *P. aphanidermatum*, así como de otros fitopatógenos, tales como *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* (fotos 2 y 3). ■

Bibliografía

Diáñez F. (2005). Evaluación de la capacidad supresora de la microbiota bacteriana y fúngica del compost de orujo de vid frente a hongos fitopatógenos. Tesis Doctoral. Universidad de Almería.

Hoitink H.A.J., Schnitthener A.F., Herr L.J. 1975. Composted bark for control of root rot in ornamentals. Ohio Rep. 60: 25-26.

Santos M., Diáñez F., de Cara M., Tello J.C. Suppression of soil-borne mycosis by grape marc compost in vegetable seedlings. Compost Science and Utilization, en prensa.



Cimag

Certamen de la maquinaria de forraje



Del 25 al 28 de enero / 07

www.feiragalicia.com/cimag



cimag@feiragalicia.com
36540 - Silleda - Pontevedra
Tfno. 986 577 000 - Fax. 986 580865

