

Control de patógenos de origen edáfico

La biofumigación como alternativa a la desinfección de suelos

Las posibilidades de desarrollo de los tratamientos de biofumigación son tan diversos como los tipos de subproductos y materias primas para enmiendas

**A. Bello,
J.A. González, J.Tello***

Dpto Agroecología, Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC.

(* Dpto Producción Vegetal, Universidad de Almería

La biofumigación es una técnica que permite utilizar la materia orgánica y los residuos agrarios, así como los productos de su descomposición en el control de los patógenos vegetales de origen edáfico. La utilización

de esta técnica contribuye a resolver los problemas ambientales creados por los residuos de la agroindustria. Esta técnica es de bajo coste y fácil aplicación que puede ser de gran interés en cultivos de bajo retorno económico, en países en vías de desarrollo. En combinación con otras técnicas, como la solarización, puede incrementar su eficacia al permitir su empleo en épocas del año y áreas donde no se alcanzan las temperaturas óptimas. La

eficacia de la biofumigación se incrementa cuando se incorpora dentro de un sistema de manejo integrado de cultivos.

Fundamentos de la biofumigación

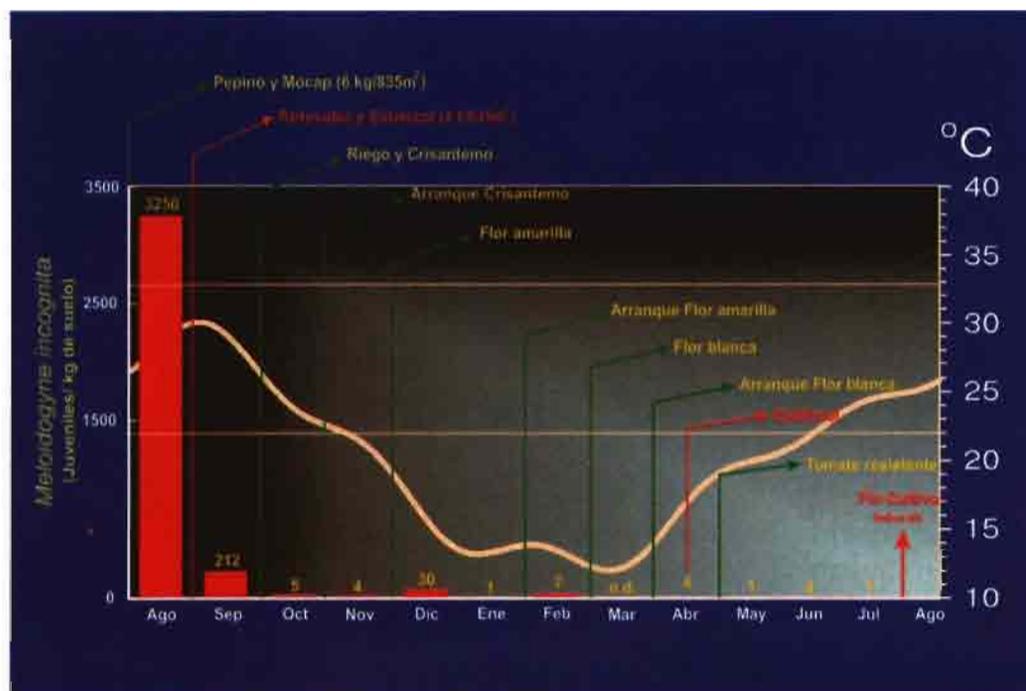
La adición de materia orgánica al suelo para mejorar la fertilidad y controlar las plagas y enfermedades es una práctica casi tan antigua como la agricultura. Se ha ensayado una gran variedad de materiales que como en-

mienda al suelo pueden servir para controlar nematodos, hongos fitoparásitos y malas hierbas (MBOC, 1997). Estas incluyen estiércol de ganado, residuos de industrias papelera y forestal, residuos de industrias pesqueras y de mariscos, así como numerosos subproductos agroindustriales (Hoitink, 1988). La eficacia de las enmiendas orgánicas para el control de nematodos y otros patógenos del suelo depende de su composición química, propiedades físicas y evolución en el suelo, lo que viene determinado por el tipo de microorganismos implicados en su descomposición.

Las posibilidades de desarrollo de los tratamientos de biofumigación son tan diversos como los tipos de subproductos y materias primas disponibles para la preparación de las enmiendas, existen muchos trabajos sobre el uso de materia orgánica para el control de patógenos de origen edáfico (Hoitink, 1988). Se han estudiado entre otros: materiales con alto contenido en nitrógeno que generan amoníaco, sustancia de reconocida actividad nematicida; materiales quitinosos que estimulan la actividad de la microflora quitinolítica, capaz de destruir nematodos y hongos fitopatógenos.

Para que los tratamientos de biofumigación sean eficaces, generalmente se requiere añadir grandes cantidades de materia orgánica al suelo (>50 t ha⁻¹) y su empleo está limitado por la disponibilidad de materia prima, costos de transporte y por la capacidad del suelo para degradar la materia orgánica. Una alternativa es la de mejorar la efectividad de la biofumigación mediante la combinación con otras técnicas de control. Por ejemplo mediante la combinación de la solarización con la adición al suelo de enmiendas, puede incrementarse la eficacia de

Figura 1:
Efecto de la biofumigación sobre las poblaciones del suelo de *Meloidogyne incognita* dentro de un modelo de producción integrada en El Perelló, alrededores de la Albufera de Valencia (según Bello et al., 1996)





En combinación con otras técnicas, como la solarización, puede incrementar su eficacia al permitir su empleo en épocas del año y áreas donde no se alcanzan las temperaturas óptimas.

ambas técnicas, permitiendo la reducción de las cantidades de materia orgánica necesaria por hectárea así como el tiempo de solarización.

Algunos materiales que podrían utilizarse como enmiendas orgánicas, pueden acumular compuestos perjudiciales o contener patógenos vegetales. El riesgo de introducción de patógenos se minimiza mediante la realización de procesos de compostaje correctos, donde se alcanzan temperaturas de 65-71°C, cuando el compost comienza a enfriarse es recolectado por organismos antagonistas y competidores.

Otro problema que presenta el uso de las enmiendas orgánicas para el control de patógenos de origen edáfico es la variabilidad de su composición. Por ejemplo, el contenido en nitrógeno de la gallinaza puede variar dependiendo de las condiciones de almacenamiento, humedad, temperatura, etc. La normalización de la composición de las enmiendas, requiere un estricto control de calidad, siendo un área en desarrollo que requiere de una metodología apropiada.

Biofumigación y solarización

La solarización ha tenido resultados contradictorios en el control de nematodos fitoparásitos, es efectivo en el control de algunos ectoparásitos y endoparásitos migratorios (*Ditylenchus* spp. y *Pratylenchus* spp.), mientras que, la mayoría de las veces, no lo es para los endoparásitos formadores de nódulos (*Meloidogyne* spp.). No es efectiva para determinadas malas hierbas y algunos hongos fitopatógenos que se localizan en capas profundas del suelo, tales como *Armillaria*. Las técnicas de solarización sólo se pueden utilizar en verano y en áreas con temperaturas altas, por lo que son de gran interés las estrategias que permitan la utilización de la técnica en épocas frías y en países con temperaturas bajas así como el

incremento de su eficacia para organismos como los nematodos formadores de nódulos. Los procesos implicados en la solarización no son del todo conocidos, el incremento de la temperatura del suelo es fundamental para la reducción del inoculo, pero existen otros efectos importantes derivados de la actividad microbiana (Bello *et al.*, 1993).

La efectividad de las técnicas de solarización puede mejorarse si se complementan mediante la aplicación de residuos de cultivos o agentes de control biológico, utilización de plásticos impermeables, etc. (Gamliel y Stapleton, 1993). Es importante también un correcto manejo del suelo encaminado a la mejora de su estructura mediante la aplicación de compost, estiércol y abonos verdes. La adición de quitina

● **La biofumigación resuelve los problemas ambientales creados por los residuos de la agroindustria. Es una técnica de bajo coste y fácil aplicación, que en combinación con otras técnicas y dentro de un sistema de manejo integrado, puede aumentar su eficacia** ●

puede estimular el desarrollo de actinomicetos y organismos quitinilíticos que parasitan nematodos y hongos.

Valor biofumigante de los residuos agroindustriales

Desde 1995, nuestro equipo ha venido estudiando los efectos que la adición de enmiendas orgánicas al suelo tiene sobre los organismos patógenos de origen edáfico. Los resultados del proyecto: «Modelos no contaminantes alternativos al tratamiento de suelos con BrMe» (Ref: CICYT AMB 95-0428-C02-01), nos han permitido comprobar que el estiércol y los residuos agroindustriales, cuando se utilizan como mejorantes orgánicos del suelo dentro de sistemas de producción integrada, como efecto colateral contribuyen a eliminar los problemas causados por nematodos patógenos de plantas formadores de nódulos (*Meloidogyne* spp.), que son difíciles de controlar mediante otras técnicas. Su eficacia se ha comprobado al estudiar en cultivos hortícolas del Levante español (Fig. 1) y los efectos de la biofumigación han sido confirmados experimentalmente en laboratorio, así como en cultivos de plataneras y tomates en el sur de Tenerife (Bello *et al.*, 1996) y melones de Castilla-La Mancha, ambos en España. Además se considera que los fenómenos de biofumigación puede ser la clave de la baja incidencia de patógenos de origen edáfico en cultivos hortícolas de Almería.

Ventajas

En nuestros trabajos hemos comprobado que algunos residuos agrarios tienen acción biofumigante del suelo, presentando una eficacia similar a la de los productos fitosanitarios convencionales, presentando además varias ventajas sobre éstos. Los tratamientos no tienen efec-

tos negativos sobre el medio ambiente y la salud de los consumidores, no presentando limitaciones para su utilización en producción integrada e incluso en agricultura ecológica. Estas técnicas pueden tener precios altamente competitivos, principalmente por utilizar subproductos agrícolas cuya comercialización implica procesos sencillos y de bajo coste y porque los aspectos relacionados con la protección de los resultados de estas investigaciones (patentes, modelos de utilidad etc.) pasan a un segundo término, ya que el control de la técnica depende exclusivamente del control de los residuos.

Los residuos orgánicos procedentes de la agroindustria suelen acumularse de forma incontrolada, con el consiguiente impacto ambiental y un preocupante incremento de problemas de plagas, que pueden tener consecuencias negativas para los cultivos. Paradójicamente, en nuestro país los suelos son deficitarios en materia orgánica, lo que repercute en su degradación, tanto física como biológica. La degradación biológica implica una pérdida de biodiversidad del suelo y con ello de su potencial autorregulador de los organismos patógenos para los cultivos. Todo ello da lugar a una dependencia cada vez mayor en fertilizantes y plaguicidas, lo que repercute, no sólo en los aspectos económicos y de calidad de los cultivos, sino sobre todo en una mayor degradación del ambiente.

Los residuos agroindustriales son una excelente fuente de materia orgánica y, en lugar de representar un factor de contaminación ambiental, deben recuperarse mediante procesos sencillos de reciclado para su posterior empleo en agricultura. Es de sumo interés para las empresas agrarias obtener un producto que su-

ponga ingresos adicionales a la vez que librarse de una fuente de contaminación no deseada. Se pueden obtener mejoradores orgánicos de alta calidad a partir de residuos agrarios que incrementen la capacidad productiva de los suelos por controlar organismos patógenos, aumentar la cantidad y calidad de nutrientes asimilables por las plantas; mejorar la estructura del suelo favoreciendo la aireación y permeabilidad, lo que repercute en una mayor efica-



La combinación de la solarización con la adición al suelo de enmiendas permite incrementar la eficacia de ambas técnicas, reduciendo las cantidades de materia orgánica necesaria por hectárea y el tiempo de solarización.

cia del abonado y en el incremento de su actividad biológica, aumentando su biodiversidad y activando los procesos biológicos que tienen lugar en el suelo.

Futuro desarrollo de la biofumigación

Es fundamental el disponer de una metodología para la optimización y caracterización de los residuos agroindustriales que se emplean en biofumigación, con el fin de normalizar su producción, al mismo tiempo que ofrecer al mercado un producto con garantía sobre su composición, calidad fitosanitaria y agronómica. Hay que tener en cuenta que el uso de los re-

siduos agroindustriales debe realizarse bajo control al objeto de evitar los posibles riesgos de introducción de organismos patógenos para los cultivos y prever posibles daños para la salud humana y el medio ambiente.

Es deseable que la manipulación de los productos utilizados en biofumigación sea mínima, mediante procesos sencillos de bajo coste, que permitan precios altamente competitivos en el mercado. Los productos finales deben dar lugar a una

fente extra de ingresos al sector agrario, con una reducción de gastos, mejora de la rentabilidad y calidad de la producción.

El éxito de las técnicas de biofumigación está en saber integrar esta alternativa de control de los patógenos del suelo en un modelo de producción integrada, siendo una buena alternativa al uso de pesticidas con alto impacto ambiental como el bromuro de metilo, biocida de aplicación al suelo cuyo uso será prohibido debido a su efecto destructor de la capa de ozono estratosférico (Bello, 1997).

BIBLIOGRAFIA

Bello A. 1997.

La retirada del bromuro de metilo como fumigante. Consecuencias para la agricultura española. *Vida Rural*, 45: 70-72.

Bello A., J. A. González, M. Bun, J. Domínguez, J. López Cepero, C.M. Rodríguez, J. Tello. 1993.

Interés agroecológico de la solarización de un sustrato de pumitas en Canarias. XII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, 1608-1615.

Bello A. J. A. González, M. A. Pastana, M. Escuer. 1996.

Basis for nematode control without methyl bromide in Spain. International Research Conference on Methyl Bromide, Alternatives and Emissions Reductions. Methyl Bromide Alternatives Outreach and U.S. Dpt. of Agriculture, Florida, USA: 19 (1-4).

Gamliel A., J. J. Stapleton. 1993.

Effect of chicken compost or ammonium phosphate and solarization on pathogen control, rhizosphere microorganisms, and lettuce rowth. *Plant Disease*, 77, 886-891.

Hoitink H. A. 1988.

Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. *Annual Review of Phytopathology*, 24, 93-114.

MBTOC, 1997.

Report of the Technology and Economic Assessment Panel. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya, 221 pp.

• • •