

DESINFECCIÓN DE SUELOS PARA HORTALIZAS: USO DE LA BIOFUMIGACIÓN

Aunque no reemplaza al bromuro de metilo, el cual está en vías de eliminación por el daño que causa al ambiente, la biofumigación es una técnica que permite alcanzar una producción similar a la que se obtiene en cultivos de hortalizas con otros químicos, como el matam sodio.

Jorge Riquelme S.
Ingeniero Agrónomo, Dr.

INIA Raihuén

Jorge Carrasco J.
Ingeniero Agrónomo, Dr.

INIA Rayentué

Andrea Torres P.
Ingeniero Agrónomo

INIA La Cruz

La biofumigación de suelos es una técnica apropiada para la agricultura familiar campesina, que permite utilizar residuos agrícolas y guanos, y los productos de su descomposición, en el control de los patógenos presentes en el suelo. Se ha encontrado que, por lo general, cualquier tipo de materia orgánica puede actuar como biofumigante, dependiendo su eficacia principalmente de la dosis y del método de aplicación.

Esta técnica incluye el uso de material vegetal picado, como el de crucíferas, cuya descomposición en el suelo libera sustancias tóxicas volátiles (Allil isometiltiocianato) que ejercen una acción de control sobre hongos y nematodos. Para lograr un buen proceso de descomposición del

material picado es necesario balancear la relación carbono/nitrógeno, adicionando nitrógeno, por ejemplo urea, en dosis controladas, o, en el caso de producción orgánica, estiércol de pollo o pavo, los cuales liberan amonio en el suelo que complementa el control de patógenos.

La técnica de la biofumigación, como alternativa para el control de patógenos del suelo, es de un costo relativamente bajo y de fácil aplicación (no supera los \$500.000 a \$600.000 por hectárea), si se compara con el uso de agroquímicos que pueden superar \$1.000.000 a \$1.200.000 por hectárea. Esto puede ser de gran interés en cultivos de bajo retorno económico, particularmente en producciones hortícolas de pequeños y medianos agricultores, así como también en la producción orgánica, en las cuales un número importante de productores no supera las 0,5 ha de cultivo.

Las mayores desventajas de la biofumigación son la oportunidad de disponer de los equipos que permitan el picado del material y el menor porcentaje de control de patógenos, en relación a un control químico (20 a un 30% menor). Sin embargo, el material vegetal picado que se incorpora al suelo se transforma finalmente en materia orgánica, lo cual mejora la estructura y las propiedades químicas y biológicas de éste, aumentando el valor de la tierra y favoreciendo la producción de cultivos.

Modo de acción

La descomposición del mate-

Los guanos de pavo, de pollo, de vacuno, los residuos de hojas y tallos de plantas crucíferas, son algunos tipos de materia orgánica evaluados en la biofumigación para el control de nematodos del suelo, hongos fitoparásitos y malezas, con buenos resultados, especialmente en el control de nematodos.

rial vegetal en el suelo produce una cadena de cambios microbiológicos. Primero proliferan microorganismos que se nutren y obtienen energía de ella, y son los que inician la descomposición del material. Este proceso estimula el desarrollo de otros organismos, tanto benéficos como perjudiciales (hongos nematófagos, nematodos predadores, lombrices, hongos, protozoos, algas y otros organismos), los cuales dan origen a una gran cantidad de productos que participan en el control de los patógenos del suelo. Entre ellos están el amonio, nitratos, ácido sulfhídrico y otras sustancias volátiles, además de ácidos orgánicos de efecto ne-

maticida directo sobre la incubación de los huevos o sobre la movilidad de los estados juveniles.

La agregación de urea o guanos, además de aumentar los niveles de nitrógeno del sustrato orgánico, incrementa la cantidad de amonio y, por lo tanto, el efecto nematicida. Sin embargo, es necesario ser cuidadoso en la cantidad que se agregue, puesto que un exceso puede desequilibrar la relación nitrógeno-carbono. La metabolización del nitrógeno en el suelo, en su transformación a proteínas y otros compuestos, depende del carbono y de los microorganismos. El carbono es el componente principal de la materia orgánica, y si se agrega nitrógeno amoniacal en abundancia, el carbono podría ser insuficiente para metabolizar el nitrógeno. En esas condiciones se acumularía amonio y nitratos en exceso en el suelo, causando toxicidad a las plantas.

Recomendaciones


Para que la biofumigación sea eficaz se requiere añadir entre 5 a 10 kg de residuos orgánicos de crucíferas por cada metro cuadrado de terreno, condición que limita su uso a la disponibilidad y calidad de materia prima y al costo de transporte.

Para hacer las mezclas, por cada 10 a 20 kg de material vegetal fresco trozado, la cantidad de urea a aplicar puede variar entre 0,2 a 0,5 kg, dependiendo del material vegetal que se utilice. Si el material corresponde a hojas de crucíferas principalmente, se recomienda utilizar de 0,2 a 0,3 kg,

De acuerdo a estudios realizados por INIA en invernaderos de tomate y pimiento de la zona central, se recomienda iniciar la biofumigación en enero, cuando exista disponibilidad de hojas y tallos de alguna especie de crucífera, como repollo, brócoli o coliflor.

y si se trata de tallos y raíces básicamente, se recomienda usar de 0,4 a 0,5 kg de urea.

De acuerdo a estudios realizados por INIA en invernaderos de tomate y pimiento de la zona central, se recomienda iniciar la biofumigación en el mes de enero, cuando exista disponibilidad de hojas y tallos de alguna especie de crucífera, como repollo, brócoli o coliflor. El proceso se mantiene activo por un período de 80 a 90 días, dependiendo de la calidad del picado del material y de la temperatura ambiente, la cual, al ser más alta, favorece una mayor temperatura en el suelo, facilitando con ello la descomposición del material.

La biofumigación no tiene efectos negativos en el medio ambiente o en la salud de los consumidores. No tiene limitación en su uso en producción integrada o agricultura ecológica. Sin embargo, existen antecedentes, al igual que para la solarización, que indicarían que se trata de una técnica que no logra igualar el efecto del bromuro de metilo, fumigante que hoy en día está en vías de eliminación por su efecto negativo sobre el medio ambiente, al afectar la capa de ozono. 

Pasos a seguir para lograr una adecuada biofumigación

- Para iniciar la biofumigación de los suelos donde serán plantados tomates u otra hortaliza, se debe picar el rastrojo verde de repollo, brócoli o de col forrajera, en trozos lo más pequeños posible. Así se acelera el proceso de descomposición de los residuos y la liberación de gases en el suelo. Para picar los residuos de crucíferas se puede utilizar un pequeño motocultor, o una picadora de residuos (figura 1).

Figura 1. Picado de rastrojo de repollo, brócoli u otros, utilizando un rotovator.



- Inmediatamente al picado de residuos vegetales o rastrojos de cultivos, con un arado de vertedera de tracción animal, se debe abrir surcos sobre la hilera de plantación del tomate bajo invernadero o al aire libre, a una profundidad de 15 a 20 centímetros, y con un ancho de unos 20 a 25 cm (figura 2).

Figura 2. Apertura de surcos en invernaderos, previo al tratamiento de biofumigación.



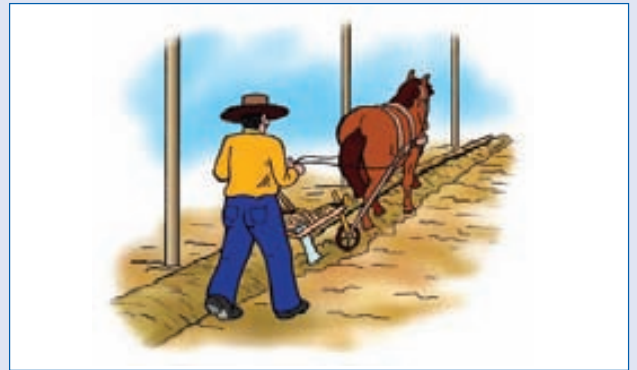
- Dentro del surco se deposita el residuo picado, teniendo la precaución de distribuirlo uniformemente, en dosis de 5 a 10 kg por metro cuadrado. Es decir, en un surco de 10 metros de largo y de 0,2 m de ancho, se deberían depositar del orden de 10 a 20 kg de residuo a lo largo de él (figura 3). Lo aconsejable es mezclar, según recomendación indicada, la urea o guano con el residuo picado antes de aplicarlo al interior del surco.

Figura 3. Aplicación del residuo de crucífera, mezclada con guano de pollo o pavo, en el interior del surco.



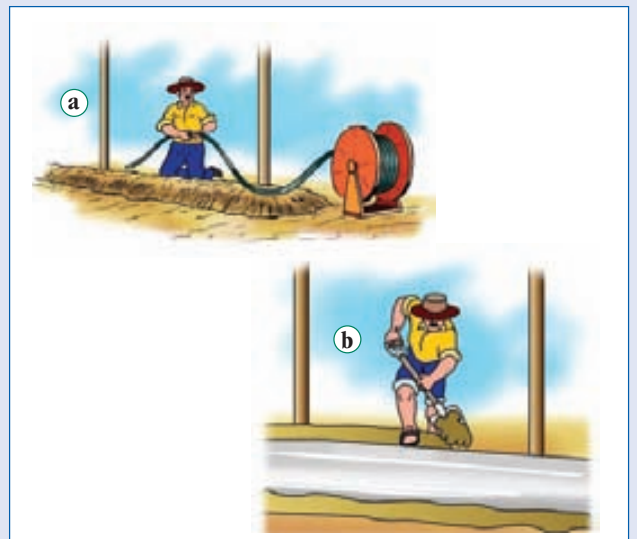
- El siguiente paso es tapar el residuo picado con un arado de vertedera y caballo, utilizando para ello la tierra removida en la apertura del surco (figura 4).

Figura 4. Tapado del surco al cual se le aplicó material de residuos de crucíferas.



- Sobre el área del surco ya tapada, la cual pasa a formar una mesa de plantación al interior de un invernadero, se ubican sobre la línea de plantación las cintas o mangueras de riego por goteo (figura 5a), luego se cubre la mesa y las cintas con plástico polietileno, sellando los bordes con tierra (figura 5b), para evitar la pérdida de los gases que se liberarán cuando se inicie el proceso de descomposición del material picado de crucífera.

Figura 5a y Figura 5b. Proceso final de acondicionamiento de la técnica de biofumigación: a) postura de la cinta de riego; b) postura y sellado del plástico polietileno sobre las mesas de plantación.



- Terminada la mesa y con el objeto de favorecer la descomposición del material, se da un riego inicial abundante. Posteriormente se riega cada 3 a 5 días en invernadero y cada 8 a 10 días en campo abierto, hasta cumplir de 80 a 90 días. En ese período se asume que el mayor porcentaje de material incorporado al suelo está en etapa de descomposición, eliminando concentraciones de tóxicos controladores de patógenos, que pudiesen afectar el establecimiento de una especie hortícola, como lo es el tomate o pimiento.
- Cuando se considere que el proceso de descomposición del material está terminando, se recomienda usar plantas de especies hortícolas indicadoras, como lechugas, las cuales se plantan sobre el terreno tratado, previo al establecimiento del cultivo que interesa (figura 6). Si el 100% de las plantas se establecen, significa que el suelo está apto para ser plantado. Por el contrario, si hay caída de plántulas, significa que están activas las sustancias tóxicas liberadas de la descomposición de la crucífera incorporada., y por lo tanto hay que postergar la plantación e ir repitiendo el establecimiento de plantas indicadoras.
- En un invernadero, otra forma de hacer biofumigación –si se tiene el equipamiento adecuado, como "rotovatores"–, es esparcir sobre la superficie del terreno los residuos de hojas y tallos de plantas crucíferas, picarlos con estos equipos e incorporarlos en el suelo, en mezclas con estiércoles de pavo o pollo. Esta práctica da buenos resultados, especialmente en el control de nematodos. Con estos se cubre la totalidad de la superficie del terreno, pero se requiere un mayor volumen de residuos para la biofumigación.

Figura 6. En un suelo tratado con biofumigación, una vez realizada la prueba positiva de germinación con especies indicadoras, como lechuga, es el momento adecuado de plantación de hortalizas.



La técnica de la biofumigación, como alternativa para el control de patógenos del suelo, es de un costo relativamente bajo y de fácil aplicación (no supera los \$ 500.000 a \$ 600.000 por hectárea), si se compara con el uso de agroquímicos.

Las mayores desventajas de la biofumigación son la oportunidad de disponer de los equipos que permitan el picado del material y el menor porcentaje de control de patógenos, en relación a un control químico (20 a un 30% menor).
