

Suelos y hortalizas

Biofumigación

Una alternativa orgánica para la desinfección de suelos en invernaderos



Jorge Carrasco Jiménez Dr. Ingeniero Agrónomo
Bárbara Vega Candia Ing. Agrónomo
Andrea Torres Pinto Ing. Agrónomo

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
Centro Regional Rayentué



Gobierno
de Chile

gob.cl



FONDO DE ADAPTACIÓN



Mejoramiento de la Resiliencia al

cambioclímático

De la pequeña Agricultura en la Región de O'Higgins

Cartilla divulgativa en el marco del Proyecto “Mejoramiento de Resiliencia al Cambio Climático de la Pequeña Agricultura en la Región de O’Higgins” Chile

Financia

Fondo de Adaptación al Cambio Climático

Ejecuta

Ministerio de Agricultura

Ministerio de Medio Ambiente

Instituto de investigaciones Agropecuarias (INIA)

Coordina

Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AGCID)
del Ministerio de Relaciones Exteriores

Director del Proyecto

Joaquín Arriagada Mujica, Seremi de Agricultura Región de O’Higgins

Autor

Jorge Carrasco Jiménez Dr. Ingeniero Agrónomo

Bárbara Vega Candia Ing. Agrónomo

Andrea Torres Pinto Ing. Agrónomo

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)

Jefe de Comunicaciones

Javier Perez Barrientos

Edición

Alejandra Catalán Farfan, INIA Rayentué

Diseño

Muriel Palma Hormazábal

Fotografías

Matías Cornejo Brito

Marzo 2020

Región de O’Higgins, Rancagua, Chile

Impreso en Chile

Suelos y hortalizas

Biofumigación

Una alternativa orgánica para la desinfección de suelos en invernaderos

Jorge Carrasco Jiménez Dr. Ingeniero Agrónomo

Bárbara Vega Candia Ing. Agrónomo

Andrea Torres Pinto Ing. Agrónomo

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)

Centro Regional Rayentué



Mejoramiento de la Resiliencia al

cambioclimático

De la pequeña Agricultura en la Región de O'Higgins

Presentación

Este material ha sido elaborado en el marco del Proyecto “Mejoramiento de la Resiliencia al Cambio Climático de la Pequeña Agricultura de la Región de O’Higgins”, financiado por el Fondo de Adaptación al Cambio Climático de las Naciones Unidas. Su implementación está a cargo de la Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AGCID), y su ejecución a cargo del Ministerio de Agricultura y el Ministerio del Medio Ambiente.

El objetivo principal del proyecto es aumentar la resiliencia a la variabilidad y el cambio climático de las comunidades rurales agrícolas, en la zona de secano costero e interior de la Región de O’Higgins. La zona geográfica donde se emplaza el proyecto incluye las comunas de Paredones, Pichilemu, Marchigüe, La Estrella, Litueche, Navidad, Lolol y Pumanque.

En Chile, se han desarrollado diversos estudios que dan cuenta de las proyecciones futuras de cambio climático para el país. Por ejemplo el “Observatorio Agroclimático” del Ministerio de Agricultura (<http://www.climatedatalibrary.cl/maproom/>); la Base Digital del Clima (<http://basedigitaldelclima.mma.gob.cl/>) y el Proyecto “Simulaciones Climáticas regionales y marco de evaluación de la vulnerabilidad” (<http://simulaciones.cr2.cl/>), del Ministerio del Medio Ambiente, entre otros. De acuerdo a estos estudios, en la zona señalada se espera una disminución aproximada entre un 15% a 20% de la precipitación media anual y un aumento de la temperatura media en aproximadamente +2 °C, hacia mediados de siglo.

Estas condiciones futuras, representan las principales amenazas para el uso sostenible de la tierra y el suministro de agua en el área del proyecto. Teniendo en cuenta el clima actual, las estaciones secas duran entre 6 y 8 meses por año, período que probablemente aumentará durante las próximas décadas. De acuerdo con las proyecciones de cambio climático, previamente mencionadas, esta región se ubica entre las zonas del país que se verán más afectadas por la disminución de la precipitación. Los modelos muestran un alto grado de certeza en este asunto. Esta situación ciertamente aumentará las dificultades que enfrentan los pequeños agricultores de la zona, en relación con la escasez de agua y la degradación del suelo, afectando directamente la producción, la calidad del suelo, los servicios ecosistémicos y la biodiversidad, intensificando los problemas actuales que enfrentan estas poblaciones de agricultores pequeños y de subsistencia, agravando así su situación de pobreza y aumentando su vulnerabilidad a las condiciones climáticas.

El Proyecto “Mejoramiento de la Resiliencia al Cambio Climático de la Pequeña Agricultura de la Región de O’Higgins”, ha sido impulsado por el Gobierno de Chile con apoyo internacional, como una respuesta a la necesidad urgente de enfrentar el riesgo que impone el cambio climático a estas poblaciones, y aumentar su capacidad adaptativa.

Biofumigación

Una alternativa orgánica para la desinfección de suelos en invernaderos



La Biofumigación, es una alternativa orgánica utilizada para la desinfección del suelo en la producción de hortalizas, ya sea al aire libre o bajo invernadero. Esta consiste en la incorporación de material vegetal al suelo en el momento de la preparación del mismo, es decir antes de sembrar. Este materiales vegetal, al descomponerse, produce sustancias tóxicas volátiles que elimina hongos y nematodos perjudiciales para los cultivos.

Al aplicar materia orgánica al suelo, se produce una proliferación de microorganismos que se nutren y obtienen energía de ella, e inician su descomposición. Durante la

descomposición, se estimula el desarrollo de otros organismos tanto benéficos como perjudiciales (hongos nematófagos, nematodos predadores, lombrices, hongos, protozoos, algas y otros), cuya acción genera una gran cantidad de compuestos químicos que participan en el control de los patógenos del suelo.

Adicionalmente, la incorporación de materia orgánica mejora la estructura física, como además propiedades químicas y biológicas del suelo.

Los invernaderos para la producción de hortalizas y flores, normalmente son un espacio cerrado, en el cual existe poca o nula ventilación, y muchas veces con temperaturas ambiente alta, por lo cual se convierten en el lugar apropiado para el desarrollo de distintas plagas, nematodos y hongos, que cada vez producen mayores problemas de manejo de los cultivos a los agricultores. Además, si a estos inconvenientes se agrega la condición de un uso intensivo del suelo, en la producción de hortalizas, que lleva a producir algunas especies con rotaciones cortas, donde un cultivo, como tomate, se puede llegar a repetir cada dos años, la situación se agrava.

Esta condición, origina problemas de aparición de enfermedades del suelo,

generadas por hongos patógenos y por nematodos fitófagos, lo que obliga a aplicar pesticidas, como fungicidas y nematicidas para desinfectarlo.

Bajo costo

La biofumigación del suelo es una técnica que permite utilizar la materia orgánica (residuos agrícolas y guanos), así como los productos de su descomposición, en el control de los patógenos presentes en el suelo, como hongos, bacterias y nematodos. Es una técnica de un costo relativamente bajo y de fácil aplicación, que puede ser de gran interés en cultivos de auto consumo o de bajo retorno económico, particularmente en producciones hortícola de pequeños agricultores.

Materia Orgánica

Además, puede resultar una técnica interesante para aquellos productores que se dedican a la producción orgánica. Se ha encontrado que, por lo general, cualquier tipo de materia orgánica, incorporada al suelo, puede actuar como biofumigante, dependiendo su eficacia principalmente de la dosis y del método de aplicación.



Esta técnica incluye el uso de material vegetal como las plantas crucíferas, repollo, brocoli, y coliflor, que se incorpora picado al suelo, cuya descomposición libera sustancias tóxicas volátiles como el Allil-isometiltiocianato, que ejerce acción de control sobre hongos y nematodos del suelo. Adicionalmente, la incorporación de materia orgánica mejora la estructura física y propiedades químicas del suelo, lo que favorece el desarrollo de los cultivos.

En forma complementaria a la aplicación de material vegetal, se puede utilizar urea en dosis controladas, o guano de pollo o de cordero, para balancear la relación carbono/nitrógeno en la descomposición de la materia orgánica, y aprovechar el amonio que libera en el suelo, la urea y el guano, como complemento para el control de patógenos.

La biofumigación no tiene efectos negativos en el medio ambiente o en la salud de los consumidores, porque los productos que actúan en el suelo, para el control de nematodos y hongos patógenos, son de origen orgánico en su mayoría, por lo cual no tiene limitación en su uso en producción integrada. La mayor desventaja de la biofumigación, es la oportunidad de disponer de material vegetal, como especies crucíferas, al momento de aplicar esta técnica como alternativa de desinfección de suelos en invernaderos. Es recomendable que el agricultor tenga incorporada la producción de especies crucíferas al aire libre, como repollo y brócoli, las cuales le proporcionarán el material vegetal necesario para la realización de la técnica de la biofumigación, que permitirá desinfectar el suelo para el próximo cultivo hortícola.



Modo de acción

La biofumigación es una alternativa basada en principios similares a los que ocurren con aplicaciones de pesticidas químicos, con la diferencia de que en este caso los gases liberados provienen de la descomposición de materia orgánica. La alta temperatura que se origina del proceso de descomposición, potencia su efecto sobre los microorganismos del suelo, al favorecer la descomposición de ellos.

Cuando se aplica materia orgánica al

suelo, se produce una secuencia de cambios microbiológicos. Productos como el amonio, nitratos, ácido sulfhídrico, otras sustancias volátiles y ácidos orgánicos, derivados de la descomposición de la materia orgánica, producen un efecto de control de nemátodos directo, sobre la incubación de los huevos o sobre la movilidad de los estados juveniles de ellos.

La adición de urea, junto con la materia orgánica, además de aumentar los niveles de nitrógeno del sustrato orgánico, incrementa la cantidad de amonio, por lo tanto, existe un efecto de control de



el proceso de plantación de hortalizas bajo el invernadero.

El guano de vacuno o de cordero, como el de ave, además de residuos o rastrojos de plantas crucíferas, son algunos tipos de materia orgánica que se pueden utilizar en la biofumigación, para el control de nematodos del suelo, hongos fitoparásitos y semillas de malezas, con buenos resultados, especialmente en el control de nematodos.

los nemátodos. Sin embargo, se debe tener cuidado en la cantidad de urea que se agregue, puesto que un exceso puede desbalancear la relación nitrógeno/carbono, porque la metabolización del nitrógeno, en su transformación a proteínas y otros compuestos, depende del carbono y de los microorganismos del suelo. El carbono es el componente principal de la materia orgánica y si se agrega demasiado nitrógeno amoniacal, el carbono podría no ser suficiente para la metabolización del nitrógeno en el suelo. En esas condiciones se acumularía amonio y nitratos en exceso, causando toxicidad a las plantas, cuando se inicie





Recomendaciones

- ▶ Para que los tratamientos de biofumigación sean eficaces, se requiere añadir entre **2 a 5 Kg/ m². de residuos o rastros orgánicos**, lo cual depende de la disponibilidad de esos residuos en forma suficiente y, al costo de transporte.
- ▶ La cantidad de **urea** a aplicar depende del material vegetal que se utilice, y puede variar entre **0,5 a 1 Kg. de urea por cada 15 a 20 Kg. de material vegetal fresco trozado**, para balancear la relación carbono/nitrógeno en la descomposición de la materia orgánica y aprovechar el amonio que libera este fertilizante en el suelo, como complemento al control de patógenos.
- ▶ Una vez hecha la incorporación de materia orgánica y material vegetal en el suelo, se debe incorporar **guano en dosis que van de 2 a 3 Kg/m²**, esto para acelerar el proceso de descomposición. El guano puede ser de ave, cordero, vacuno, caballo, entre otros.
- ▶ Luego se entrega un **riego inicial para mantener húmedo el material incorporado, y en lo posible, si se dispone de plástico polietileno usado para cubrir invernaderos**, cubrir con ellos el área de suelo donde se incorporó el material, con el propósito de captar la energía solar, mantener la humedad y retener los gases en el interior del suelo durante el proceso de descomposición.
- ▶ Posteriormente, se debe **repetir el riego cada 7 a 8 días**, para facilitar lo anterior.
- ▶ Una vez realizada la biofumigación en la nave de invernadero que nos interesa desinfectar, puede ocurrir que el proceso de liberación de amonio, nitratos, ácido sulfhídrico, otras sustancias volátiles, ácidos orgánicos, e incluso allil-isometiltiocianato, **derivados de la descomposición de la materia orgánica y del material vegetal verde incorporado al suelo, estén activos en el mismo al momento de iniciar el proceso de plantación de las hortalizas.**
- ▶ Lo anterior, obliga a tomar medidas preventivas al agricultor, verificando antes



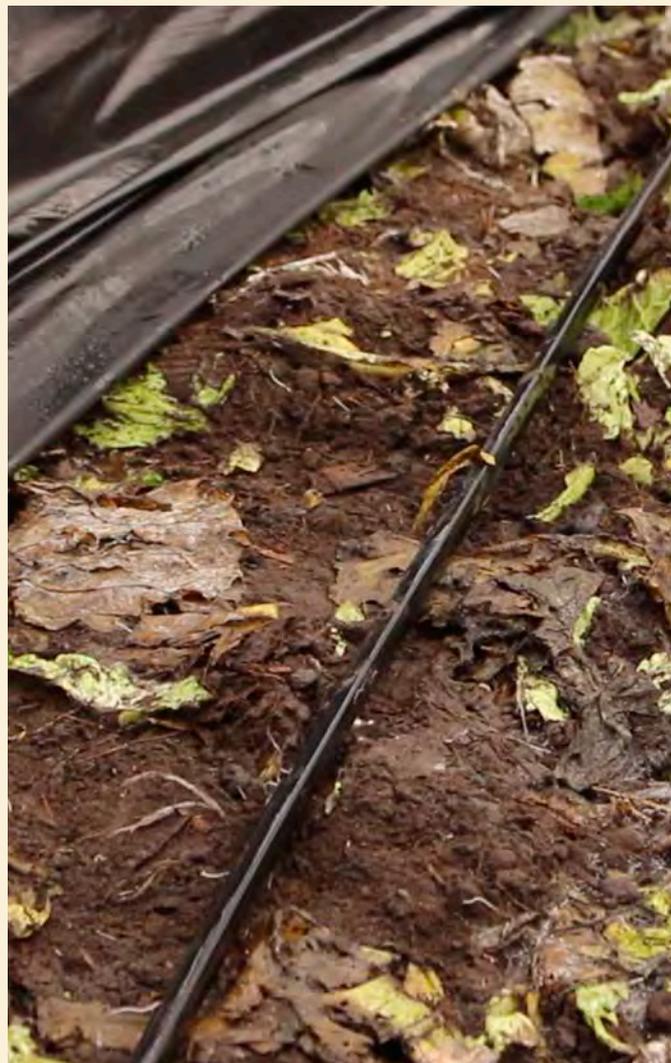
de la plantación de hortalizas problemas de toxicidad, que pueden presentarse por el uso de esta técnica, por lo cual se **recomienda usar semillas de especies hortícolas indicadoras, como lechugas, previo al establecimiento del cultivo.**

► Para ello se toma con una pala, **un número de 10 a 12 muestras de suelo** en el área tratada con biofumigación, las cuales se llevan a un balde, se mezclan y se revuelven de una forma similar a como se realiza el muestreo de suelos, **para determinar la fertilidad de un terreno.**

► Del balde se extrae una muestra de un $\frac{1}{2}$ kilo aproximadamente, la cual se guarda en un frasco conservero de vidrio, y sobre este suelo se siembran 15 a 20 semillas de lechugas, las cuales se tapan con el mismo suelo y se agrega agua para humedecerlo, al igual que a las semillas sembradas, lo cual facilitará su germinación y emergencia.

► Si el proceso de biofumigación está activo, con liberación de elementos tóxicos que controlan hongos y nemátodos

patógenos, las semillas sembradas no germinarán, **pero si no está activo las semillas de lechuga sembradas germinará y emergerán**, desde el suelo guardado en el frasco conservero.



Pasos a seguir para lograr una adecuada Biofumigación

Para iniciar la biofumigación de los suelos donde serán plantados tomates, lechugas, u otra hortaliza, se debe picar el rastrojo verde de repollo, brócoli o incluso plantas de tomate, también se puede agregar guano de ave o de cordero. Para picar los residuos se puede utilizar un motocultor-rotovator, o una picadora de residuos. (Figura 1).



Figura 1. Picado del residuo con un equipo motocultor-rotovator.



Figura 2. Apertura del surco.

En forma paralela al picado de residuos vegetales o rastrojos de cultivos, se debe abrir en el terreno a plantar con hortalizas, un surco con un arado de vertedera de tracción animal, sobre la hilera de plantación, bajo invernadero o al aire libre. Este surco debe tener una profundidad de 15 a 20 centímetros (Figura 2).



Figura 3. Aplicación del residuo en el interior del surco.

Una vez abierto el surco se aplica en el interior de éste el residuo picado, teniendo la precaución que se distribuya uniformemente, en dosis de 20 a 40 kilos de material verde por cada 10 metros a lo largo del surco (Figura 3). La dosis que manejo son las mencionadas anteriormente.

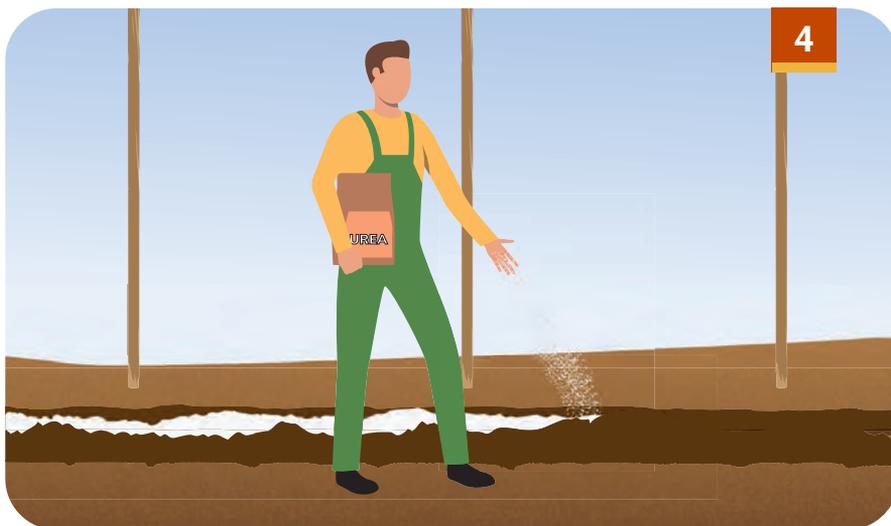


Figura 4. Adición de la urea al interior del surco.

Para mejorar la relación carbono/nitrógeno en el suelo, se debe adicionar además 1,5 a 3 kilos de urea en el interior del surco, por cada 15 a 20 Kg. de material vegetal aplicado. La urea facilita la descomposición del residuo incorporado. Además de mejorar la condición de fertilidad nitrogenada del suelo (Figura 4).

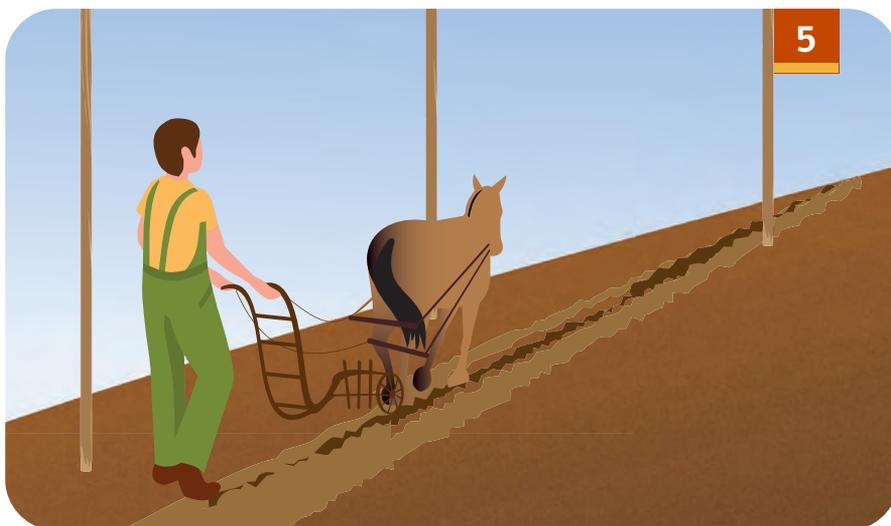


Figura 5. Tapado del surco con arado de vertedera de tracción animal.

Una vez aplicado el residuo o rastrojo y la dosis de urea en el interior del surco, se debe tapar el surco, utilizando para ello nuevamente el arado de vertedera, con lo que también se termina de construir la mesa definitiva (Figura 5).

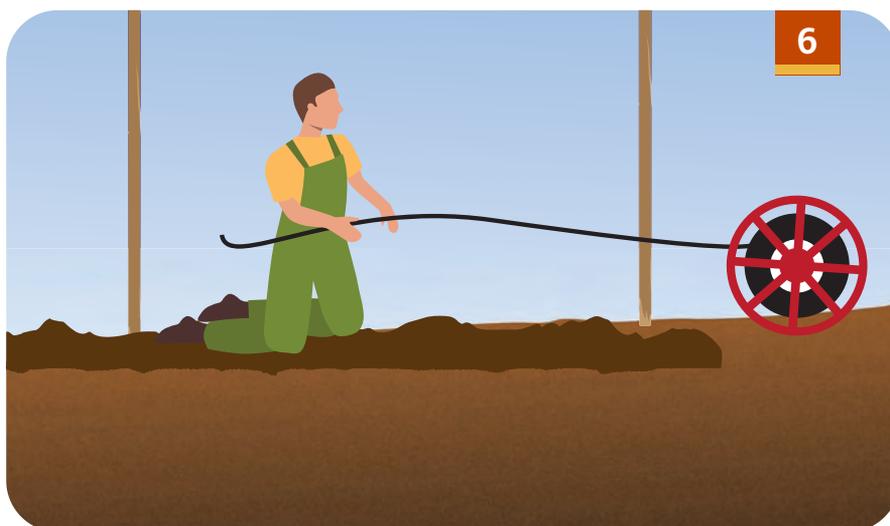


Figura 6. Instalación de la cinta de riego.

Inmediatamente después de tapado el surco, se instala la cinta de riego junto con la cubierta de plástico, afirmando los bordes con el suelo para evitar la deshidratación, pérdidas de gases y temperatura. Luego se da el primer riego por goteo para proporcionar humedad al material vegetal, guano, y Urea, incorporados al suelo, lo que facilita su descomposición y liberación de gases (figuras 6 y 7).



Figura 7. Tapado del surco con plástico polietileno.

Referencias bibliográficas

Bello, A.; López-Pérez, J., Díaz-Viruliche, L.; Tello, J. 2000. Alternativas al Bromuro de Metilo como fumigante de suelo en España. En: Labrada (ed.) Report on validated Methyl Bromide Alternatives. FAO, Rome, 13 p.

Carrasco, J. y Riquelme, J. 2004. Biofumigación de suelos para almácigos y plantación. Cartilla Divulgativa INIA-Raihuén. 8 p.

Carrasco, J.; González, S.; Lundstedt, J.; Fernández, S. y Silva, L. 2006. Capítulo 8. Tecnologías alternativas al Bromuro de Metilo, para desinfección de suelos y sustratos. En: González (ed.). Bromuro de Metilo, un fumigante en retirada. Santiago, Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Serie de Libros INIA N° 20: 121-156.

Riquelme, S., J. y Carrasco, J., J. (ed.). 2006. Alternativas de desinfección de suelo en la producción de tomates en invernaderos de Colín. Villa Alegre, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 155, 106 p.



FONDO DE ADAPTACIÓN

www.cambioclimático-ohiggins.cl

