

## Medidas de control biológico en la producción de pepino, bajo condiciones de invernadero

### *Biological control measures in cucumber production, under greenhouse conditions*

Jesús López-Elías<sup>1</sup>\*, José Jiménez L.<sup>1</sup>, Marco A. Huez L.<sup>1</sup>, Sergio Garza O.<sup>1</sup>,  
Fidencio Cruz B.<sup>1</sup>, Ana L. Bautista O.<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El uso de medidas de control no contaminante se ha incrementado en los últimos años, permitiendo reducir la aplicación de agroquímicos que afectan el medio ambiente. En este trabajo se evaluó las técnicas de biofumigación, solarización y biosolarización en la producción de pepino americano, bajo condiciones de invernadero. La biofumigación es una técnica que utiliza materia orgánica, para el control de patógenos del suelo; mientras que la solarización consiste en el calentamiento del suelo a temperaturas tales que permiten el control de plagas y enfermedades; en tanto que a la combinación de ambas técnicas (biofumigación+solarización) se le denomina biosolarización. El experimento se desarrolló en un invernadero ubicado en el campo experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, en Hermosillo, Sonora, México. El diseño fue de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: biofumigación, solarización, biosolarización y el testigo. Las variables evaluadas fueron: rendimiento ( $\text{kg m}^{-2}$ , cajas  $\text{ha}^{-1}$  y frutos  $\text{planta}^{-1}$ ) y peso del fruto (g). Como parámetros de calidad se cuantificó la firmeza del fruto en  $\text{kg cm}^{-2}$ , al igual que la longitud y el diámetro en cm. El mejor tratamiento fue la biofumigación, el que presentó un mayor número de frutos con 10,1 frutos  $\text{planta}^{-1}$  y un mayor rendimiento con 10,0  $\text{kg m}^{-2}$  y 4.197 cajas  $\text{ha}^{-1}$ ; seguido por la biosolarización, con 9,3 frutos  $\text{planta}^{-1}$  y un rendimiento de 8,7  $\text{kg m}^{-2}$  y 3.791 cajas  $\text{ha}^{-1}$ . Los parámetros de calidad no presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

**Palabras clave:** biofumigación, biosolarización, Brassica, *Cucumis sativus*, solarización.

#### ABSTRACT

The use of non-polluting control measures has increased in recent years, allowing reducing the application of agrochemicals that affect the environment. In this work, the techniques of biofumigation, solarization and biosolarization were evaluated in the production of American cucumber, under greenhouse conditions. Biofumigation is a technique that uses organic matter, for the control of soil-borne pathogens; while solarization consists of the heating of the soil to such temperatures that allow the control of pests and diseases; while the combination of both techniques (biofumigation + solarization) is called biosolarization. The experiment was carried out in a greenhouse located in the experimental field of the Department of Agriculture and Livestock of the University of Sonora, in Hermosillo, Sonora, Mexico. The design was randomized blocks with four treatments and four replicates. The evaluated treatments were biofumigation, solarization, biosolarization and the control. The variables evaluated were yield ( $\text{kg m}^{-2}$ , boxes  $\text{ha}^{-1}$  and fruits  $\text{plant}^{-1}$ ) and fruit weight (g). As quality parameters the firmness of the fruit in  $\text{kg cm}^{-2}$ , as well as length and diameter in cm, were quantified. The best treatment was biofumigation, which presented a higher number of fruits with 10.1 fruits  $\text{plant}^{-1}$  and a higher yield with 10.0  $\text{kg m}^{-2}$  and 4,197 boxes  $\text{ha}^{-1}$ ; Followed by biosolarization, with 9.3 fruits  $\text{plant}^{-1}$  and a yield of 8.7  $\text{kg m}^{-2}$  and 3,791 boxes  $\text{ha}^{-1}$ . The quality parameters did not present significant differences between treatments.

**Key words:** biofumigation, biosolarization, Brassica, *Cucumis sativus*, solarization.

<sup>1</sup> Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y Ganadería. Hermosillo, Sonora. México.

\* Autor para correspondencia: lopez\_eliasj@guayacan.uson.mx

## Introducción

La demanda de pepino en los Estados Unidos de Norteamérica ha tenido un crecimiento sin precedentes en los últimos años. La importación creció de 394.107 toneladas en 2002 a 528.944 toneladas en 2012, es decir, un incremento del 34,2% en solo 10 años. De este volumen de importación 377.666 toneladas proceden de México, siendo el principal país exportador de pepino hacia los Estados Unidos (B2BCTRADE, 2017).

En el 2015 en México se sembraron 17.961,47 ha de pepino con rendimiento de 45,81 t ha<sup>-1</sup> como media de producción. En el estado de Sonora ese mismo año se programó una superficie de siembra de 1.178,90 ha, ocupando el cuarto lugar a nivel nacional. Con respecto a la Costa de Hermosillo, en el 2015 se sembraron 300 ha con un rendimiento promedio de 58,64 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2017).

La producción de pepino en invernadero en el noroeste de México ha sido un éxito, al obtenerse buenos rendimientos con una sola duración del ciclo, siendo esta de 108 días en invierno, lo que da oportunidad de realizar dos siembras al año prolongando así la ventana de producción (Hernández, 2006). Bajo condiciones de invernadero, la producción de pepino es de 2 a 9 veces más que en campo abierto, dependiendo del nivel tecnológico, el manejo y las condiciones climatológicas (FUMIAF, 2005), constituyendo asimismo una alternativa a la diversificación de cultivos en invernadero.

La producción de cultivos se puede ver afectada por algunos enemigos naturales, entre los que están las malezas, hongos, bacterias y nemátodos, cuya incidencia puede afectar significativamente la producción y productividad de los mismos. Debido a que la aplicación de agroquímicos afecta el medio ambiente y la salud, es que se están buscando alternativas tecnológicas no químicas para reducir el uso de agroquímicos en la agricultura (Enríquez *et al.*, 2010).

La búsqueda de técnicas que controlen a nemátodos y hongos del suelo, sin hacer uso de principios activos nocivos para el ser humano y el medio ambiente, es el centro de atención de los investigadores en todo el mundo. Una de estas técnicas lo constituye la solarización del suelo (Mitidieri *et al.*, 2004; Enríquez *et al.*, 2010; Vuelta, 2014). Esta consiste en cubrir el suelo húmedo con plástico transparente delgado durante el verano.

La radiación solar pasa por medio del plástico y se acumula en el suelo, induciendo cambios físicos, químicos y biológicos en el mismo. El tratamiento dura más de cuatro semanas, tiempo necesario para ejercer un control en las capas profundas del suelo. Un manejo satisfactorio depende de la duración del tratamiento, la intensidad de la radiación solar y de la conductividad térmica del suelo (Adams, 1997; Vuelta, 2014).

Otra de las técnicas evaluadas para el control de fitopatógenos del suelo, sin la intervención de productos nocivos al ser humano y el medio ambiente, lo constituye la biofumigación (Mitidieri *et al.*, 2004, 2011; Perniola *et al.*, 2012; Vuelta, 2014). Esta consiste en la acción de las sustancias volátiles producidas en la descomposición de residuos orgánicos en el control de patógenos, incrementando su eficacia cuando se incluyen en un sistema integrado de producción de cultivos (Bello *et al.*, 2000; Gimsing y Kirkegaard, 2006; Gómez *et al.*, 2006; Castro *et al.*, 2011; Iriarte *et al.*, 2011; Mitidieri *et al.*, 2011; Vuelta, 2014; Díaz-Hernández *et al.*, 2017).

La biofumigación puede ser usada en combinación con cubiertas plásticas u otras coberturas del suelo que retengan el calor de la energía solar y aumenten la temperatura del suelo (biosolarización); además de retener los gases generados durante el proceso (Bello *et al.*, 1994; Díaz-Hernández *et al.*, 2004; Gómez *et al.*, 2006; Perniola *et al.*, 2012; Vuelta, 2014). La incorporación de residuos orgánicos al suelo puede incrementar la eficacia de la solarización (Katan, 1981; Lacasa *et al.*, 1999; Castro *et al.*, 2011; Mitidieri *et al.*, 2011; Vuelta, 2014; Chamorro *et al.*, 2015), observándose un mayor efecto al utilizar especies de brásicas como material vegetal (Kodama y Fukui, 1982; Munnecke, 1984; Ji *et al.*, 2011; Vuelta 2014; Lacasa *et al.*, 2015; Perniola *et al.*, 2016); lo que constituye una buena alternativa al uso de fungicidas químicos.

La efectividad de la técnica implementada se ve afectada por diversos factores, como el clima y el estado del tiempo, las características del acolchado plástico, la duración de la técnica, las propiedades del suelo y el contenido de humedad, así como la cantidad de materia orgánica aplicada (Díaz-Hernández *et al.*, 2017).

El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar las técnicas de biofumigación, solarización y biosolarización (biofumigación+solarización) en la

producción de pepino americano, bajo condiciones de invernadero.

### Materiales y Métodos

El presente trabajo se desarrolló en un invernadero ubicado en el campo experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, en Hermosillo, Sonora, México, ubicado a los 29°00'48" lat. N, 111°08'07" long. O y 150 msnm, El experimento se realizó entre los meses de septiembre de 2012 a febrero de 2013.

El invernadero tiene una superficie de 225 m<sup>2</sup>, con cubierta de polietileno de 8 mil de espesor, pared húmeda, dos extractores y sin sistema de calefacción. El suelo es de textura franco arenosa y agua para riego con conductividad eléctrica de 0,57 dSm<sup>-1</sup> y pH de 7,29.

Se utilizó el híbrido de pepino americano Modan, cuya siembra directa se realizó el 1 de septiembre de 2012. La densidad de población fue de 2,64 plantas m<sup>-2</sup>, a doble hilera separadas 30 cm, con distanciamiento de 50 cm entre plantas y distancia entre hileras de 1,5 m. Establecido el cultivo, su manejo fue de acuerdo a las prácticas habituales del productor de la región, llevándose a cabo aplicaciones preventivas y de control químico de insectos y enfermedades.

Las plantas fueron entrenadas a un solo tallo, sostenidas con hilo rafia de polipropileno sujeto a un alambre transversal que cruza el invernadero a una altura de 2,5 m. Por abajo de los 40 cm del tallo principal se eliminaron todos los brotes, al igual que las hojas y frutos. Posteriormente, en forma semanal se efectuaba la poda, eliminando todos los brotes laterales, dejando un fruto por axila, hasta que la planta alcanzó el alambre transversal. El riego se distribuyó mediante goteros de 2,0 L h<sup>-1</sup>. La fertilización total fue de 300N-180P-260K-200Ca-25Mg, la que se distribuyó a lo largo del ciclo del cultivo, aplicando dos veces por semana y ajustando de acuerdo a análisis foliares.

Los tratamientos evaluados fueron: biofumigación, solarización, biosolarización (biofumigación + solarización) y el testigo.

Para la biofumigación se aplicaron 2 ton ha<sup>-1</sup> de residuo seco de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) como materia orgánica, abriendo un surco sobre la hilera de siembra y aplicando en el interior de este el residuo picado, distribuyéndolo

uniformemente, para posteriormente taparlo. Para el tratamiento de solarización, el suelo se cubrió con polietileno transparente de baja densidad (25 micras) y ancho de 1,2 m, durante un período de dos meses previo a la siembra. En el caso de la biosolarización, se combinaron las dos técnicas anteriores (biofumigación + solarización).

En las técnicas de solarización y biosolarización, posterior a la colocación del plástico se procedió a regar a capacidad de campo, permaneciendo el tratamiento durante un período de dos meses a partir del día 28 de junio.

El diseño fue en bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, con seis plantas por repetición. El área experimental fue de 225 m<sup>2</sup>, dentro del que se establecieron 16 unidades experimentales de 9 m<sup>2</sup> (6 m de largo por 1,5 m de ancho).

Las variables evaluadas fueron: rendimiento (kg m<sup>-2</sup>, cajas ha<sup>-1</sup> y frutos planta<sup>-1</sup>) y peso del fruto (g). Como parámetros de calidad se cuantificó la firmeza del fruto en kg cm<sup>-2</sup>, al igual que la longitud y el diámetro en cm. Para el peso del fruto, se usó una balanza digital marca Avery Berkel, modelo 6405, con precisión de 5 g. La longitud del fruto se determinó usando una cinta metálica, con precisión de 1 mm. Para el diámetro del fruto, se usó un vernier digital marca Mitutoyo, modelo CD-6" CS, con precisión de 0,01 mm. La firmeza del fruto, se determinó usando un penetrómetro marca Wagner, modelo FT 20, con precisión de 100 g. Para el rendimiento en cajas por hectárea, se utilizaron cajas con capacidad de 65 pepinos.

Una vez cosechados los pepinos se seleccionaron de acuerdo con las normas de calidad. Primero, se clasificaron por su grado de madurez; después por su tamaño, preferentemente de 20 a 30 cm de largo, de superficie cilíndrica lisa y recta, color verde oscuro y uniforme (sin amarillos), considerando como producción comercial la de categoría Fancy.

Para el análisis de los datos obtenidos en el experimento se utilizó el paquete estadístico SAS 8.2 (SAS Institute Inc., 2001). Se realizó el análisis de varianza de los datos, obteniéndose también la prueba de rango múltiple de Duncan con nivel de probabilidad del 5%.

### Resultados y Discusión

La cosecha de pepino dio inicio el día 15 de octubre. Como se observa en el Tabla 1, el número

Tabla 1. Número de frutos por planta, peso del fruto (g) y rendimiento (kg m<sup>-2</sup> y cajas m<sup>-2</sup>) en pepino (*Cucumis sativus* L.), categoría Fancy, bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	Frutos planta <sup>-1</sup>	Peso fruto <sup>-1</sup> (g)	Rendimiento (kg m <sup>-2</sup> )	Rendimiento (cajas ha <sup>-1</sup> ) <sup>z</sup>
Biofumigación	10,1a	352a	10,0a	4.197a
Solarización	8,3bc	341a	8,1bc	3.358bc
Biosolarización	9,3ab	349a	8,7b	3.791ab
Testigo	7,4c	353a	7,0c	3.006c

<sup>z</sup> Cajas de 65 pepinos.

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ).

de frutos por planta, al igual que el rendimiento se vieron afectados por el tratamiento, observándose un mayor número de frutos planta<sup>-1</sup> al utilizar la biofumigación, (10,1 frutos planta<sup>-1</sup>) seguido por la biosolarización (9,3 frutos planta<sup>-1</sup>); comportamiento igual en el caso del rendimiento tanto en kg m<sup>-2</sup> como en cajas ha<sup>-1</sup>, en donde con la biofumigación se obtuvieron 10 k m<sup>-2</sup> y 4.197 cajas ha<sup>-1</sup>. Para el peso fruto<sup>-1</sup> no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, promediando este 349 g. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Hochmuth *et al.* (1996) y Té (2008), quienes evaluando cultivares de pepino no encontraron diferencias significativas para el peso fruto<sup>-1</sup>; coincidiendo asimismo con Té (2008), quien menciona que el peso del fruto en pepino americano fluctúa de 300 a 400 gramos. En cuanto al rendimiento, los resultados coinciden con Mitidieri *et al.*, (2009) y Muñoz *et al.* (2014), quienes comparando la biofumigación con la solarización observaron mejor resultado en el uso de la biofumigación, utilizando una brásica como material vegetal; técnica la que también mostró mejor resultado en calabaza al usar diferentes especies de brásicas (Ji *et al.*, 2011); al igual que coincide con estudios realizados por Guerrero-Díaz *et al.* (2013) y Chamorro *et al.* (2015), quienes encontraron que la biosolarización incrementó el rendimiento en pimiento y fresa, respectivamente.

En cuanto a los parámetros de calidad, representados por la longitud del fruto, diámetro y firmeza de los mismos, promediaron 21,3 cm, 4,5 cm y 5,6 kg, respectivamente, no observándose diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 2). Lo anterior coincide con el estudio en variedades de pepino realizado por Té (2008), quien tampoco encontró diferencias significativas para la longitud y firmeza del fruto. Asimismo, los resultados obtenidos coinciden con Wittwer y Honma (1997), al igual que Té (2008), quienes mencionan que la longitud del pepino americano fluctúa entre 20 y 25 cm, no siendo menor de 15 cm de longitud y no debiendo pasar de los 6,0 cm de diámetro (USDA, 1997).

### Conclusiones

En el ciclo agrícola de otoño-invierno, el uso de la biofumigación del suelo en el cultivo de pepino en un invernadero sin calefacción permite un incremento en el número de frutos planta<sup>-1</sup>, al igual que en el rendimiento, sin afectar la calidad de la producción. El peso del fruto, al igual que los parámetros de calidad, representados estos por la longitud, el diámetro y la firmeza del fruto, estuvieron dentro de los estándares establecidos para pepino americano.

Tabla 2. Longitud (cm), diámetro (mm) y firmeza (kg) del fruto en pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	Longitud fruto <sup>-1</sup> (cm)	Diámetro fruto <sup>-1</sup> (cm)	Firmeza fruto <sup>-1</sup> (kg)
Biofumigación	19,7a	4,1a	5,2a
Solarización	20,7a	4,8a	5,5a
Biosolarización	19,7a	4,1a	5,8a
Testigo	25,0a	5,1a	6,0a

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ).

## Literatura Citada

- Adams, S.  
1997. Seeing red: colored mulch starves nematodes. Agricultural Research. October. *Florida Pradesh*, 18 p.
- B2BCTRADE  
2017. Business, Ideas, Opportunities, and Marketing. Disponible en <http://b2bctrade.blogspot.mx/2013/07/data-business-pepinos-cucumbers.html>. Consultado en febrero 15 de 2017.
- Bello, A.; López-Érez, J.A.; Sanz, R.; Escuer, M.; Herrero, J.  
2000. Biofumigation and organic amendments. In : UNEP. Methyl Bromide Alternatives for North Africa and Southern European Countries, United Nations Environment Programme (UNEP). France, pp. 113-141.
- Bello, A.; Escuer, M.; Arias, M.  
1994. Nematological problems, production systems and Mediterranean environments. EPPO Bulletin. *Blackwell Scientific Publications*, 24: 383-391.
- Castro, I.; Diez, M.; López, J.A.; Díaz, L.; Bello, A.  
2011. Biorresistencia de suelos en producción ecológica. *Sociedad Española de Agricultura Ecológica*, 56 p.
- Chamorro, M.; Miranda, L.; Domínguez, P.; Medin, J.J.; Soria, C.; Romero, F.; López, J.M.; De los Santos, B.  
2015. Evaluation of biosolarization for the control of charcoal rot disease (*Macrophomina phaseolina*) in strawberry. *Crop Protection*, 67: 279-286.
- Díaz-Hernández, S.; Gallo, L.; Domínguez-Correa, P.; Rodríguez-Pérez, A.  
2004. Efecto a largo plazo de la solarización sobre la producción, incidencia de raíces corchosas y actividad biológica del suelo en el cultivo del tomate. XII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Lloret de Mar, Gerona, 289 p.
- Díaz-Hernández, S.; Gallo-Llobet, L.; Domínguez-Correa, P.; Rodríguez, A.  
2017. Effect of repeated cycles of soil solarization and biosolarization on corky root, weeds and fruit yield in screen-house tomatoes under subtropical climate conditions in the Canary Islands. *Soil Protection*, 94: 20-27.
- Enríquez, M.; Suquilanda, M.; Tulcan, M.L.  
2010. Respuesta del pepinillo (*Cucumis sativus* L.) a tres métodos de desinfección de suelo. Tumbaco, Pichincha. XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, pp. 1-9.
- FUMIAF  
2005. Cultivo de pepino europeo en invernaderos de alta tecnología en México. Fundación Mexicana para la Investigación Agropecuaria y Forestal, A.C. SAGARPA, México, 37 p.
- Gimsing, A.L.; Kirkegaard, J.A.  
2006. Glucosinolate and isothiocyanate concentration in soil following incorporation of *Brassica* biofumigants. *Soil Biology and Biochemistry*, 38: 2255-2264.
- Gómez, P.; Diez, M.A.; Sanz, R.; García, A.; Lopez, R.  
2006. Desinfección de suelos mediante biofumigación en replantación de viñedo. Consejería de Agricultura y Agua. Programa de Innovación Tecnológica. Viticultura 19. Murcia, España, 44 p.
- Guerrero-Días, M.M.; Lacasa-Martínez, C.M.; Hernández-Piñera, A.; Martínez-Alarcón, V.; Lacasa, A.  
2013. Evaluation of repeated biofumigation using *Brassica carinata* pellets to control *Meloidogyne incognita* in protected pepper crops. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11: 485-493.
- Hernández, G.  
2006. Manejo del pepino en invernadero. En: Diplomado Internacional en Agricultura Protegida. Módulo 5. Cd. Obregón, Sonora, México, 49 p.
- Hochmut, R.C.; Leon, L.L.C.; Hochmuth, G.J.  
1996. Evaluation of twelve greenhouse cucumber cultivars and two training systems over two seasons in Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 109: 174-177.
- Iriarte, L.E.; Sosa, M.C.; Reybet, G.E.  
2011. Efecto de la biofumigación con repollo sobre el control de *Fusarium oxysporum* en suelo. *Rev. de Investigaciones Agropecuarias*, 37: 231-237.
- Ji, P.; Koné, D.; Yin, J.; Jackson, K.L.; Csinos, A.S.  
2011. Soil amendments with *Brassica* cover crops for management of *Phytophthora* blight on squash. *Pest Management Science*, 68: 639-644.
- Katan, J.  
1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soil-borne pests. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 19: 211-236.
- Kodama, T.; Fukui, T.  
1982. Application of solar heating with plastic-film mulching in the outdoor field for control of *Fusarium* wilt of strawberries. *Ann. Phytopatol. Soc. Jpn.*, 48: 699-701.
- Lacasa, A.; Guirao, P.; Guerrero, M.M.; Ros, C.; López-Pérez, J.A.; Bello, A.; Bielza, P.  
1999. Alternatives to methyl bromide for sweet pepper cultivation in plastic greenhouses in south east. 3rd International Workshop Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. 7-10 December, Crete (Greece), pp. 133-135.
- Lacasa, C.M.; Martínez, V.; Hernández, A.; Ríos, C.; Lacasa, A.; Guerrero, M.M.; Rodríguez-Molina, M.C.; Serrano-Pérez, P.; Larregla, S.  
2015. Survival reduction of *Phytophthora capsici* oospores and *P. nicotianae* chlamydospores with *Brassica* Green manures combined with solarization. *Scientia Horticulturae*, 197: 607-618.
- Mitidieri, M.; Brambilla, M.V.; Barbieri, M.; Piris, E.; Piris, M.; Chaves, E.  
2011. La biofumigación y el uso de portainjertos resistentes en el marco del manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos de tomate bajo cubierta. INTA, Argentina, 6 p.
- Mitidieri, M.; Brambilla, V.; Saliva, V.; Piris, E.; Piris, M.; Calió, R.; Pereyra, C.; Del Pardo, K.; Chaves, E.; González, J.  
2009. Efecto de distintas secuencias de tratamientos de biofumigación sobre parámetros fisicoquímicos y biológicos del suelo, el rendimiento y la salinidad de cultivos de tomate y lechuga bajo cubierta. *Horticultura Argentina*, 28: 5-17.
- Mitidieri, M.S.; Brambilla, M.V.; Polack, L.A.; Del Pardo, C.K.; Constantino, A.R.; Chaves, E.; Cura, J.A.; Ribaudo, C.M.; Sarti, G.C.; Maldonado, L.; Amma, A.T.  
2004. Aumentos en el rendimiento como consecuencia de la aplicación de solarización y biofumigación en cultivo de tomate bajo cubierta. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Sistema de Información Técnica. Buenos Aires, Argentina. Disponible en: [http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/xxviicah/mm\\_hi37.htm](http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/xxviicah/mm_hi37.htm). [Consulta: 23 de junio de 2011].

- Munnecke, D.E.  
1984. Establishment of microorganisms in fumigated avocado soil to attempt to prevent reinvasion of the soils by *Phytophthora cinnamomi*. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 83: 287-294.
- Muñoz, J.A.; Macías, H.; Rivera, M.; Ezquivel, G.; Velásquez, M.A.  
2014. Tecnología de biofumigación del suelo con plantas de repollo (*Brassica oleraceae* L.) para la producción de chile Mirasol a campo abierto. *AGROFAZ*, 14: 25-31.
- Perniola, O.S.; Chorzempa, S.E.; Staltari, S.; Gasso, M.M.; Galián, L.R.; Molina, M.C.  
2016. Biofumigación con *Brassica juncea* L. Czerniak y *Sinapis alba* L. Acción sobre el crecimiento *in vitro* de *Trichoderma* spp. Y *Azospirillum brasilense* Tarrand, Krieg et Döbereiner. *Rev. Protección Veg.*, 31: 57-62.
- Perniola, O.S.; Staltari, S.; Chorzempa, S.E.; Molina, M.C.  
2012. Biofumigación con Brassiacáceas: actividad supresora sobre *Fuarium graminearum*. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 111: 48-53.
- SAS Institute Inc.  
2001. The SAS System for Windows Release 8.2. Cary, N. C. USA.
- SIAP.  
2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA, México. Disponible en [http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola\\_siap\\_gb/icultivo/index.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp). Consultado en febrero 16 de 2017.
- Té, E.  
2008. Producción orgánica de tres variedades de pepino bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ingeniería. México.
- USDA.  
1997. United States Standards for grades of cucumbers. United States Department of Agriculture. Agricultural Marketing Service. Fruit and Vegetable Division. Fresh Products Branch, 7 p.
- Vuelta, D.R.  
2014. La biofumigación y la solarización como alternativas al manejo de plagas del suelo. *Ciencia en su PC*, 1: 15-26.
- Wittwer, S.H.; Honma, S.  
1997. Greenhouse tomatoes, lettuce, and cucumbers. Section 3, Greenhouse cucumbers. Michigan State University, USA. Disponible en <http://www.lpl.arizona.edu/~bcohen/cucumbers/greenhouse.html>. Consultado en noviembre 2 de 2010.