

Jornadas sobre biofumigación, biosolarización, abonos verdes y cultivos de cobertura en producciones intensivas

San Pedro, 8 y 9 de noviembre de 2022

Coordinación: Mariel Mitidieri

Organizadores

Mariel Mitidieri
Patricia Baffoni
María Virginia Brambilla
Fedra Albarracin
Natalia Meneguzzi
Verónica Obregón
Mariana Piola
Analía Puerta

Comité revisor

Patricia Baffoni
Natalia Meneguzzi
Mariel Mitidieri
Verónica Obregón
Analía Puerta

Colaboradores

Martín Barbieri
César Cejas
Julio Celié
Ramón Celié
Juan Carlos Díaz
Gerónimo Gutiérrez
Lorena Peña
Estela Piris

Instituciones patrocinantes

AAF - Asociación Argentina de Fitopatólogos
Municipalidad de San Pedro



Sanidad del cultivo de tomate, rendimiento y calidad del suelo del invernadero tras 17 años de tratamientos repetidos de biosolarización

Mariel S. Mitidieri¹, Virginia Brambilla¹, Martín Barbieri¹, Estela Piris¹, Ramón Celié¹, y Eliseo Chaves²

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria San Pedro; Argentina

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Balcarce; Argentina

mitidieri.mariel@inta.gob.ar

Resumen

En un invernadero del INTA San Pedro se realizó un experimento desde 2003 hasta 2019. Los tratamientos (TRAT) se aplicaron cada dos años. Éstos fueron: 1=Control, 2= Solarización, 3= biosolarización con una sucesión de enmiendas orgánicas (BIOROT), 4= biosolarización basada únicamente en el uso de brásicas (BIOBRAS). Los TRAT se llevaron a cabo en primavera o en verano. El híbrido de tomate plantado fue Superman (Petoseed), excepto en la última temporada en que fue Rodeo (BHN). Los hongos patógenos controlados fueron *Pyrenochaeta lycopersici*, *Fusarium solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Sclerotinia sclerotiorum* y nematodos como *Nacobbus aberrans*, *Helicotylenchus* y *Criconemella*. Se observaron hongos del género *Aspergillus* creciendo sobre esclerocios muertos de *Sclerotinia sclerotiorum* y *Sclerotium rolfsii* en TRAT 3 y 4. TRAT 1 mostró un mayor porcentaje de plantas muertas, pudrición de raíces y menor materia seca radicular al final de cada cultivo. TRAT 2 redujo la materia orgánica en el suelo y mostró más plantas muertas y menos rendimiento que TRAT 3 y 4. Los restos de cultivo de tomate y pimiento utilizados como biofumigantes produjeron altos valores de rendimiento y un adecuado control de patógenos. La biosolarización en combinación con la solarización es una técnica eficaz para el manejo de los patógenos del suelo en los invernaderos.

Palabras clave: pasteurización – patógenos – nematodos – biofumigación

Tomato crop health, yield and greenhouse soil quality after 17 years of repeated biosolarization treatments

Abstract

An experiment was conducted in a greenhouse of INTA San Pedro from 2003 to 2019. Treatments (TRAT) applied every two years were: 1=Control, 2= Solarization, 3= biosolarization with a succession of organic amendments (BIOROT), 4= biosolarization based only on the use of brassicas (BIOBRAS). TRATs were carried out in spring or summer. The tomato hybrid planted was Superman (Petoseed), except in the last season when it was Rodeo (BHN). The pathogenic fungi monitored were *Pyrenochaeta lycopersici*, *Fusarium solani*, *Sclerotium rolfsii* and *Sclerotinia sclerotiorum* and nematodes such as *Nacobbus aberrans*, *Helicotylenchus* and *Criconemella*. Fungi of the genus *Aspergillus* were observed growing on dead sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* and *Sclerotium rolfsii* in TRAT 3 and 4. TRAT 1 showed a higher percentage of dead plants, root rot and lower root dry matter at the end of each crop. TRAT 2 reduced soil organic matter and showed more dead plants and lower yields than TRAT 3 and 4. Tomato and bell pepper crop residues used as biofumigants produced high yield values and adequate pathogen control. Biosolarization in combination with solarization is an effective technique for the management of soil pathogens in greenhouses.

Keywords: pasteurization - pathogens - nematodes – greenhouses - biofumigation

Introducción

La biosolarización combina el efecto de los gases que emanan de la descomposición de la materia orgánica, con la acción de las altas temperaturas generadas por someter el suelo a la radiación solar (solarización, SOL) en presencia de alta humedad mediante el riego y el sellado del suelo con un polietileno. Esta técnica está siendo adoptada por productores de distintas regiones de la Argentina (Kirkegaard y Matthiessen, 2004; Harding, 2001.; Mitidieri *et al.*, 2021a). Para estudiar el efecto de la aplicación repetida de la solarización y biosolarización sobre la calidad del suelo y las poblaciones de microorganismos patógenos y benéficos, se realizó un experimento a largo plazo en el INTA San Pedro, provincia de Buenos Aires (Mitidieri *et al.*, 2021 b).

Materiales y métodos

La experiencia se llevó a cabo desde el año 2003 en un invernadero macrotúnel (8x50 m). Antes del experimento, se añadieron a cada parcela 7 kg de suelo con raíces de tomate infestadas con el nematodo *Nacobbus aberrans*. Los TRAT se llevaron a cabo cada dos años en primavera o en verano (Tabla 1). Éstos fueron: 1=Control, 2= Solarización, 3= biosolarización basada en una sucesión de diferentes enmiendas orgánicas, 4= biosolarización basada en el uso de brásicas. Los materiales utilizados en TRAT 3 fueron: estiércol de pollo, brócoli, estiércol de pollo, residuos de brócoli, residuos de tomate y pimiento, mostaza, residuos de tomate, brócoli,

residuos de tomate. La secuencia aplicada en TRAT 4 fue: colza, brócoli, brócoli, brócoli, mostaza, mostaza, *Brassica campestris*, brócoli y *Brassica campestris*. El híbrido de tomate Superman (Petoseed) se sembró hasta el año 2016, en la última temporada el híbrido utilizado fue Rodeo (BHN). Los TRAT se repitieron en cuatro bloques completos al azar. La SOL consistió en cubrir la parcela con plástico sin añadir materia orgánica. Se tomaron registros de la temperatura del aire y del suelo mediante sensores automáticos. Los biofumigantes se incorporaron al suelo utilizando un motocultivador, luego se colocaron mangueras de riego por goteo y se cubrieron las parcelas con polietileno de 50 micras, excepto el último año en el que se utilizó un polietileno de 150 micras de cinco años de antigüedad. Antes (AT) y después de los tratamientos (DT), se tomaron muestras del suelo para su análisis químico y físico-químico. Se colocaron bolsas de gasa a 10 y 35 cm de profundidad conteniendo suelo infectado con nematodos y suelo estéril con conidios de *Pyrenochaeta lycopersici*, *Fusarium solani* y esclerocios de *Sclerotinia sclerotiorum* y *Sclerotium rolfsii*. Se utilizaron plantas de tomate (híbrido Superman) como plantas indicadoras; éstas se trasplantaron cuando tenían tres hojas verdaderas a macetas de 1 L que contenían una mezcla de una parte de suelo problemático y dos partes de un sustrato estéril. Se evaluó el rendimiento total y comercial en kg/m², el número de agallas/g de materia seca radicular (GAL), las plantas muertas al final del ciclo (PLM) y el porcentaje de podredumbres radiculares (RROT) al final del ciclo. Los datos obtenidos se sometieron al análisis de la varianza mediante el programa estadístico SAS Universitario.

Tabla 1. Fechas de aplicación, duración, material utilizado y fecha de trasplante para nueve tratamientos de biosolarización

	2003	2005	2007/08	2009	2011/12	2014	2016	2017/18	2019/20
Fechas	14/11 al 19/12	25/11 al 26/12	18/12 al 29/01	18/11 al 29/12	2/12 al 3/01	22/01 al 10/02	19/01 al 15/02	21/12 al 25/01	11/12 al 17/01
Duración	35	31	42	41	32	12	27	36	37
Trasplante	6/01/2004	20/10/2006	30/01/ 2008	5/01/ 2010	29/08/2012	24/02/2014	16/02/2016	21/08/2018	
Kg materia fresca/m ²	Guano 2,76/	Brócoli 14,39	Guano 4	Brócoli 7,8	Rastrojo tomate y pimiento 1.20	Mostaza 1,30	Tomate 1,50 + verdolaga 6.08	Brócoli 19	Rastrojo de tomate 9,76
	Colza 4,9		Brócoli 4		Mostaza 1.35		<i>B. campestris</i> 0,36		<i>B. campestris</i> 7,5
Días al trasplante	18	174	2	7	235	14	1	147	

Resultados y discusión

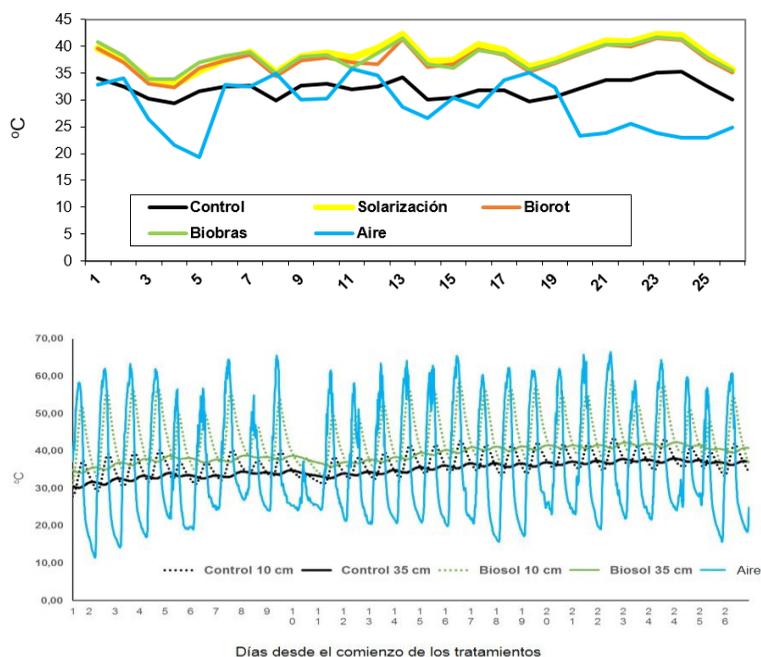
Las temperaturas del suelo registradas durante los tratamientos de primavera se situaron en un límite inferior a las que según la bibliografía son eficientes para el control de nematodos y patógenos del suelo. En verano, se obtuvieron temperaturas más altas y adecuadas para el control de los patógenos del suelo. La oscilación diaria a 35 cm de profundidad fue menor que a 10 cm (Gráfico 1).

Se observó un aumento general del pH del suelo (Gráfico 2). En 2005 y 2009, el pH de TRAT 3 y 4 después de los TRAT fue menor, en ambos casos el biofumigante fue brócoli. La CE mostró valores más altos DT; en 2007 y 2009, el suelo biosolarizado aumentó su CE pero presentó menor pH, mayores porcentajes de Nt, P asimilable, Ca, Mg y K. Las parcelas que recibieron estiércol de pollo mostraron los mayores valores de P asimilable. En 2014, los análisis del suelo AT y DT sólo mostraron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) entre TRAT para % Ca y Mg, con los valores más altos para TRAT 3.

Los análisis DT mostraron diferencias significativas para CE y el % de Na intercambiable y diferencias altamente significativas para % de MO, el P asimilable y el % de K intercambiable. TRAT 1 y TRAT 3 mostraron los valores más altos de CE, TRAT 2 los valores más bajos de MO y TRAT 3 los valores más altos de fósforo. El efecto más importante fue el descenso de la MO DT, especialmente en TRAT 2.

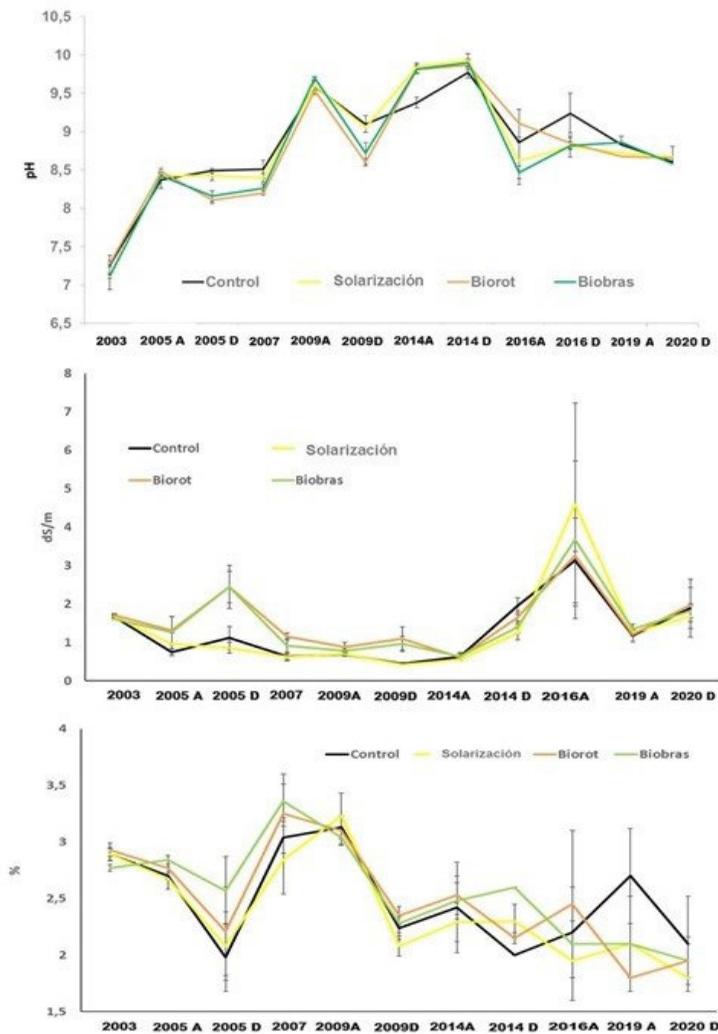
Se observó una reducción en la presencia de nematodos formadores de agallas en los primeros diez centímetros de suelo (Gráfico 3). Los bioensayos permitieron detectar diferencias estadísticamente significativas entre TRAT para GAL. No se observaron diferencias consistentes entre la solarización y la biosolarización para la reducción de las poblaciones de nematodos. La suma de todos los nematodos fitófagos (*Nacobbus aberrans*, *Helicotylenchus* spp. y *Criconebella* spp.) mostró diferencias AT en 2005 y DT en 2005, 2007 y 2009.

Gráfico 1. Temperaturas registradas en el suelo durante un tratamiento de biosolarización en primavera (del 14 de noviembre al 19 de diciembre de 2003, arriba) y en verano (11 diciembre al 17 de enero de 2019, abajo)



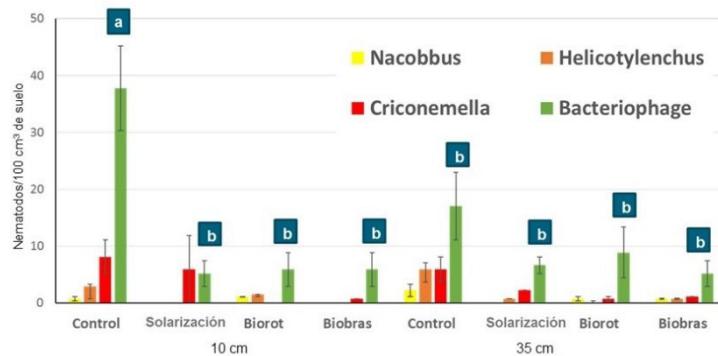
Biorot= biosolarización basada en una sucesión de diferentes enmiendas orgánicas, Biobras= biosolarización basada en el uso de brásicas

Gráfico 2. Evolución de parámetros de suelo a lo largo del ensayo. pH (arriba), CE (medio) y materia orgánica (abajo, %)



Biorot= biosolarización basada en una sucesión de diferentes enmiendas orgánicas, Biobras= biosolarización basada en el uso de brásicas

Gráfico 3. Nematodos/100 cm³ de suelo después de los tratamientos. Diciembre de 2005



Biorot= estiércol/brócol, Biobras= colza/brócol. Los medios con letras diferentes difieren estadísticamente en la prueba de Duncan al 5 %

En 2005, el número de esclerocios de *Sclerotinia sclerotiorum* recuperados DT fue mayor en TRAT 1; se observaron colonias de *Fusarium spp.* sobre los esclerocios en TRAT 1 y en todos los tratamientos a 35 cm de profundidad. En las muestras de solarización y biosolarización se observaron colonias de *Aspergillus spp.* a 10 cm de profundidad. En 2014 las diferencias entre tratamientos fueron significativas ($p < 0,05$), manteniéndose una tendencia similar para las colonias de *Fusarium spp.* y un alto porcentaje de colonias de *Aspergillus spp.* sobre los esclerocios a 10 y 35 cm. En 2016 el control de *Sclerotinia sclerotiorum* fue total en TRAT 2, 3 y 4, el género predominante que creció sobre los esclerocios fue *Aspergillus spp.* Las CFU de *Fusarium solani* en 2005 mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) para la interacción tratamiento x profundidad; este patógeno sólo se encontró en TRAT 1 a 10 cm, pero en todos los tratamientos a 35 cm. En 2014 se obtuvieron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) para

la interacción tratamiento x profundidad, con una menor presencia del patógeno en las parcelas tratadas y a 35 cm.

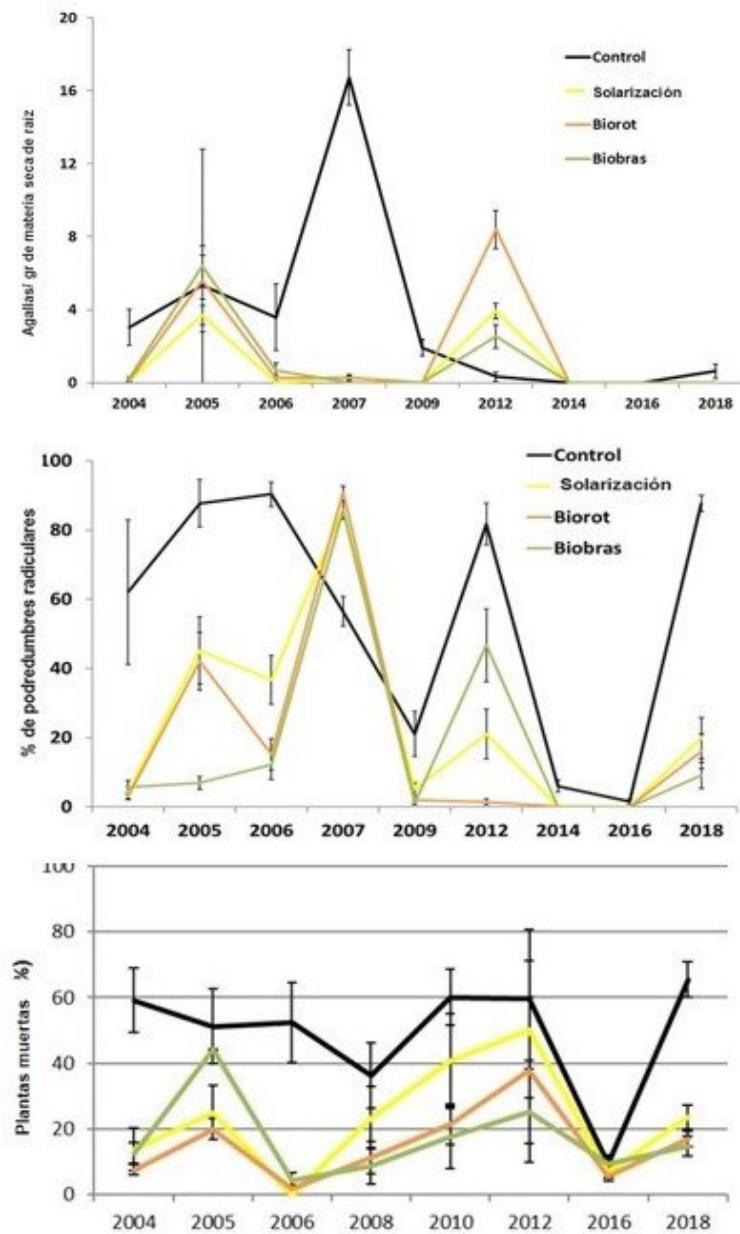
El porcentaje de PLM fue siempre mayor en TRAT 1 (Gráfico 4, Figura 1). A partir de 2006, TRAT 2 se diferenció de TRAT 3 y 4, posiblemente debido a condiciones edáficas menos favorables para el cultivo. En 2005 se obtuvieron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) para PLM, GAL y RROT. Los patógenos aislados de las raíces fueron *Pyrenochaeta lycopersici* y *Fusarium solani*. *P. lycopersici* estuvo presente con mayor frecuencia en TRAT 1. Se observó mayor GAL en TRAT 1 durante todos los experimentos.

El control de malezas fue satisfactorio excepto para TRAT 1, que también mostró un menor rendimiento en todos los años. A partir de 2007 TRAT 2 comenzó a diferenciarse significativamente de TRAT 3 y 4 para esta variable (Gráfico 5).



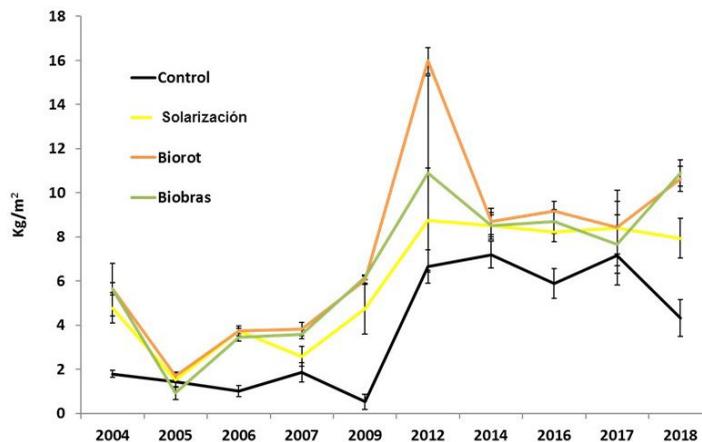
Figura 1. Sanidad del cultivo de tomate luego de los tratamientos. Parcela testigo (izq.) y parcela biosolarizada (der.)

Gráfico 4. Agallas por gr de materia seca de raíz (arriba), porcentaje de podredumbres radiculares (medio) y plantas muertas (abajo) al final de cada ciclo de cultivo de tomate



Biorot= biosolarización basada en una sucesión de diferentes enmiendas orgánicas, Biobras=biosolarización basada en el uso de brásicas

Gráfico 5. Rendimiento total de tomate en kg/m²



Biorot= biosolarización basada en una sucesión de diferentes enmiendas orgánicas, Biobras=biosolarización basada en el uso de brásicas

Conclusiones

El efecto de los tratamientos sobre las propiedades químicas y biológicas del suelo y la población de patógenos afectó a la sanidad de los cultivos de tomate. Se demostró la eficacia de los tratamientos de biosolarización en primavera para mantener la salud de los cultivos en invernadero en una región con un clima invernal suave y sin el uso de nematicidas de síntesis química. También se observó que la solarización sin el aporte de materia orgánica no es una práctica sostenible ya que el porcentaje de materia orgánica se redujo. La biosolarización aumentó el contenido de calcio, magnesio y potasio, elementos favorables para el crecimiento del cultivo y la estructura del suelo. Se obtuvieron buenos resultados con los residuos de tomate y pimiento compostados, que registraron altos valores de rendimiento con una mejora en el desempeño ambiental de la producción.

Bibliografía

- Harding, R. (2001). *In vitro suppression of potato pathogens by volatiles released from Brassicas residues*. Biofumigation Update. No. 14. November 2001.
- Kirkegaard, J.A. & Matthiessen, J.N. 2004. Developing and refining the biofumigation concept. *Proceedings 1st International Symposium on Biofumigation, 31 March - 1 April 2004, Florence, Italy*.
- Mitidieri, M.S., Peralta, R., Barbieri, M., Brambilla, V., Piris, E., Obregón, V., Vásquez, P., Iriarte, L., Reybet, G., Barón, C., Cuellas, M., Garbi, M., Martínez, M., Amoia, P., Delmazzo, P., Sordo, M., Adlercreutz, E., y Puerta, A. (2021a). Biofumigation experiences in Argentina: Short Report. *Global Journal of Agricultural Innovation, Research & Development 8*: 117-122. <https://doi.org/10.15377/2409-9813.2021.08.9>.
- Mitidieri, M.S., Brambilla, V., Barbieri, M., Piris, E., Celié, R., y Chaves, E. (2021b). Tomato Crop Health, Yield, and Greenhouse Soil Conditions after 17 Years of Repeated Treatments of Biofumigation and Solarization. *Global Journal of Agricultural Innovation, Research & Development 8*, 123-139. <https://doi.org/10.15377/2409-9813.2021.08.10>

Volver al índice