

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



Práctica Profesional Asistida

**“BIOFUMIGACIÓN CON MOSTAZA INDIA (*Brassica juncea*).
EVALUACIÓN DE SU EFECTO SOBRE LA GERMINACIÓN DE
MALEZAS”**

Alumna: Rocío Belén Serrano

Directora: Silvia Elena Chorzempa

Co-Director: Omar Salvador Perniola

Lomas de Zamora, 2 de agosto de 2023

Denominación del proyecto

“BIOFUMIGACIÓN CON MOSTAZA INDIA (*Brassica juncea*). EVALUACIÓN DE SU EFECTO SOBRE LA GERMINACIÓN DE MALEZAS”

Identificación del proyecto

Unidades ejecutoras:

- **Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora**
- **Instituto Fitotécnico de Santa Catalina, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata**

Palabras clave: agroecología, brasicáceas, manejo integrado de plagas, control biológico, germinación, arvenses

Director

Apellido y Nombre: Chorzempa, Silvia Elena

Cargo: Profesora Adjunta de la Cátedra de Genética, FCA, UNLZ.

Co-Director

Apellido y Nombre: Perniola, Omar Salvador

Cargo: Coordinador del campo experimental del Instituto Fitotécnico de Santa Catalina, FCAYF, UNLP. Ayudante de Primera en la Cátedra de Genética, FCA, UNLZ.

Fecha de iniciación del proyecto: octubre de 2021

“Las opiniones expresadas por el autor de este Trabajo no representan necesariamente los criterios de la Carrera de Ingeniería Zootecnista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Lomas de Zamora”.

RESUMEN

Las malezas representan una de las principales adversidades de la producción hortícola: compiten con las especies de cultivo por los recursos y pueden hospedar enfermedades e insectos plaga, lo que conlleva a mermas en los rendimientos y en la calidad de la producción. Para la mayoría de las especies de hortalizas, el período crítico de competencia de malezas es equivalente al primer tercio de su ciclo vegetativo. Por lo tanto, el manejo de malezas en las primeras etapas de un cultivo hortícola es fundamental. Durante muchos años, la fumigación de suelos y sustratos con bromuro de metilo fue una práctica generalizada y de buenos resultados, para controlar malezas entre otras plagas. Pero debido a la prohibición de su uso a causa de su efecto nocivo sobre la capa de ozono, se lo sustituyó gradualmente por algunos pesticidas sintéticos y, en menor medida, por otros métodos, como la solarización y la inyección de vapor de agua. Es importante continuar con la búsqueda de nuevas alternativas para el manejo integrado de malezas, que sean eficaces y amigables con el medio ambiente. Una de esas alternativas es la biofumigación con brassicáceas: una táctica de control biológico de plagas agrícolas, inocua para el agricultor y el medio ambiente. Consiste en la incorporación en el suelo de ciertas especies de brassicáceas, que liberan isotiocianatos con actividad biocida, como resultado de la hidrólisis de los glucosinolatos contenidos en sus tejidos. Actualmente, en nuestro equipo de trabajo perteneciente a la FCA, UNLZ y al IFSC, UNLP, se está evaluando el efecto de la biofumigación realizada con un cultivar en desarrollo de mostaza india, perteneciente a un programa de mejora. Los resultados parciales de ensayos realizados *in vitro* y en macetones, han demostrado una disminución del poder germinativo y/o del crecimiento de Pasto cuaresma (*Digitaria sanguinalis*), pata de gallo (*Echinochloa* spp.), malva cimarrona (*Anoda cristata*) y verdolaga (*Portulaca oleracea*). Estos resultados son promisorios y generarían un aporte en la búsqueda de un método amigable con el medio ambiente para el control de malezas. Es necesario seguir ensayando para ajustar dosis, fechas de siembra óptimas, condiciones de cultivo y momentos de cosecha, para poder determinar con mayor especificidad la eficiencia del método de biofumigación con este cultivar, como una alternativa que complemente a otras metodologías de control.

ÍNDICE

Resumen.....	3
Índice.....	4
I.Introducción.....	5
La biofumigación, alternativa agroecológica para la desinfección de suelos....	6
Materiales utilizados en biofumigación.....	9
Biofumigación con mostaza india (<i>Brassica juncea</i>).....	13
II. Actividades Realizadas.....	15
Ensayo in vitro.....	16
Ensayo en macetones bajo invernáculo.....	22
III. Alcances logrados y perspectivas.....	30
IV. Bibliografía.....	31
V. Producción.....	42
Biofumigación <i>in vitro</i> con mostaza india y su efecto sobre la germinación de malezas.....	42
Biofumigación con mostaza india (<i>Brassica juncea</i>). Efecto sobre la emergencia y el crecimiento de malva cimarrona (<i>Anoda cristata</i>).....	48

I. INTRODUCCIÓN

Las malezas, o flora arvense, representan una de las principales adversidades de la producción hortícola. Compiten con las especies de cultivo por los recursos, pueden producir sustancias alelopáticas nocivas y hospedar enfermedades e insectos plaga, lo que conlleva a mermas en los rendimientos y en la calidad de la producción (Menalled, 2010). Pero las malezas también cumplen funciones ecológicas específicas en el agroecosistema hortícola: evitan la erosión del suelo, son hospedantes de insectos benéficos, constituyen un banco de diversidad genética, modifican el microclima local y regulan procesos hidrológicos (Altieri & Nicholls, 1999; Labrador Moreno & Altieri, 1994). Para minimizar las pérdidas económicas ocasionadas por las arvenses, sin anular las importantes funciones ecológicas de estas plantas, es necesario establecer normas de convivencia interespecífica cultivo - maleza, que implican reducir la germinación y el crecimiento de las malezas durante los períodos críticos de competencia (Blanco & Leyva, 2007). Para la mayoría de las especies hortícolas, el período crítico de competencia de malezas es equivalente al primer tercio de su ciclo vegetativo (Labrada, 1996). Por lo tanto, el manejo de malezas en las primeras etapas de un cultivo hortícola es fundamental para lograr un buen establecimiento y evitar mermas en el rendimiento. Uno de los plaguicidas más utilizados en la desinfección de suelos en las producciones hortícolas hasta 2005 fue el bromuro de metilo. Este producto es un biocida total que los productores adoptaron rutinariamente porque proporcionaba una alternativa rápida y eficiente para el control de malezas, nematodos, insectos y hongos de suelo (Bernal, 2005) en las primeras etapas de los cultivos. A causa de su efecto nocivo sobre la capa de ozono (Methyl Bromide Technical Options Committee, 1994), se lo sustituyó gradualmente por algunos pesticidas sintéticos y, en menor medida, por otros métodos, como la solarización y la inyección de vapor de agua (Pizano, 2014; Biaggi *et al.*, 2011). Con respecto a la acción herbicida de estos agroquímicos, su uso reiterado conllevó no solo a problemas de contaminación ambiental, sino también favoreció la aparición de malezas resistentes. La resistencia de malezas a herbicidas es un fenómeno que está continuamente evolucionando debido a la presión de selección que ejercen los herbicidas (De la Vega, 2012). En todas las poblaciones naturales de malezas se encuentran biotipos que son resistentes a herbicidas y dado que se trata de un fenómeno

natural, los genes responsables de la resistencia pueden estar presentes en una especie de maleza antes que el herbicida haya sido introducido al mercado (Kogan y Pérez, 2003). Las prácticas agronómicas constituyen uno de los factores que afectan la evolución de la resistencia de las malezas a herbicidas. Por ello es importante la implementación de estrategias de manejo (Matiello *et al.* 1999). Al respecto, en las últimas décadas se han realizado numerosos estudios sobre una técnica agroecológica de fumigación de suelos, amigable con el medio ambiente, conocida como “**biofumigación**”, que ha demostrado resultados promisorios para el manejo de malezas en las etapas iniciales de los cultivos intensivos.

I.I La biofumigación, alternativa agroecológica para la desinfección de suelos

La biofumigación puede definirse como el control de plagas y patógenos edáficos por medio de la liberación en el suelo de compuestos, en su mayoría volátiles, originados por la descomposición de residuos orgánicos (Gimsing & Kirkegaard, 2006). Como biofumigantes se pueden emplear estiércoles, residuos de las cosechas y agroindustriales, incorporación de plantas de Brassicáceas, sorgo, maíz, etc. A diferencia de los pesticidas químicos, como el metam sodio y el dazomet, la incorporación de enmiendas biofumigantes aumenta el contenido de materia orgánica del suelo, mejora la estructura y la penetración del agua y reduce el encostramiento y la erosión (Pung *et al.*, 2008; Kirkegaard & Matthiessen, 2004).

Durante el proceso de biofumigación, como resultado de la descomposición del material orgánico, se generan en el suelo sustancias con actividad biocida tales como amonio, ácido acético, compuestos azufrados, etc.

Según algunos autores, la biofumigación puede inhibir la emergencia y el crecimiento de las malezas (Chorzempa *et al.*, 2023; 2022; Perniola *et al.*, 2019; 2016; 2011; Webber *et al.*, 2012; Boydston *et al.*, 2001; 2008; Anderson *et al.*, 2008; Boydston, 2008; Mattner *et al.*, 2008; Pereyra *et al.*, 2008; Lopez-Martinez *et al.*, 2006; Norsworthy *et al.*, 2005). Otros investigadores han demostrado la eficacia de esta técnica para reducir las poblaciones de nematodos (D'Amico *et al.*, 2021a; 2021b; Kruger *et al.*, 2011; Mitidieri *et al.*, 2009; 2005; Pattison *et al.*,

2003), insectos (Noble *et al.*, 2002) y hongos fitopatógenos (Perniola *et al.*, 2023; 2014; 2012; Iriarte *et al.*, 2011; Riches *et al.*, 2011; Zurera *et al.*, 2007; Dunne *et al.*, 2003; Charron & Sams, 1999; Kirkegaard *et al.*, 1996; Mayton *et al.*, 1996). Una de las principales ventajas con respecto a los plaguicidas sintéticos es la inocuidad para el agricultor y el medio ambiente. Su eficacia como desinfectante del suelo es similar a la de los fumigantes químicos convencionales, considerándose una alternativa del uso de éstos en agricultura convencional, también útil en agricultura ecológica.

A fin de que la aplicación de materia orgánica biofumigante tenga los efectos indicados, resulta necesario retener en el suelo los gases producidos durante la descomposición al menos durante dos semanas. La retención de los gases se consigue sellando el suelo mediante agua de riego, que se puede acompañar con una cubierta suplementaria de plástico. Este tipo de manejo, el sellado, junto con las cantidades de materia orgánica aportada (hasta 50 t/ha cuando se aplican estiércoles u otros residuos agroindustriales [Bello *et al.* 2003]), son lo que diferencian principalmente la biofumigación del abono orgánico.

Se habla de una serie de efectos directos de la biofumigación sobre el suelo, además de otros efectos indirectos:

- En la degradación de la materia orgánica incorporada intervienen un gran número de microorganismos, que se ven favorecidos por el aumento de materia orgánica, y que actúan como antagonistas (*Aspergillus*, *Trichoderma*) de los patógenos del suelo, que ocupan el espacio y entran en competencia con los patógenos.
- Las sustancias volátiles (como los isotiocianatos), amonio y fenoles producidos en la biodegradación de la materia orgánica favorecen el control de patógenos del suelo e incrementan la eficacia de la técnica cuando se incluye en un sistema integrado de producción de cultivos.
- Las condiciones de anaerobiosis (ausencia de oxígeno) creadas en el terreno durante la aplicación de la técnica, mediante la inundación del mismo con agua de riego también tienen un efecto inhibitor sobre el desarrollo de los patógenos del suelo.

- El aumento en el suelo de materia orgánica en sus diferentes formas (fresca, madura, humus, etc.) tiene un efecto positivo, ya que hace aumentar su fertilidad general (física, química y biológica) y, por lo tanto, permite al suelo la recuperación de su sanidad y de su equilibrio.

El proceso de biofumigación contempla una serie de etapas, las cuales se pueden observar en la Figura 1.

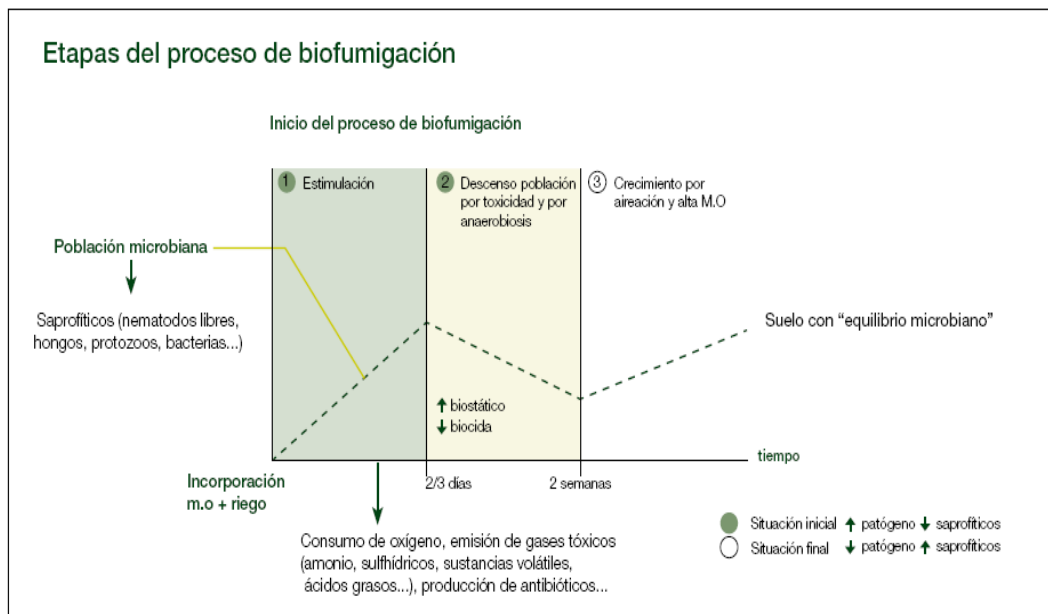


Figura 1. Etapas del proceso de biofumigación. Fuente: Andreu Vila.

Etapa 1: El efecto biocida de las sustancias volátiles (isotiocianatos), y de otros como el amonio, sobre las poblaciones de patógenos sólo se da en esta etapa, que dura unos 2 o 3 días (Brown y Morra, 1997; Rosa, *et al.*, 1997). Al mismo tiempo, la población de hongos saprofitos, antagonistas de los patógenos del suelo, se ve favorecida por la presencia de la materia orgánica. En cuanto al nivel de contenido de oxígeno en el suelo, éste va disminuyendo constantemente por el consumo que hacen las crecientes poblaciones de microorganismos, que por otra parte no se ve renovado debido al sellado del suelo, que tiene que ser completo con el fin de asegurar la efectividad de la técnica. Esta primera etapa de la biofumigación es la más importante, ya que es donde se alcanza un máximo de población microbiana, un máximo contenido de sustancias volátiles nocivas por los patógenos del suelo y un mínimo contenido de oxígeno, principales efectos sobre los cuales se basa la técnica.

Etapa 2: Una vez pasados los efectos nocivos inmediatos de las sustancias generadas anteriormente, se inicia una segunda etapa caracterizada por la normalización de la situación, con una disminución general de las poblaciones de microorganismos presentes en el suelo, donde la presencia de materia orgánica favorece la supervivencia de los microorganismos saprofitos (consumidores de materia orgánica: *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*). Éstos tienen poder fungistático sobre las poblaciones de hongos patógenos. Por otra parte, a causa de la normal pérdida de agua, el sellado del suelo disminuye, aumenta el contenido en oxígeno y se libera parte de las sustancias biocidas generadas en la primera etapa.

Etapa 3: Después de dos o tres semanas las cuales corresponden a las etapas anteriores, los microorganismos del suelo se estabilizan, con preeminencia de las colonias de microorganismos saprófitos y antagonistas sobre las colonias de patógenos. A partir de aquí se considera acabada la aplicación de la técnica, pudiendo implantar los nuevos cultivos a partir de los 2-3 días siguientes.

I.II Materiales utilizados en biofumigación.

Con respecto a las materias orgánicas útiles para la biofumigación del suelo, se ha observado que generalmente su eficacia depende principalmente del tipo de materia orgánica aportada, de la dosis y del método de aplicación. En este sentido, pueden utilizarse como biofumigantes: estiércoles frescos, residuos agroindustriales, residuos de cosechas y plantas frescas.

Para que un material orgánico tenga función biofumigante, tiene que estar en las primeras fases de descomposición, lo que no sucede con la materia orgánica aportada normalmente como abono, que se trata de materia orgánica estabilizada (Kirkegaard & Sarwar, 1998). Así, resulta necesaria una relación C/N de entre 8 y 20 para que la aplicación tenga efecto biofumigante.

Entre los materiales orgánicos que han sido estudiados como biofumigantes se encuentran: estiércoles de cabra, oveja, vaca y gallina, residuos de cultivos de arroz, de industrias forestales y de papel, residuos de industrias de pescado y marisco, numerosos subproductos agrícolas (incluso de jardín), así como los residuos procedentes de plantas que presentan compuestos con efectos

alelopáticos (Bello *et al.* 2000 b 1999 a, b; Bello 1997; Stirling 1991; Hoitink 1988). Para el estiércol, se tiene que procurar que durante su transporte y almacenaje no se pierdan los gases producidos en la biodegradación, cubriéndolos con plásticos u otros materiales hasta el momento de la aplicación. El biofumigante se tiene que esparcir uniformemente para que no aparezcan focos de patógenos que puedan recolonizar el espacio, y se tiene que incorporar cuanto antes.

Entre los biofumigantes que se utilizan mediante su incorporación al suelo como planta fresca, se destacan dentro de la familia poáceas, el maíz (*Zea mays*) y el sorgo (*Sorghum bicolor* o *S. sudanense*), que contiene compuestos cianhídricos. La utilización de especies de la familia **brasicáceas** como fuente de materia orgánica fresca para la biofumigación, es una de las alternativas a la no utilización de estiércoles, que resulta más barata y no presenta dificultades técnicas en el manejo. La principal ventaja de la utilización de especies brasicáceas como biofumigantes radica en unos compuestos llamados glucosinolatos (Kjaer, 1976) contenidos en las vacuolas de las células, que cuando se hidrolizan por la acción de la enzima mirosinasa (presente en el citoplasma) dan lugar a otras sustancias: los isotiocianatos (ITCs). Los glucosinolatos son inactivos contra microorganismos, pero los ITCs resultantes de la hidrólisis son biocidas muy eficaces contra nemátodos, hongos, insectos y la germinación de semillas.

La biofumigación con brassicáceas se basa en la incorporación en el suelo de ciertas especies de brassicáceas (mostaza india (*Brassica juncea*), mostaza negra (*Brassica nigra*), mostaza blanca (*Sinapis alba*), repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*), coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), brócoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*), nabo (*Brassica rapa* subsp. *rapa*), rúcula (*Eruca vesicaria* ssp. *sativa*), etc.), que liberan diferentes tipos de isotiocianatos con actividad biocida, como resultado de la hidrólisis de los glucosinolatos contenidos en sus tejidos (Kirkegaard *et al.*, 1993).

Durante el proceso de biofumigación, los glucosinolatos presentes en los tejidos de las brassicáceas (Kjaer, 1976), se hidrolizan por la acción de la enzima mirosinasa produciendo diferentes tipos de isotiocianatos, con y variable grado

de toxicidad frente a diversos organismos (Molina-Vargas & Bentura-Castellanos, 2009).

Según Gimsing & Kirkegaard (2009), la efectividad de la biofumigación se basa en lograr la máxima hidrólisis de los glucosinolatos presentes en el tejido vegetal, para generar altas concentraciones de isotiocianatos en el suelo después de su incorporación; esto es favorecido por una gran disrupción celular, la adición de agua y alta temperatura del suelo. La eficacia de la biofumigación con brasicáceas depende de diversos factores, pero fundamentalmente de la especie utilizada, del momento y la técnica de incorporación en el suelo, de la actividad enzimática de la mirosinasa, de las pérdidas por volatilización, de la adsorción por las arcillas, de la pérdida por percolación y de la degradación microbiana (Brown y Morra, 1997).

La temperatura del suelo afecta la actividad de la enzima mirosinasa. El incremento de su actividad se produce desde los 20°C hasta los 40°C, teniendo un óptimo entre 25°C y 27°C (Heredia *et. al.* 2011).

La efectividad de la biofumigación también está condicionada por la duración del efecto biocida de los isotiocianatos en el suelo. Al respecto, los isotiocianatos son fuertemente adsorbidos por las arcillas y son propensos a pérdidas por volatilización y degradación microbiana (Gimsing & Kirkegaard, 2009). Por lo tanto, la textura y microbiología del suelo influyen sobre la efectividad de la biofumigación, como así también la utilización de coberturas de suelo que impidan las pérdidas por volatilización. Price *et al.* (2005) observaron que la concentración de allyl isotiocianato (AITC) fue un 38% mayor en un suelo franco arenoso comparado con un suelo franco arcilloso, 56% más alta en los tratamientos con cobertura plástica que en los que no presentaban cobertura y tres veces mayor en suelos autoclavados que en no autoclavados.

El estadio fenológico óptimo para el picado y la incorporación corresponde al momento en que el contenido de glucosinolatos (precursores de los ITCs) en las plantas es máximo. Este momento varía entre plena floración y fin de fructificación, dependiendo de la especie de brasicácea y las condiciones de cultivo y constituye uno de los parámetros más importantes a la hora de escoger la especie y variedad de brasicácea a utilizar en función del tiempo que tarda el cultivo en llegar al estadio fenológico óptimo para su incorporación. Por otra parte, la cantidad de ITCs producidos por planta es otro de los parámetros

interesantes a tener en cuenta a la hora de escoger las variedades biofumigantes.

Dentro de la familia de las brasicáceas, son útiles, en general, cualquier especie que se adapte a las condiciones de cultivo específicas de una determinada zona geográfica (según el tipo de suelo, clima y meteorología, antecedentes culturales, etc.). Entre las especies más estudiadas se encuentran ***Brassica juncea* L. Czerniak (mostaza india, mostaza parda)** y *Sinapis alba* L. (mostaza blanca). Según Björkman *et al.* (2015), los cultivos de cobertura de mostaza india o blanca tienen un valor potencial para suprimir el crecimiento de malezas, pero la capacidad de supresión varía con la ubicación (localidad), el año y la fecha de siembra de la mostaza. Handiseni *et al.* (2011) observaron que la harina de semilla de mostaza (HSM) de *B. juncea* tuvo significativamente mayor eficacia como herbicida de poáceas que la HSM de *S. alba*, que fue más efectiva en el control de malezas de hoja ancha.

Numerosos investigadores han comprobado el efecto supresor de la biofumigación con mostazas sobre la germinación y el crecimiento de las arvenses. Anderson *et al.* (2008) observaron reducción de la población de *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. cuando incorporaron plantas maceradas de *B. juncea* en un suelo arenoso. Boydston *et al.* (2008) estudiaron el efecto de la harina de semilla de mostaza de *S. alba* “IdaGold” sobre la emergencia de algunas malezas y observaron reducción del número de plántulas emergidas de *Poa annua* L. y *Stellaria media* L. Earlywine *et al.* (2010) determinaron que la biofumigación con HSM de *B. juncea* suprimiría la emergencia y el crecimiento de varias especies de malezas comunes en el césped y tendría potencial selectividad para *Cynodon dactylon* (L.) Pers. En pruebas en invernadero con HSM de *S. alba*, Yu & Morishita (2014) hallaron menores tasas de emergencia de *Kochia scoparia* (L.) Schrad., *Chenopodium album* L. y *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., en comparación con el testigo sin mostaza. Boydston *et al.* (2011) aplicaron HSM de *S. alba* en plantaciones de cebolla y observaron reducción de la cantidad de malezas emergidas, pero también lesiones y mermas en el rendimiento del cultivo, variables según el estadio fenológico de la cebolla y el año ensayado.

En un ensayo *in vitro*, Lefebvre et al. (2013) biofumigaron semillas de cinco especies (*Chenopodium album* Willd., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Setaria viridis* [L.] P. Beauv., *Vicia cracca* L. y *Daucus carota* L.) con plantas secas trituradas de *B. juncea* en floración, y observaron reducción de la germinación y de la supervivencia de semillas dormidas e incremento de la mortalidad de plántulas. Si bien la mayoría de los estudios realizados en el tema demuestran una acción eficaz de la biofumigación sobre el control de malezas, otros investigadores han hallado escaso efecto herbicida de esta táctica de biocontrol. Hoagland et al. (2008) hallaron que la HSM de *B. juncea* no suprimió la emergencia de malezas. Haramoto & Gallandt (2005) observaron que los residuos de brassicáceas retrasan la emergencia y reducen el establecimiento de las malezas, aunque la magnitud de sus efectos es comparable a la de otros cultivos de cobertura, como *Trifolium incarnatum* L., *Avena sativa* L. y *Fagopyrum esculentum* Moench. Geary et al. (2008) observaron que la incorporación de un cultivo de mostaza blanca “IdaGold” previo a la plantación de cebolla produjo un escaso control de malezas. Según Bangarwa & Norsworthy (2014), la biofumigación con brassicáceas proporciona un control marginal de las malezas por lo que debería complementarse con otras estrategias, como herbicidas, solarización, labores mecánicas, etc.

En ensayos realizados por Perniola et al. (2019) en la zona de Llavallol, Argentina, se observó que el cultivo de *B. juncea* registró menor incidencia y severidad de podredumbre negra (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris* [Pammel] Dowson [Xcc]) y produjo mayor rendimiento de biomasa aérea fresca (1,7 a 2,3 kg.m⁻²) que el cultivo de *S. alba*. En un ensayo *in vitro* (Perniola et al., 2016) se concluyó que la biofumigación con biomasa aérea fresca de *B. juncea*, en el estadio de fin de fructificación, presentó un notable efecto supresor sobre la germinación y el crecimiento de algunas malezas, superior al de *S. alba*.

1.III Biofumigación con mostaza india (*Brassica juncea*)

La especie *B. juncea* se destaca como material biofumigante y numerosos estudios han demostrado su acción sobre diferentes plagas (Figura 2).



Figura 2. Cultivo de mostaza india cv. “Santa Catalina UNLP” en plena floración. Llavallol, Buenos Aires

En varios ensayos se observó que la biofumigación con mostaza india tuvo efecto supresor sobre el crecimiento de *Fusarium graminearum* cultivado *in vitro* (Perniola *et al.*, 2012; 2014; 2015). En otro trabajo se concluyó que la biofumigación con 2,26 kg.m⁻² de *B. juncea* redujo significativamente la cantidad de esclerocios de *Sclerotium rolfsii* (Chorzempa *et al.*, 2019). Los resultados obtenidos en varios ensayos mostraron que la técnica de biocontrol con el hongo antagonista *Trichoderma* spp. puede ser considerada compatible con la biofumigación con *B. juncea* (Chorzempa *et al.*, 2019; Perniola *et al.*, 2014; 2015; 2016b). El crecimiento del hongo benéfico *Trichoderma* spp. no fue afectado por la biofumigación con *B. juncea*. Además, la utilización combinada de *Trichoderma* spp. y la biofumigación con *B. juncea*, tuvo un efecto sinérgico sobre el control del crecimiento de *F. graminearum* (Perniola *et al.*, 2014; 2015). En otro ensayo se observó que la biofumigación con dosis bajas de *B. juncea* no inhibió el crecimiento *in vitro* de colonias de *Azospirillum brasilense*, bacteria rizosférica promotora del crecimiento vegetal (Perniola *et al.*, 2016 b).

En relación al efecto de *B. juncea* sobre los nematodos, la biofumigación con 2 kg.m⁻² de materia fresca incrementó la densidad de nematodos de vida libre

(D'Amico *et al.*, 2019; 2021a) y redujo la densidad de nematodos parásitos de plantas (D'Amico *et al.*, 2021 b).

En un ensayo realizado en condiciones de campo se demostró que la biofumigación con 2,26 kg.m⁻² de *B. juncea* incrementó la velocidad de emergencia y la cantidad de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa*), sembrada después de practicar la biofumigación (Chorzempa *et al.*, 2019).

Con respecto al efecto de la biofumigación con *B. juncea* sobre las malezas, se observó reducción del crecimiento de malezas (Perniola *et al.*, 2011; 2016 a; 2018; 2019). En un ensayo *in vitro* se observó inhibición significativa de la germinación de las malezas *Anoda cristata* (malva cimarrona), *Picris echioides* y *Portulaca oleracea* (verdolaga) (Perniola *et al.*, 2016 a). En otro ensayo realizado en macetones, se observó que la dosis de 2,5 kg.m⁻² de materia fresca redujo el número total de individuos de arvenses mono y dicotiledóneas, en particular de *Digitaria sanguinalis* (pasto de cuaresma), *Portulaca oleracea* (verdolaga) y *Taraxacum officinalis* (diente de león) (Perniola *et al.*, 2019). En condiciones de campo, la biofumigación con 2,26 kg.m⁻² de materia fresca provocó una disminución del 83,4 % en el número de individuos de verdolaga y del 90,9 % en el peso seco total, con respecto al control (Perniola *et al.*, 2018).

II. ACTIVIDADES REALIZADAS

El proyecto está formado por dos etapas. Una de ellas evalúa la capacidad biofumigante de la mostaza india sobre la germinación y el crecimiento de las malezas, en el laboratorio (*in vitro*). La segunda etapa está destinada a realizar la misma evaluación en macetones, bajo invernáculo.

El cultivar de mostaza india cuya capacidad biofumigante se evalúa en estos ensayos es un material proveniente de la séptima filial descendiente del cruzamiento entre el cv. Santa Catalina UNLP (único cultivar inscripto en Argentina) y el cv. Red Giant (de procedencia extranjera). Esta séptima filial forma parte de un programa de mejoramiento de la especie, que se desarrolla actualmente en el Instituto Fitotécnico de Santa Catalina.

ENSAYO IN VITRO

La primera etapa del proyecto tuvo como objetivo evaluar *in vitro*, el potencial biofumigante de plantas de mostaza india para suprimir la germinación y el crecimiento de algunas malezas frecuentes en la zona del cinturón verde de Buenos Aires.

Las malezas evaluadas fueron: pasto de cuaresma (*Digitaria sanguinalis*) (L.) Scop. [D], pata de gallo (*Echinochloa* spp.) [E], malva chimarrona (*Anoda cristata*) (L.) Schltl. [A] y verdolaga (*Portulaca oleracea*) L.[P].

D. sanguinalis, *Echinochloa* spp. y *A. cristata* fueron recolectadas a principios de otoño de 2022 y se sometieron a varias pruebas de germinación para romper adecuadamente su dormición. Mientras que *P. olerácea* se cosechó el otoño anterior y se conservó a 5°C desde ese momento.

Para cada arvense se prepararon semillas escarificadas. En el caso de *D. sanguinalis* y *Echinochloa* spp. se utilizaron cariopses desprovistos de lema y pálea a partir de la escarificación mecánica con lija; luego se las desinfectó sumergiéndolas en una solución de hipoclorito de sodio (55 g.l⁻¹) al 2% y 30%, respectivamente durante 2 minutos. *A. cristata* se escarificó químicamente mediante inmersión en ácido sulfúrico 100% por 55 minutos y se enjuagó con abundante agua destilada.

La mostaza india utilizada como biofumigante se obtuvo del jardín experimental del Instituto Fitotécnico de Santa Catalina: se sembró en el mes de febrero del 2022 (tempranamente con respecto a la fecha convencional) y al alcanzar el estadio de mediados de fructificación, se cosecharon los dos tercios superiores de las plantas, se cortaron en trozos pequeños y se trituraron en una procesadora de cocina (Figura 3).

Una vez triturado el material, fue colocado en recipientes plásticos de 900 ml, a razón de 10 y 20 g, que fueron las dosis probadas (Figura 4).



Figura 3. Fraccionamiento y triturado de la mostaza india.

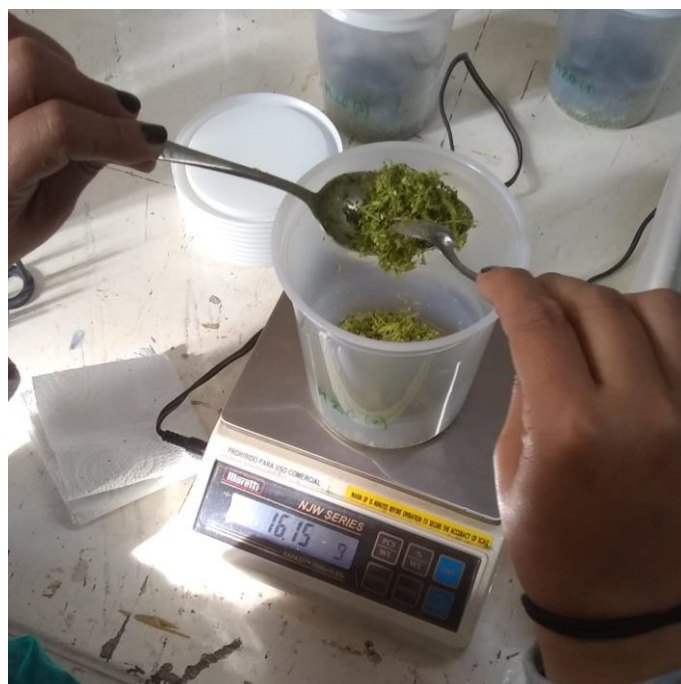


Figura 4. Pesaje de la mostaza india.

Dentro de los recipientes, se colocaron cajas de Petri sobre trípodes plásticos (Figura 5) para tener una posición por encima del nivel de la mostaza triturada. En las cajas de Petri se sembraron 50 semillas de las malezas antes mencionadas sobre un papel absorbente embebido con 7 ml de agua destilada (Figura 6 y 7). Cada caja refería a una especie arvense en particular. Los recipientes se cerraron con tapas plásticas (Figura 7).



Figura 5. Recipientes con el material triturado y los trípodes.



Figura 6. Siembra de malezas en la caja de Petri.



Figura 7. a y b: colocación de las cajas de Petri en los recipientes; c: cierre de los recipientes.

También se tuvo en cuenta un control en el cual no se incorporó el material biofumigante. Por cada arvense y dosis se prepararon 4 repeticiones.

La incubación se realizó en cámara de cultivo a $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$, con fotoperiodo de 12 hs/ 12 hs luz-oscuridad durante 7 días.

Para cada tratamiento se evaluó el porcentaje de germinación (%PG) y la longitud de las plántulas sobrevivientes normales (Figura 8). Se realizó un ANVA simple para cada una de las variables y por cada especie.



Figura 8. Evaluación de las cajas de Petri luego de la incubación.

Con la dosis de 20 g, la biofumigación ejerció un efecto supresor sobre la germinación de las poáceas, ya que el poder germinativo fue significativamente menor que en el tratamiento control y alcanzó valores de 11 y 78,5% en *D. sanguinalis* y *Echinochloa* spp., respectivamente (Gráfico 1, Figura 9). Por otra parte, el poder germinativo de *A. cristata* y *P. olerácea*, no se vio afectado con esta dosis, con respecto al control (Gráfico 1). Perniola *et al.* (2016), evaluaron el efecto biofumigante de la mostaza india con la misma metodología y encontraron que aún con dosis de 10 g, el PG de *P. oleracea* fue de un 4,75% a los 8 días de incubación y con esa misma dosis, el PG de *A. cristata* fue de 21,5%. A diferencia del presente trabajo, la mostaza había sido sembrada en mayo, fecha de siembra normal y habría desarrollado su ciclo en condiciones ambientales diferentes con respecto a las condiciones en las que se desarrolló la mostaza utilizada en este ensayo.

Con respecto a la variable longitud de plántula, las cuatro especies evaluadas se vieron afectadas significativamente con la dosis de 20 g. Las mayores reducciones porcentuales correspondieron a *D. sanguinalis* y *Echinochloa* spp. y superaron el 85% y 76% respectivamente, con respecto las longitudes de plántulas encontradas en el control (Gráfico 2 y Figura 9).

La biofumigación con este cultivar de mostaza india parece ser eficiente en el control de la germinación de *D. sanguinalis* y *Echinochloa* spp. y además reduciría el crecimiento de las plántulas de las cuatro arvenses evaluadas.

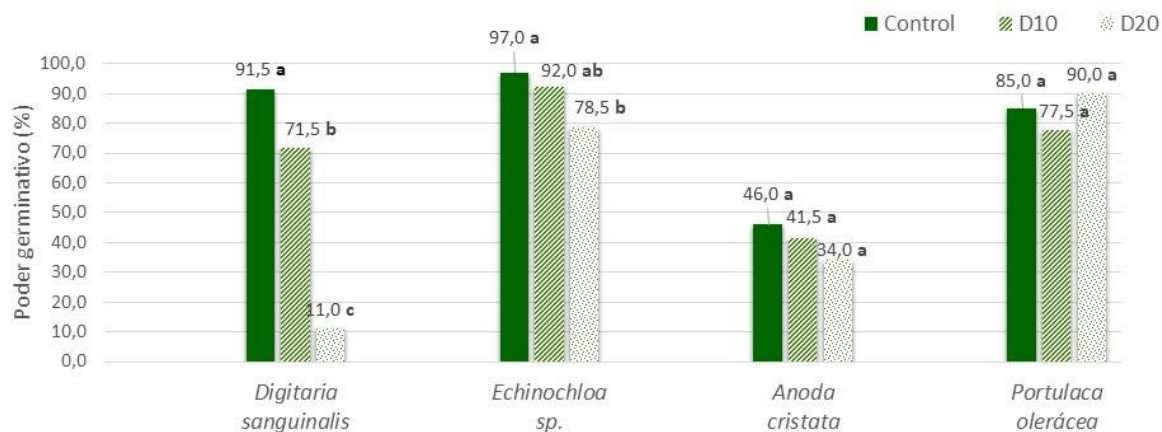


Gráfico 1. Porcentaje de germinación de *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa* spp., *Anoda cristata* y *Portulaca oleracea*, en los distintos tratamientos. D10: dosis de 10 g de *B. juncea*; D20: dosis de 20 g de *B. juncea*. Las letras distintas indican diferencias significativas por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

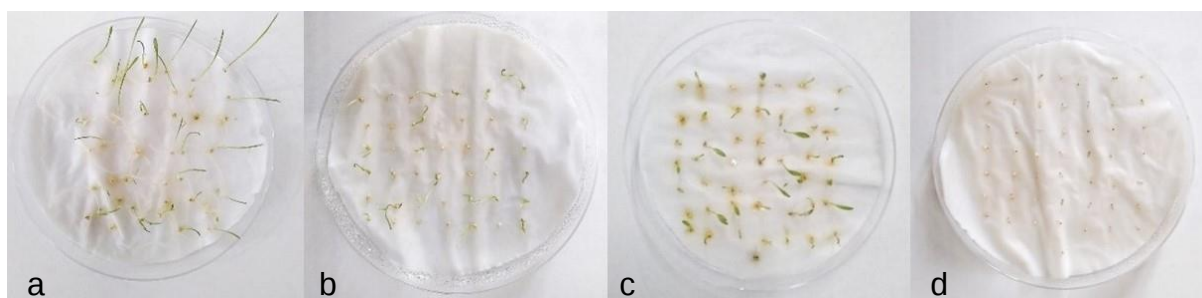


Figura 9. Aspecto de las germinaciones tras 7 días de incubación. a: control y b: dosis de 20 g en *Echinochloa* spp. c: control y d: dosis de 20 g en *Digitaria sanguinalis*.

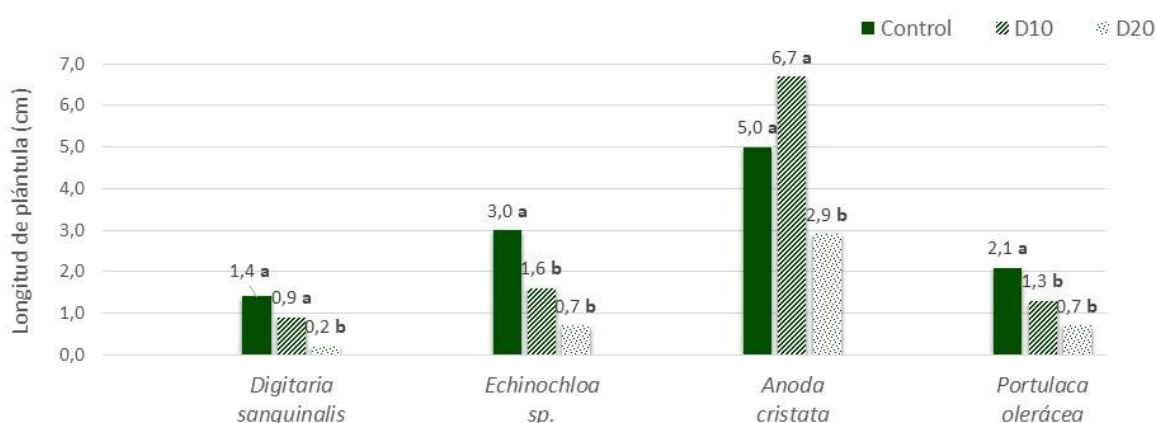


Gráfico 2. Longitud de plántulas de *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa* spp., *Anoda cristata* y *Portulaca oleracea*, en los distintos tratamientos. D10: dosis de 10 g de *B. juncea*; D20: dosis de 20 g de *B. juncea*. Las letras distintas indican diferencias significativas por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

ENSAYO EN MACETONES BAJO INVERNÁCULO

La segunda etapa del proyecto tuvo como objetivo determinar si la biofumigación con mostaza india ejerce un efecto controlador sobre malva cimarrona (*Anoda cristata*).

Para ello se establecieron macetones con distintas dosis de mostaza india triturada, mezclada con tierra y semillas de malva cimarrona para comprobar su efecto biofumigante.

El ensayo se realizó a fines de octubre de 2022 en el invernáculo del Instituto Fitotécnico de Santa Catalina, Llavallol (34°47' S, 58°27' O) y se utilizó mostaza india en el estadio de fin de fructificación. Los macetones fueron armados a partir de cajones de madera de 37,5 cm x 40 cm de lado y 10 cm de profundidad (capacidad: 15 l). En ellos se colocaron dos estratos de tierra: el estrato superior de 2 cm de espesor y el estrato inferior de 8 cm. Ambos estratos contenían la misma cantidad de mostaza triturada, pero sólo en la capa superior se colocaron semillas de malva cimarrona (Figura 10).

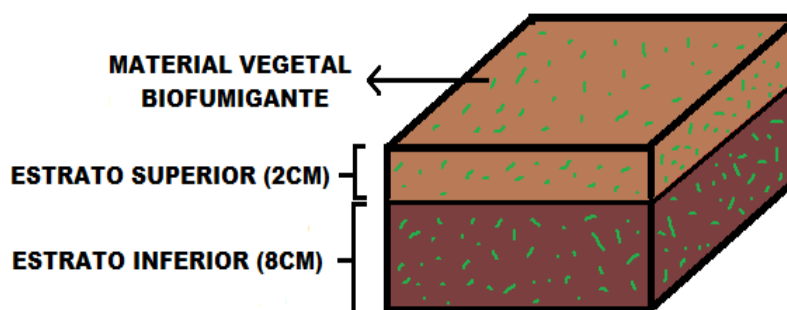


Figura 10. Composición de los macetones

La tierra utilizada, que provenía de la capa arable de un potrero del jardín experimental del Instituto Fitotécnico de Santa Catalina (IFSC), fue tamizada con una zaranda de 1 cm x 1 cm y oreada sobre un polietileno negro hasta obtener una humedad uniforme (Figura 11).



Figura 11. Tierra tamizada y oreada, reservada para el armado de macetones.

La tierra del estrato inferior se fraccionó en cantidades adecuadas para cada macetón (aproximadamente 12 l) y se reservó en bolsas en el invernáculo donde posteriormente se armarían los macetones. La tierra del estrato superior se colocó en bolsas (aproximadamente 3 l) para cada macetón, a las cuales se les incorporó 100 semillas de malva cimarrona escarificadas (Figura 12). La escarificación de malva cimarrona se realizó sumergiendo las semillas en ácido sulfúrico 100% durante 40 minutos. Las bolsas que contenían la tierra con el estrato superior se llevaron al laboratorio donde al día siguiente se adicionó el material biofumigante.



Figura 12. Adición de semillas de malva cimarrona previamente escarificada a la tierra destinada al estrato superior.

El material vegetal utilizado como biofumigante se obtuvo del cultivo de *Brassica juncea* sembrado en marzo de ese mismo año.

Luego de segar la parte aérea de la mostaza (en la estadio fenológico de fin de fructificación) (Figura 13), las plantas fueron trozadas en forma manual (con tijeras de poda) y posteriormente trituradas con una procesadora doméstica (Figura 14).



Figura13. Plantas de mostaza india segadas en fin de fructificación.



Figura 14. Trozado y triturado de la mostaza india.

El proceso de picado y triturado debió hacerse rápidamente, para minimizar la pérdida de los isotiocianatos volátiles. Por el mismo motivo, el material vegetal se iba introduciendo en una batea dentro de una bolsa plástica, a medida que se

trituraba. Luego se procedió a realizar las pesadas del material triturado (Figura 15). Por cada tratamiento, se realizaron dos pesadas diferentes. Cada una destinada a cada uno de los estratos. El material biofumigante correspondiente al estrato superior se mezcló con la tierra reservada con semillas dentro de la bolsa cerrada hasta homogenizar (Figura 16). El material biofumigante correspondiente al estrato inferior se introdujo en una bolsa que se cerró y rotuló.



Figura 15. Pesaje del material biofumigante.



Figura 16. Homogenización manual del material biofumigante con la tierra del estrato superior.

En el ensayo se evaluaron 3 tratamientos que presentaban diferentes dosis del material vegetal biofumigante y además un control al que no se le incorporó mostaza. En cada tratamiento se colocó una cantidad de material biofumigante proporcional a las dosis que fueron evaluadas y dentro de cada macetón (unidad experimental) la dosis fue la misma en ambos estratos, pero la cantidad de material biofumigante fue proporcional al volumen de tierra de cada estrato. La dosis 1 fue de $1,5 \text{ kg.m}^{-2}$ de biomasa fresca, de modo tal que se incorporaron 45 g de material vegetal triturado en el estrato superior y 180 g en el estrato inferior. La dosis 2 fue de 2 kg.m^{-2} de biomasa fresca, por lo que se colocaron 60 g de material biofumigante en el estrato superior y 240 g en el inferior. La dosis 3 fue de $2,5 \text{ kg.m}^{-2}$ de biomasa, por lo que se incorporaron 75 g en el estrato superior y 300 g en el estrato inferior. Por cada tratamiento se realizaron 4 repeticiones. Para mezclar el material biofumigante con la tierra del estrato inferior se colocó un nylon negro en una mesada y se procedió a extender la tierra separada para cada macetón, que corresponden a los 8 cm de profundidad. El material biofumigante contenido en las bolsas adecuado para cada tratamiento fue colocado sobre de la tierra (Figura 17) y luego mezclado con una pala de mano hasta su homogenización total. Posteriormente se llenó el macetón con esta mezcla y se extendió el material de una manera pareja y uniforme.



Figura 17. Homogenización del estrato inferior.

Una vez listo el estrato inferior en el macetón, se abrió la bolsa con el estrato superior que contenía la tierra, las semillas y el material biofumigante y rápidamente se lo extendió en el macetón y se emparejó la superficie. Se repitió la misma operación con las 16 unidades experimentales. Posteriormente cada cajón se regó con 5,6 litros de agua (Figura 18) y se cubrió con polietileno negro, que se selló en los laterales con cinta adhesiva (Figura 19).



Figura 18. Riego previo al sellado.



Figura 19. Macetones sellados, cubiertos con polietileno negro.

Los macetones permanecieron bajo invernáculo 21 días (periodo de tiempo que hace referencia a la etapa biofumigante); posteriormente los polietilenos de los

cajones fueron retirados y se regó diariamente para mantener el sustrato cercano a la capacidad de campo (“etapa post-biofumigante”) dejando libre el crecimiento de malezas. Se registró diariamente la temperatura.

Pasados otros 21 días, en cada una de las unidades experimentales, por cada tratamiento se contó el número de plantas de malva cimarrona, se cortaron al ras del sustrato y fueron llevadas a estufa a 60°C hasta que registraron un peso constante.

Para realizar el análisis de datos, el peso seco total fue dividido por el número de plántulas, para obtener el PS por plántula. Se realizó un ANVA simple y las diferencias encontradas fueron evaluadas con el test de Tukey.

El tratamiento con 2,5 kg.m⁻² de mostaza india se diferenció significativamente de los otros tratamientos y del control en ambos caracteres observados. Con respecto al número de individuos, el tratamiento de 2,5 kg.m⁻² logró reducir casi un 40% la presencia de malva cimarrona con respecto al número de individuos encontrados en el tratamiento control (Gráfico 3).

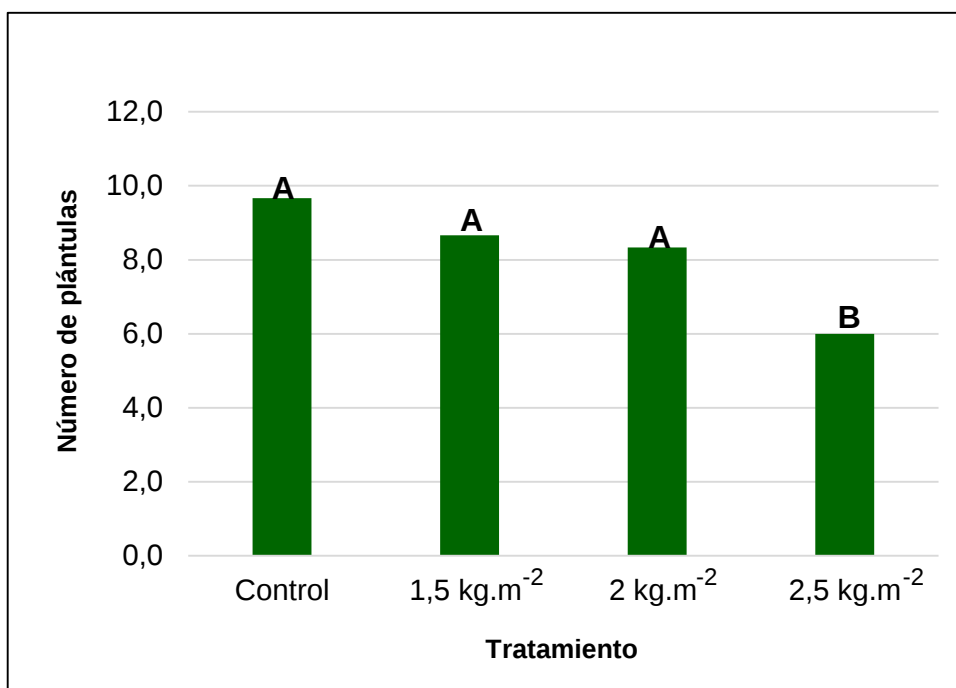


Gráfico 3. Número de plantas de *Anoda cristata* hallado luego de la biofumigación con 1,5, 2, y 2,5 kg.m⁻² de material biofumigante de *Brassica juncea*. Letras distintas indican diferencias significativas por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Con respecto al peso seco por plántula de malva cimarrona, con la dosis de 2,5 kg.m⁻², la reducción del crecimiento fue de aproximadamente un 25% con

respecto al control (Gráfico 4). Además de encontrarse un menor número de plántulas, también se observó menor crecimiento de las plantas de malva cimarrona, con respecto al control.

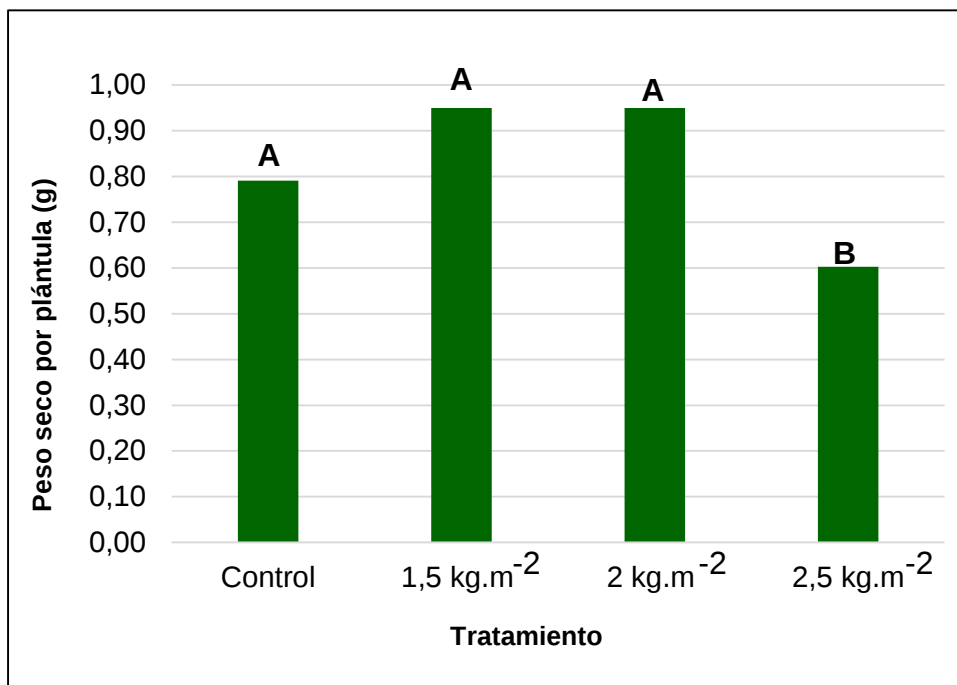


Gráfico 4. Peso seco por planta de *Anoda cristata* luego de la biofumigación con 1,5, 2, y 2,5 kg.m⁻² de material biofumigante de *Brassica juncea*. Letras distintas indican diferencias significativas por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

III. ALCANCES LOGRADOS Y PERSPECTIVAS

Los resultados parciales del proyecto en curso perteneciente a la FCA de la UNLZ, en co-ejecución con el IFSC (UNLP), concuerdan con los resultados encontrados por el mismo equipo de trabajo en ensayos anteriores (muchos de ellos mencionados en este trabajo) en los que se evaluó otro cultivar de *Brassica juncea*: esta filial que es parte de un programa de mejora, posee capacidad biofumigante y podría controlar la germinación y el crecimiento de algunas arvenses.

Es necesario seguir ensayando para ajustar dosis, fechas de siembra óptimas, condiciones de cultivo y momentos de cosecha, para poder determinar con mayor especificidad la eficiencia del método de biofumigación con este cultivar, como una alternativa amigable con el medioambiente, que complemente a otras metodologías de control.

El ensayo realizado *in vitro* fue presentado en el Segundo Encuentro Nacional y Congreso Científico “Periurbanos hacia el consenso 2-2022”, organizado por la Secretaría de Agricultura Familiar, Campesina e Indígena del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (SAFCE) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), realizado en Villa Martelli, Buenos Aires, del 13 al 16 de Octubre de 2022.

El resumen del ensayo realizado en macetones bajo invernáculo fue enviado a las XXXIX Jornadas Argentinas de Botánica, a realizarse en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca, San Fernando del Valle de Catamarca, en el venidero mes de septiembre.

Ambas producciones se adjuntan en el apartado VI.

IV. BIBLIOGRAFÍA

Altieri, M.A. & C.I. Nicholls. 1999. Biodiversity, ecosystem function, and insect pest management in agricultural systems. In: Biodiversity in Agroecosystems. Collins W.W. & Qualset C.O. (editors). Lewis Publisher, Boca Raton. pp. 69-84.

Anderson, D.; J.B. Masiunas; S. Bossu; M. Kushad. 2008. Mustards as biofumigants: current status and future prospects. North Central Weed Sci. Soc. Abstr. 63: 172. [CD-ROM computer file]. North Central Weed Sci. Soc., Champaign, Illinois, USA.

Bangarwa, S.K. & J.K. Norsworthy. 2014. Brassicaceae Cover-Crop Effects on Weed Management in Plasticulture Tomato. Journal of Crop Improvement 28: 145-158.

Bello, A.; J.A. González; M. Arias; R. Rodríguez -Kábana. 1998. *Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries.* Phytoma-España, DG XI EU, CSIC, Valencia, Spain, 404 pp.

Bello, A.; J.A. López-Pérez; A. García. 2003. *Biofumigación en agricultura extensiva de regadío.* Fundación Ruralcaja Alicante ed. Mundi-Prensa. *Biofumigación. Control de patógenos del suelo.* Resultados del Programa Específico de Actuaciones 2007 de la ADV Fruita del Baix Llobregat. 2007.

Bello, A.; J.A. López-Pérez; L. Díaz. *Biofumigación y solarización como alternativas al bromuro de metilo.* CSIC [en línea: <http://www.geoscopio.com/empresas/aecientificos/>].

Bello, A.; J.A. López-Pérez; L. Díaz-Viruliche; R. Sanz. 2000c. *Biofumigation, solarization and nematode control.* XXV International Nematology Symposium, April 2- 7, Herzliya, Israel.

Bello, A.; J.A. López-Pérez; L. Díaz-Viruliche; R. Sanz; M. Arias. 1999. *Bio-fumigation and local resources as methyl bromide alternatives.* Abstracts 3rd International Workshop. Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries, 7 -10 December, Heraklion, Crete, Greece, 17 p.

Bello, A.; J.A. López-Pérez; L. Díaz-Viruliche; R.Sanz; M. Arias. 2000a. *Biofumigation and local resources as methyl bromide alternatives. Nematropica.*

Bello, A.; J.A. López-Pérez; R.Sanz; M.Escuer; J.Herrero. 2000b. *Biofumigation and organic amendments.* Regional Workshop on Methyl Bromide Alternatives for North Africa and Southern European Countries, United Nations Environment Programme (UNEP), Francia, 113-141.

Bernal, R. 2005. Solarización: una alternativa al uso de Bromuro de Metilo. Revista INIA N°5: 18-20.

Biaggi, C.; F. Mondzak; A. Valeiro. 2011. Problemas ambientales, oportunidades de desarrollo: la experiencia del Proyecto INTA Prozono. Ediciones INTA. Tucumán. 118 pp.

Björkman, T.; C. Lowry; J.W. Shail; D.C. Brainard; D.S. Anderson; J.B. Masiunas. 2015. MustardCoverCropsforBiomassProduction and WeedSuppressionin the Great LakesRegion. *AgronomyJournal* 107(4):1235-1249.

Blanco, Y. & Á. Leyva. 2007. Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales. *Cultivos Tropicales* 28(2): 21-28.

Boydston, R.A.; M.J. Morra; V. Borek; L. Clayton; S.F. Vaughn. 2011. Onion and weed response to mustard (*Sinapis alba*) seed meal. *Weed Science* 59: 546-552.

Boydston, R.A.; T. Anderson; S.F. Vaughn. 2008. Mustard (*Sinapis alba*) seed meal suppresses weeds in container-grown ornamentals. *Hort Science* 43(3): 800- 803.

Brown, P.D. & M.J. Morra. 1995. Glucosinolate- Containing Plant Tissues as Bioherbicides. *J. Agric. Food Chem.* 43: 3070-3074.

Charron, C.S. & C.E. Sams. 1999. Inhibition of *Pythium ultimum* and *Rhizoctonia solani* by shredded leaves of Brassica species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124(5): 462-467.

Chin, D.V. 2001. Biología y Manejo de Barnyardgrass, Red Sprangletop y Weedy Rice. *Biología de malezas. Administrar* 1 , 37–41.

Chorzempa, S.E.; Perniola, O.S.; Aulicino M.B.; Moscheñski S.M.; Serrano R.S.; Kolomys L.E. 2022 Biofumigación *in vitro* con mostaza india y su efecto sobre la germinación de malezas. Segundo Encuentro Nacional y Congreso Científico “Periurbanos hacia el consenso 2-2022”. Secretaría de Agricultura Familiar, Campesina e Indígena del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (SAFIC) - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Villa Martelli, Buenos Aires, 13 al 16 de Octubre de 2022.

Chorzempa, S.E.; Perniola, O.S.; Subelza, L.F.; Barca, H.J.; Sánchez, S.E.,; Rodas Alonso, R.; Molina, M. del C. y AstizGassó, M.M. 2019. Biofumigación con *Brassica juncea*. Efecto sobre *Trichoderma harzianum*, *Sclerotium rolfsii* y *Lactuca sativa*. XXXVII Jornadas Argentinas de Botánica, San Miguel de Tucumán, 9 al 13 de septiembre de 2019. Bol. Soc. Argent. Bot., 54 (Supl.), 136-137. Recuperado de: <https://botanicaargentina.org.ar/wp-content/uploads/2019/09/Jornadas-Argentinas-de-Bot%C3%A1nica-2019-11.pdf>

D’Amico, M.; Perniola, O.S.; Chorzempa, S.E., Sánchez, E.C., Castaldo, V.; Cap, G.B.; Astiz Gassó, M.M., Molina, M. del C. 2021 b. Biofumigación de suelo con mostaza india (*Brassica juncea* L. Czern.) en un cultivo de tomate. Efecto sobre la nematofauna del suelo. En: 41º Congreso Argentino de Horticultura. 5 al 8 de Octubre de 2021. Modalidad virtual.

D’Amico, M.; Perniola, O.S.; Chorzempa, S.E.; Cap, G.B.; Castaldo, V.; Olaechea, B.; Sánchez, E.C.; Parisi, N.E.; Odda, M.; AstizGassó, M.M.; Salas, A.; Arcuri, J.E.; Molina, M. del C. 2019. Biofumigación con Mostaza parda (*Brassica juncea* L. Czern.). Efecto sobre la Nematofauna del Suelo. Primer Congreso Argentino de Agroecología, Mendoza. 18 al 20 de septiembre de 2019. Libro de resúmenes: 466-469. Recuperado de: https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/14315/libroresumen-congresoargentinoagroecologia.pdf

D'Amico, M.; Perniola, O.S.; Chorzempa, S.E.; Cap, G.B.; Castaldo, V.; Olaechea, B.; Sánchez, E.C.; Parisi, N.E.; Odda, M.; AstizGassó, M.M.; Salas, A.; Arcuri, J.E.; Molina, M. del C. 2020. Biofumigación con Mostaza parda (*Brassica juncea* L. Czern.). Efecto sobre nematodos parásitos y de vida libre del suelo. Manuscrito inédito.

D'Amico, M.; Perniola, O.S.; Chorzempa, S.E.; Cap, G.B.; Castaldo, V., Olaechea, B.; Sánchez, E.C.; Parisi, N.E.; Odda, M.; Astiz Gassó, M.M.; Salas, A.; Arcuri, J.E.; Molina, M. del C. 2021a. Biofumigación con Mostaza parda (*Brassica juncea* L. Czern.). Efecto sobre la Nematofauna del Suelo. Revista MDA, 2(1), 37-41.

De la Vega, M. 2012. Resistencia de malezas a herbicidas. Revista Técnica Especial: Malezas problema. Págs: 29-34

Dunne, C.P.; B. Dell; G.E.S. Hardy. 2003. The effect of biofumigants on the vegetative growth of five *Phytophthora* species in vitro. Acta Hortic. 602: 45-51.

Earlywine, D.T.; R.J. Smeda; T.C. Teuton; C.E. Sams; X. Xiong. 2010. Evaluation of oriental mustard (*Brassica juncea*) seed meal for weed suppression in turf. Weed Technology 24(4): 440-445.

Geary, B.; C. Ransom; B. Brown; D. Atkinson; S. Hafez. 2008. Weeds, disease, and nematode management in onions with biofumigants and metham sodium. HortTechnology 18: 569-574.

Gimsing, A.L. & J.A. Kirkegaard. 2006. Glucosinolate and isothiocyanate concentration in soil following incorporation of Brassica biofumigants. Soil Biology and Biochemistry 38: 2255-2264.

Gimsing, A.L. & J.A. Kirkegaard. 2009. Glucosinolates and biofumigation: fate of glucosinolates and their hydrolysis products in soil. Phytochem Rev. 8: 299-310.

González, S. 2006. Bromuro de metilo: un fumigante en retirada. 174 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Serie Libros INIA N° 20. Santiago, Chile.

Gonzalez-Zamora; C. Avilla; J. Lopez-Medina. 2006. Effect of biofumigation on typical weeds of strawberry fields. *Acta Hort. (ISHS)* 708: 193-196.

Handiseni, M.; J. Brown; R. Zemetra; M. Mazzola. 2011. Herbicidal activity of Brassicaceae seed meal on wild oat (*Avena fatua*), italian ryegrass (*Lolium multiflorum*), redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), and prickly lettuce (*Lactuca serriola*). *Weed Technology* 25(1): 127-134.

Haramoto, E.R. & E.R. Gallandt. 2005. Brassica cover cropping: I. Effects on weed and crop establishment. *Weed Science* 53: 695-701.

Heredia P.; M.C. Sosa; G. Reybet 2011. Biofumigación, una alternativa para la desinfección de suelos. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Comahue

Hoagland, L.; L. Carpenter-Boggs; J.P. Reganold; M. Mazzola. 2008. Role of native soil biology in Brassicaceous seed meal-induced weed suppression. *Soil Biology and Biochemistry* 40: 1689-1697.

Hoitink, H. A. 1988. Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. *Ann.Rev.Phytopathol.* 24, 93-114.

Igelmo, A. La biofumigación, método biológico de control de patógenos del suelo (ficha técnica). Revisión Unidad de Producción Agraria Ecológica (DAR).

Iriarte, L.E.; M.C. Sosa; G.E. Reybet. 2011. Efecto de la biofumigación con repollo sobre el control de *Fusarium oxysporum* en suelo. *RIA* 37(3): 231-237.

Kirkegaard, J.A. & J.N. Matthiessen. 2004. Developing and refining the biofumigation concept. *Proceedings of First International Biofumigation Symposium.* Florence, Italy. pp. 3-4.

Kirkegaard, J.A.; P.A. Gardner; J.M. Desmarchelier; J.F. Angus. 1993. Biofumigation using Brassica species to control pests and diseases in horticulture and agriculture. *Proceedings of 9th Australian Research Assembly on Brassicas.* Wagga Wagga, Australia. pp. 77-82.

Kjaer, A. 1976. Glucosinolates in cruciferae. En: The Biology and Chemistry of the Cruciferae. Academic Press, London. pp. 207-219.

Kruger, N.; J. Fourie; A. Malan. 2011. The role of cover crops in supressing plant-parasitic nematodes in vineyards. Proceedings of Biofumigation & Biopesticides Symposium. Saskatoon, Canada. pp. 63.

Labrada, R. 1996. Manejo de malezas en hortalizas. En: Manejo de malezas para países en desarrollo. FAO, Roma. pp. 298-308.

Labrador Moreno, J. & M. Altieri. 1994. Manejo y diseño de sistemas agrícolas sustentables. Hoja Divulgadora 6-7/94. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, Madrid, España. 52 pp.

Lefebvre, M.; M. Leblanc; A.K. Watson. 2013. Germination et survie de semences de mauvaises herbes à la biofumigation. Procède de 18e édition Les Journées horticoles. Saint-Rémi, Canada.

Matiello, Rr; Jp Ronzelli; C Puríssimo. 1999. Mecanismos de resistencia: fatores biológicos, agronômicos e genéticos. Anais/2. Curso de manejaoda resistencia de plantas daninhas aos herbicidas. Ponta Grossa, PR: AEACG. Pp. 27-40.

Mattner, S.W.; I.J. Porter; R.K. Gounder; A.L. Shanks; D.J. Wren; D. Allen. 2008. Factors that impact on the ability of biofumigants to suppress fungal pathogens and weeds of strawberry. Crop Protection 27(8): 1165-1173.

Mayton, H.S.; C. Olivier; S.F. Vaughn; R. Loria. 1996. Correlation of fungicidal activity of Brassica species with allyl-isotiocyante production in macerated leaf tissue. Phytopathology 86: 267-271.

Menalled, F.D. 2010. Consideraciones ecológicas para el desarrollo de programas de manejo integrado de malezas. Agroecología 5: 73-78.

Mitidieri, M.; V. Brambilla; V. Saliva; E. Piris; M. Piris; R. Celié; C. Pereyra; K. Del Pardo; E. Chaves; J. González. 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(67): 5-17.

Mitidieri, M.S.; M.V. Brambilla; J. Gabilondo; V. Saliva; M. Piris. 2005. Efectos de la solarización y biofumigación sobre la incidencia de podredumbres radiculares en cultivo de tomate bajo cubierta. *Procede de XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología*. Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina. pp. 519.

Molina-Vargas, L.F. & J.U. Bentura-Castellanos. 2009. Efecto inhibitorio in vitro de cinco isotiocianatos sobre *Rhizoctonia solani* Kühn AG-3. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*: 37-40.

Noble, R.R.P.; S.G. Harvey; C.E. Sams. 2002. Toxicity of Indian mustard and allyl isothiocyanate to Biofumigación con Brassicáceas masked chafer beetle larvae.

Norsworthy, J.K.; L. Brandenberger; N.R. Burgos; M. Riley. 2005. Weed suppression in *Vigna unguiculata* with a spring-seeded brassicaceae green manure. *Crop Protection* 24(5): 441-447.

Papa, J.C; Felizia J.C.; Esteban A.J. 2004. Tolerancia y resistencia a herbicidas

Papá, JC; Tuesca, D.; Bacigaluppo, D. 2010 *Detección Reciente en la Provincia de Santa Fe de Biotipos de Echinochloa colona Sospechosos de Presentar Resistencia a Glifosato. Para Mejorar la Producción 45. Revista Cultivos Estivales. Inta Oliveros* ; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: Buenos Aires, Argentina, págs. 91–94.

Pattison, T.; T. Martin; S. Akiew; C. Versteeg; J. Kirkegaard. 2003. Can Brassicas be used to manage root-knot nematode in tropical vegetal production *Australasian Nematology Newsletter* 14(2): 16-19.

Pereyra, S.M.; A. de L. Avila; E. Orecchia. 2008. La biofumigación y el metam sodio como alternativas al uso de bromuro de metilo. Efecto sobre el control de malezas y las características químicas del suelo. *Agriscientia* XXV(2): 75-79.

Perniola, O.S.; Noelting, M.C.I.; S.E. Chorzempa; Mantz, G.M.; Alonso, D.O; Astiz Gassó, M.M. 2023. Biofumigación con mostaza india: actividad supresora sobre *Phomopsis* spp., agente causal de canchro en pecán. Primer Congreso Nacional de Innovación Social. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, 30 y 31 de Mayo de 2023.

Perniola, O.S.; S. Staltari; S.E. Chorzempa; M. del C. Molina. 2012. Biofumigación con Brassicáceas: actividad supresora sobre *Fusarium graminearum*. Rev.Fac. Agron. 111(1): 48-53. Disponible en: <http://www.agro.unlp.edu.ar/revista/index.php/revagro/article/view/71/46>.
Último acceso: marzo de 2018.

Perniola, O.S.; S. Staltari; S.E. Chorzempa; M.M. AstizGassó; M. del C. Molina. 2014. Control biológico de *Fusarium graminearum*: utilización de *Trichoderma* spp. y biofumigación con parte aérea de *Brassica juncea*. RevFacCienAgrar. 46(2): 45-56.

Perniola, O.S.; S.E. Chorzempa; L.F. Subelza; H.J. Barca; S.E. Sánchez; R. Rodas; M.C. Molina; M.M. Astiz Gassó. 2018. Biofumigación con mostaza parda (*Brassica juncea*). Efecto sobre la maleza verdolaga (*Portulaca oleracea*). XVI Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Tucumán. 10 al 12 de Octubre de 2018.

Perniola, O.S.; S.E. Chorzempa; S. Staltari; H. Rodriguez; M. del C. Molina. 2011. Incidencia de la biofumigación sobre el control de malezas. Procede de VIII Simposio Nacional de Biotecnología REDBIO.C.A.B.A., Argentina. Sección 3. 54.

Perniola, O.S.; S.E. Chorzempa; S. Staltari; M. del C. Molina. 2016a. Biofumigación *in vitro* con *Brassica juncea* y *Sinapis alba*. Inhibición de la germinación y del crecimiento de plántulas de malezas. Rev. Fac. Agron.115(1): 91-98.

Perniola, O.S.; S.E. Chorzempa; S. Staltari; M. del C. Molina. 2019 Biofumigación con *Brassica juncea*: efecto sobre la flora arvense. Rev. Fac. Agron. Vol 118 (1): 25-35.

Perniola, O.S.; S.E. Chorzempa; S. Staltari; M.M. Astiz Gassó; L.R. Galian; M. del C. Molina. 2016b. 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. Vol. 31 (1): 57-62.

Picapietra, G.; Ponsa, JC. 2015. Competencia y Manejo de Capín de Arroz En El Cultivo de Soja Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Informe Técnico INTA. Ediciones INTA. 2015.

Pizano, M. 2014. Eliminación del bromuro de metilo en países en vías de desarrollo. Una historia de éxito y sus retos. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. París. 60 pp.

Pung, H.; S. Cross; D. Patten. 2008. The use of biofumigant green manure crops for soil-borne disease management in Tasmania. Proceedings of Third International Biofumigation Symposium. Canberra, Australia. pp. 26.

Riches, D.; O.N. Villalta; D. Wite; J. Kirkegaard; S.W. Mattner; C.A. Scoble; E.C. Donald; I.J. Porter. 2011. In vitro antifungal activity of volatiles from biofumigante brassicas against soilborne pathogens of vegetables. Proceedings of Biofumigation & Biopesticides Symposium. Saskatoon, Canada. pp. 69.

Romagnoli, M.V; Tuesca D.; Permingeat H.R. 2013. Caracterización de la resistencia de *Amaranthus quitensis* a tres familias de herbicidas.

Tello, J.C.; D. Palmero; A. García; M. de Cara. 2010 *Biodesinfección del suelo para el control de micosis de origen edáfico, corrección de la “fatiga” y efecto sobre las propiedades físico-químicas del suelo. En: Organismos para el control de patógenos en los cultivos protegidos. Prácticas culturales para una agricultura sostenible.*

Tuesca, D & L Nisensohn. 2001. Resistencia de *Amaranthus quitensis* a imazetapir y clorimurón-etil. Pesq. Agrop. Bras., 36:601-606.

Vuelta Daniel Rafael. 2014. La biofumigación y la solarización como alternativas al manejo de plagas del suelo. Cuba. p. 15-26

Webber, C.L.; J.W. Shrefler; L.P. Brandenberger. 2012. Organic Weed Control. In: Herbicides - Environmental Impact Studies and Management Approaches. Publisher: InTech. Rijeka, Croatia. pp. 185 -198. Disponible en: <https://www.intechopen.com/books/herbicidesenvironmentalimpactstudiesandmanagementapproaches/organic-weed-control> Último acceso: marzo de 2018.

Yu, J. & D.W. Morishita. 2014. Response of seven weed species to corn gluten meal and white mustard (*Sinapis alba*) seed meal rates. *Weed Technology* 28(1): 259-265.

Zuloaga, FO; Belgrano, MJ; Zanotti, CA. 2019. Actualización del Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur. *Darwiniana Nueva Ser* , 7 , 208–278.

Zurera, C.; E. Romero; M. Porras; C. Barrau; F. Romero. 2007. Efecto biofumigante de especies de Brassica en el crecimiento de *Phytophthora* spp. In vitro. Procede de XI Congreso Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Albacete, España. *Actas de Horticultura* 48: 306-309.

V. PRODUCCIÓN

- Trabajo presentado en el Segundo Encuentro Nacional y Congreso Científico “Periurbanos hacia el consenso 2-2022”. Secretaría de Agricultura Familiar, Campesina e Indígena del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (SAFCI) - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Villa Martelli, Buenos Aires, 13 al 16 de Octubre de 2022.

SUBEJE N°1.5 Alternativas productivas sustentables y soberanía tecnológica

ESCRITO MODALIDAD TRABAJO CIENTÍFICO

BIOFUMIGACIÓN *IN VITRO* CON MOSTAZA INDIA Y SU EFECTO SOBRE LA GERMINACIÓN DE MALEZAS

Chorzempa Silvia Elena¹, Perniola Omar Salvador^{1,2}, Aulicino Mónica Beatriz^{1,2}, Moscheñski Sandra Marilín¹, Serrano Rocío Belén¹, Kolomys Molteni Lucas Ezequiel¹.

¹Facultad de Ciencias Agrarias. UNLZ, ² Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP

RESUMEN

La biofumigación es una táctica de control biológico de plagas agrícolas, inocua para el agricultor y el medio ambiente. Consiste en la incorporación en el suelo de ciertas especies de brassicáceas, que liberan isotiocianatos con actividad biocida, como resultado de la hidrólisis de los glucosinolatos contenidos en sus tejidos. El objetivo de este trabajo es evaluar el potencial biofumigante de un cultivar en desarrollo de *Brassica juncea* y su eficacia para suprimir la germinación y el crecimiento de algunas malezas frecuentes en la flora arvense de la zona del cinturón verde de Buenos Aires. Se llevaron a cabo ensayos *in vitro* para determinar el efecto supresor del cultivar en desarrollo de mostaza india sobre malezas, evaluando su porcentaje de germinación y la longitud de plántulas resultantes. Los resultados muestran el efecto controlador de la mostaza india sobre la germinación de *Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa spp* y sobre el crecimiento inicial de *Anoda cristata* y *Portulaca olerácea* con las dosis

evaluadas. El cultivar de *Brassica juncea* evaluado podría establecerse como una herramienta alternativa para el manejo integrado de malezas, especialmente en superficies destinadas al cultivo intensivo, propias de la zona periurbana, en el cinturón verde bonaerense.

PALABRAS CLAVE

Brassica juncea, manejo integrado de malezas, biocontrol, germinación, isotiocianatos

INTRODUCCIÓN

La biofumigación es una táctica de control biológico de plagas agrícolas cuya principal ventaja con respecto a los plaguicidas sintéticos es la inocuidad para el agricultor y el medio ambiente. Consiste en el control de plagas edáficas por medio de la incorporación de ciertas brassicáceas, que liberan diferentes tipos de isotiocianatos con actividad biocida, como resultado de la hidrólisis de los glucosinolatos contenidos en sus tejidos (Kirkegaard *et al.*, 1996).

La desinfección de suelos es una práctica habitual en las zonas periurbanas del cinturón verde de Buenos Aires. Durante muchos años, la fumigación de suelos y sustratos con bromuro de metilo fue una práctica generalizada y de buenos resultados, para controlar malezas y otras plagas en las primeras etapas de los cultivos hortícolas, especialmente en producciones bajo invernáculo. Debido a la prohibición del uso del bromuro de metilo, a causa de su efecto nocivo sobre la capa de ozono (Methyl Bromide Technical Options Committee, 1994), se lo sustituyó gradualmente por algunos plaguicidas sintéticos y en menor medida, por otros métodos, como la solarización y la inyección de vapor de agua (Biaggi *et al.*, 2011; Pizano, 2014) y la biofumigación con brassicáceas (Bongiorno *et al.*, 2009).

Entre las especies de brassicáceas más estudiadas como biofumigantes se encuentra *Brassica juncea* L. Czerniak (mostaza india). Recientemente, el Instituto Fitotécnico de Santa Catalina (UNLP), desarrolló la primera variedad argentina de mostaza india con propósito biofumigante: Santa Catalina UNLP. Está dirigida a los productores hortícolas y florícolas del cinturón verde de Buenos Aires. Actualmente se encuentra en proceso un programa de mejoramiento vegetal para obtener un nuevo cultivar biofumigante. Es importante determinar la capacidad biocida de este cultivar, para establecer su eficacia como controlador biológico de plagas.

El objetivo de este proyecto fue evaluar *in vitro* el potencial biofumigante de plantas de mostaza india del cultivar en desarrollo para suprimir la germinación y el crecimiento de algunas malezas frecuentes en la zona del cinturón verde de Buenos Aires.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal biofumigante utilizado fue una filial proveniente de un híbrido entre dos cultivares de mostaza india en proceso de mejoramiento, que se está llevando a cabo en el IFSC - UNLP, en la localidad de Llavallol. Las malezas evaluadas fueron: *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. [D], *Echinochloa spp.* [E], *Anoda cristata* (L.) Schltl. [A] y *Portulaca oleracea* L. [P].

Las arvenses D, E y A fueron recolectadas a principios de otoño del año en el que se realizó el ensayo y se sometieron a varias pruebas de germinación para romper su dormición. A partir de esas pruebas, se prepararon semillas escarificadas de la siguiente manera; D y E: cariopses desprovistos de lema y pálea a partir de la escarificación mecánica y desinfectados en una solución de hipoclorito de sodio (55 g.l⁻¹) al 2% y 30% respectivamente, durante 2 minutos; A: semillas escarificadas mediante inmersión en ácido sulfúrico 100% durante 55 minutos y enjuagadas con abundante agua destilada. Las semillas de P fueron recolectadas a principios de otoño del año anterior a la realización de este ensayo y fueron almacenadas desde entonces a 5°C.

Los dos tercios superiores de las plantas de mostaza india sembradas en el mes de marzo (fecha temprana con respecto a la fecha de siembra óptima) se cosecharon a mediados de fructificación, se cortaron en trozos pequeños y se trituraron en una procesadora. El material triturado de mostaza se dispuso en dos dosis de 10 g (D10) y 20 g (D20) en recipientes de plástico de 900 ml.

Dentro de los recipientes, se colocaron cajas de Petri con las arvenses sembradas sobre trípodes plásticos para sobre elevarlas por encima del nivel del material triturado. Las siembras se efectuaron sobre papel absorbente embebido con 7 ml de agua destilada con pH 6,5. Sobre el papel se sembraron 50 semillas de una especie de maleza. Los recipientes se cerraron con tapas plásticas. Para el tratamiento control (C) se siguió la misma técnica, pero no se incorporó material vegetal biofumigante. Cada uno de estos recipientes, con el material biofumigante y con la caja de Petri en su interior, constituyó la unidad experimental. Por cada arvense y dosis de biofumigante se prepararon cuatro repeticiones. La incubación se realizó en cámara de cultivo, a $24 \pm 2^\circ\text{C}$, con fotoperíodo de 12h/12h luz-oscuridad durante 7 días. Para cada tratamiento se evaluó el porcentaje de semillas germinadas (PG) y la longitud de las plántulas sobrevivientes normales (LP) (International Seed Testing Association, 2019). Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado. Se realizó ANVA simple y posterior prueba de diferencias significativas de Tukey ($p < 0,05$) por cada especie separadamente. Los análisis se efectuaron con el programa Statistica 7.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tratamiento D10 presentó una eficiencia variable sobre el PG y la LP que en función de las especies, no se diferenció de C. Con D20 en cambio, la biofumigación ejerció un efecto supresor sobre la germinación de las poáceas, ya que fue significativamente menor que en C y alcanzó valores de 11% y 78,5%, respectivamente (Figuras 1 y 2). Por otra parte, el PG de A y P, no se vio afectado con D20 con respecto a C (Figura 1). Perniola *et al.* (2016), evaluaron el efecto biofumigante de la mostaza india con la misma metodología y encontraron que aún con dosis de 10 g, el PG de *P. oleracea* fue de un 4,75% a los 8 días de incubación y con esa misma dosis, el PG de *A. cristata* fue de 21,5%. A diferencia del presente trabajo, la mostaza había sido sembrada en mayo, fecha de siembra normal y habría desarrollado su ciclo en condiciones ambientales diferentes con respecto a las condiciones en las que se desarrolló la mostaza utilizada en este ensayo.

Con respecto a la variable LP, las cuatro especies evaluadas se vieron afectadas significativamente con D20. Las mayores reducciones porcentuales, corresponden a D y E y superan el 85% y 76% respectivamente, con respecto a C (Figura 3).

La biofumigación con este cultivar de mostaza india en desarrollo parece ser eficiente en el control de la germinación de D y E y del crecimiento de las cuatro arvenses evaluadas.

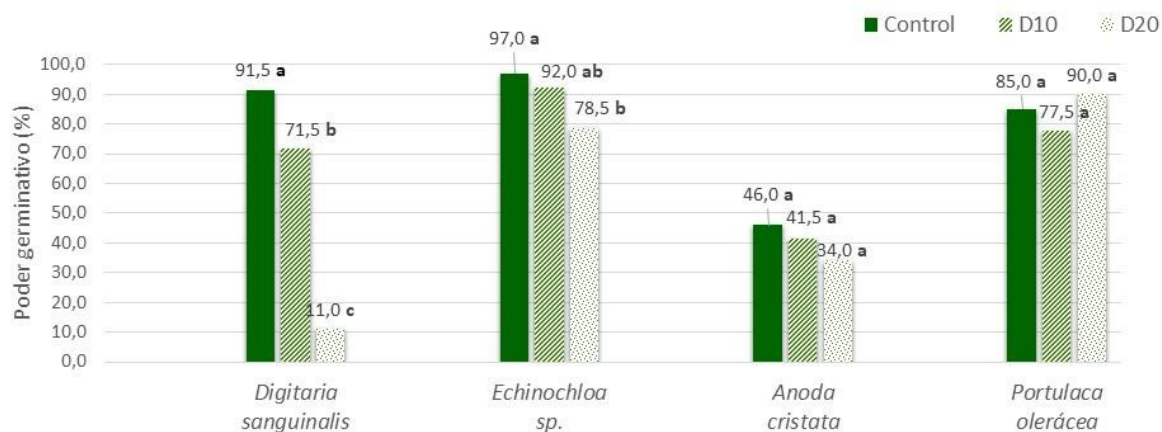


Figura 1. Porcentaje de germinación de *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa ssp*, *Anoda cristata* y *Portulaca oleracea* control y en dosis de 10 g y 20 g de material triturado de *Brassica juncea*. Las letras distintas indican diferencias significativas por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

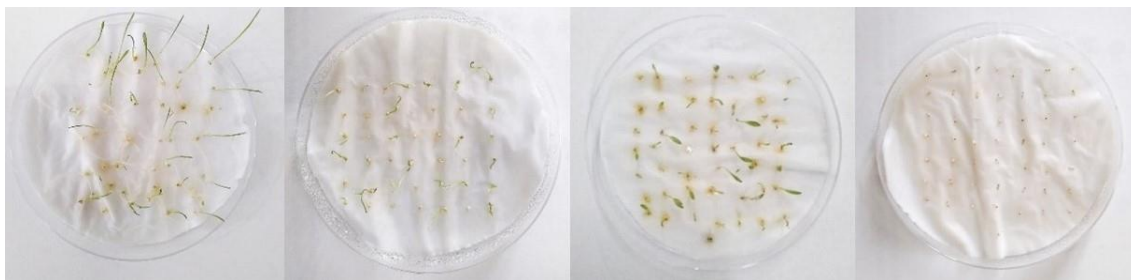


Figura 2. Aspecto de las germinaciones tras 7 días de incubación. a y b: tratamientos C y D20 de *Echinochloa* spp. c y d: tratamiento C y D20 de *Digitaria sanguinalis*.

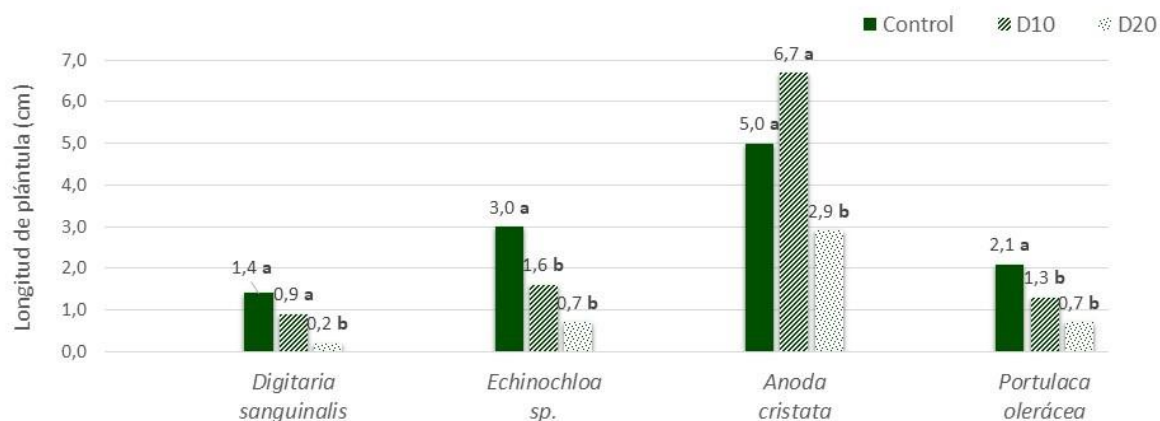


Figura 3. Longitud de plántulas de *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa* spp, *Anoda cristata* y *Portulaca oleracea* sin material biofumigante y en dosis de 10 g y 20 g de material triturado de *Brassica juncea*. Las letras distintas indican diferencias significativas por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

APORTES PARA EL CONSENSO

La mostaza india es una especie con potencial de utilización para el biocontrol de arvenses en el momento de su establecimiento, por lo que combinada con otras prácticas agrícolas, su incorporación como biofumigante puede ser una herramienta amigable con el medio ambiente y condicente con el sistema agroecológico actualmente tan buscado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Biaggi C., Mondzak F. & Valeiro A. (2011). Problemas ambientales, oportunidades de desarrollo: la experiencia del INTA Prozano. Ediciones INTA. Tucumán. 118 pp.

Bongiorno, M., Larrosa C., Maidana A., Arenas M., Cruz Y., López, R., Gianuzzi L. y Cap, G. 2009. Biofumigación con recursos locales: el caso de la producción hortícola de los quinteros del Parque Pereyra, Iraola. *LEISA Revista de Agroecología*. 25(4), 25-28. Recuperado de: <http://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol25n4.pdf>

International Seed Testing Association. (2019). *International rules for seed testing*. Basserdorf, CH-Switzerland.

Kirkegaard, J.A., Wong P.T.W. y Desmarchelier J.M. (1996). In vitro supression of fungal root pathogens of cereals by Brassica tissues. *Plant Pathol.* 45: 593-603.

MBTOC (Methyl Bromide Technical Options Committee). (1994). Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee. Montreal Protocol on substances that deplete the ozone layer. UNEP. Kenya. 304 pp.

Perniola, O.S., Chorzempa S.E., Staltari S. y Molina M. del C. (2016). Biofumigación in vitro con Brassica juncea y Sinapis alba. Inhibición de la germinación y del crecimiento de plántulas de malezas. *Rev. Fac. Agron.* 115(1): 91-98.

Pizano, M. (2014). Eliminación del bromuro en países en vías de desarrollo. Una historia de éxito. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. París. 60 pp.

- **Resumen enviado a la XXXIX Jornadas Argentinas de Botánica, a realizarse en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca, San Fernando del Valle de Catamarca, en el venidero mes de septiembre.**

Biofumigación con mostaza india (*Brassica juncea*). Efecto sobre la emergencia y el crecimiento de malva cimarrona (*Anoda cristata*)

Biofumigation with Indian mustard (*Brassica juncea*). Effect on the emergence and growth of crested anoda (*Anoda cristata*)

Chorzempa S.E.¹, Moscheñsky S.M.¹, Serrano R.B.¹, Noelting M.C.², Kolomys L.E.¹, Aulicino M.B.^{1,2}, Perniola O.S.^{1,2}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, UNLZ

²Instituto Fitotécnico de Santa Catalina, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP

Las malezas representan una adversidad en la producción hortícola porque compiten con el cultivo por los recursos. Es importante buscar alternativas para el manejo integrado de malezas, que sean eficaces y amigables con el medio ambiente: una de esas alternativas es la biofumigación con brassicáceas. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la biofumigación con mostaza india (*Brassica juncea*) (*Bj*), sobre la emergencia y el crecimiento de malva cimarrona (*Anoda cristata*) (*Ac*). Plantas de *Bj* en el estadio de fin de fructificación fueron segadas, trituradas y mezcladas con tierra procedente del jardín

experimental del IFSC, en donde suele observarse la presencia de *Ac* entre las arvenses. Las unidades experimentales consistieron en cajones de madera de 40 cm de lado y las dosis de *Bj* utilizadas fueron 1,5, 2 y 2,5 kg.m⁻². También se realizó un control que no contenía *Bj*. Los cajones se regaron y sellaron con polietileno negro durante 21 días. Luego se contó el número de plantas de *Ac*, se cortó su parte aérea y se midió el peso seco. El tratamiento con 2,5 kg.m⁻² se diferenció significativamente de los otros tratamientos y del control: la emergencia de *Ac* y el peso seco promedio por plántula se redujeron 35 y 57% respectivamente, con respecto al control. Estos datos indicarían que no sólo hubo una menor emergencia de *Ac*, sino que el crecimiento de las plántulas se vio ralentizado. La biofumigación con 2,5 kg.m⁻² de *Bj* representaría una herramienta alternativa para el manejo agroecológico de la maleza *Ac*.

Área temática: Fisiología y fitoquímica