

USO REITERADO DE 1,3-DICLOROPROPENO + CLOROPICRINA EN LA DESINFECCIÓN DE SUELOS DE INVERNADEROS DE PIMIENTO

M.M. GUERRERO
M.A. MARTÍNEZ
J. TORRES
M.C. MARTÍNEZ
A. LACASA

Biotecnología y Protección de Cultivos, IMIDA. Cl. Mayor, s/n
30150 La Alberca. Murcia

C. ROS

Programa de Colaboración FECOAM-Consejería de Agricultura y Agua,
Cl. Caballero, 13. 30002 Murcia

P. BIELZA
J. CONTRERAS

Producción Vegetal, ETSIA, Universidad Politécnica de Cartagena.
Paseo Alfonso XIII, s/n. 30203 Cartagena. Murcia

INTRODUCCIÓN

Las mezclas de 1,3-dicloropropeno y cloropicrina se contemplan, a nivel mundial, como la alternativa al bromuro de metilo más asequible a corto plazo, al asociar sustancias con actividad nematicida (1,3 dicloropropeno, 1,3-D) y fungicida (cloropicrina, Pic) (Noling, *et al.*, 2001; Gilreath, *et al.*, 2004, 2006) y poderse aplicar por inyección al suelo o en el agua de riego.

Los formulados emulsionables han proporcionado buenos resultados en cultivos de fresón (Duniway, 2004), tomate (Gilreath, *et al.*, 2004, 2006; Lacasa, *et al.*, 2005), pimiento (Cebolla, 2002; Lacasa, *et al.*, 2002 a, b; Guerrero, *et al.*, 2004; Chellemi, 2004), en otros cultivos hortícolas (Eger, *et al.*, 2001) y ornamentales (Gerik, 2005). La eficacia y la homogeneidad de las desinfecciones parece depender no sólo de las características del suelo y del grado de infestación de patógenos, sino, también, de la forma de realizar la aplicación y de las condiciones del suelo en el momento de realizarla (Ajwa, *et al.*, 2002; Cebolla, *et al.*, 2004), al determinar la profundidad de penetración de los productos, la velocidad de gasificación de los mismos, la distribución de los gases en la

fase gaseosa del suelo, la concentración alcanzada y la duración de la exposición del suelo y sus patógenos a concentraciones letales (Ajwa y Trout, 2000; Trout y Ajwa, 1998; Nelson, *et al.*, 2001; Wang, *et al.*, 2000; Ajwa, *et al.*, 2001).

El bromuro de metilo ha sido el desinfectante mayoritariamente utilizado en la agricultura intensiva mundial (Katan, 2004), por su amplio espectro de acción, la facilidad de uso y la persistencia de su eficacia. El cultivo de pimiento en los invernaderos del Campo de Cartagena (Murcia) no ha sido una excepción y en él se ha venido utilizando de forma asidua desde hace unos 20 años en toda la superficie, para el control de los patógenos del suelo (*Phytophthora* y *Meloidogyne*) y para paliar la fatiga específica del suelo, derivada del intensivo y prolongado monocultivo (Lacasa y Guirao, 1997).

A la alternativa a este desinfectante universal se la requiere, además de un amplio espectro de acción, que mantenga la eficacia desinfectante cuando se repite su uso en el mismo suelo de forma prolongada. Por ello se plantearon ensayos, a medio plazo, en los que se reiteró la aplicación de la mezcla de 1,3-D+Pic en el agua de riego a una dosis y método de aplicación fijos, con el objeto de evaluar la persistencia de la eficacia en las condiciones de los invernaderos del Campo de Cartagena

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño y planteamiento de los ensayos

Los ensayos se realizaron en tres invernaderos con distintas problemáticas fitosanitarias, dos comerciales (uno (B) de 15 años de monocultivo de pimiento e infestado de *Phytophthora* y *Meloidogyne* y el otro (D) de 18 años de cultivo ininterrumpido de pimiento, contaminado del nematodo) y otro experimental (H) con 3 años de antigüedad y en el que no se han detectado patógenos.

Se plantearon ensayos a medio-largo plazo donde la mezcla de 1,3-dicloropropeno (60,8%) + cloropicrina (33,3%), en formulación emulsionable se reiteró en las mismas parcelas elementales durante 2 campañas en el invernadero D, 7 en el B (con una interrupción en el 5.º año que se aplicó BM a 40 g/m² con VIF) y 8 en el H. Como tratamiento de referencia se puso el bromuro de metilo (tabla 1) y un testigo no desinfectado. El diseño fue de bloques al azar con tres repeticiones por tratamiento, parcelas elementales de 114 m² en el invernadero B y 4 líneas de plantas al marco de 1,12 × 0,40 m, de 121 m² y 4 líneas de plantas al marco de 1,12 × 0,40 m en el invernadero D y de 90 m² y tres filas de plantas al marco de 1 × 0,40 m en el H. En este último invernadero sólo se dispuso de testigo no desinfectado en las campañas 02-03 y 03-04, y en las campañas 97-98, 99-00, 00-01 y 01-02 no se realizaron evaluaciones de la eficacia desinfectante. En el invernadero B no se exponen los resultados de la campaña 01-02 porque se pusieron plantas injertadas en las parcelas desinfectadas con 1,3-D+Pic.

Aplicación de los productos

El bromuro de metilo (98:2, Brom-o-Gas) se aplicó en fumigación en frío a la dosis de 60 g/m² y plástico de PE de 0,05 mm en los invernaderos B y D, y de 30 g/m² y plástico VIF de 0,04 mm en el H. Para la aplicación se utilizó un dosificador volumétrico de precisión.

La mezcla de 1,3-D+Pic se aplicó en el agua de riego mediante un *venturi* instalado en la manguera principal del invernadero, siguiendo el protocolo descrito por Lacasa *et al.* (2002a) y Guerrero *et al.* (2004) para la mezcla de 1,3-D+Pic, consistente en preparar el terreno, extender los ramales de riego [emisores de 3 l/h a 0,40 m de distancia y 0,56 m (invernaderos B y D) o de 0,50 m (invernadero H) de separación entre ramales] sellar con plástico, regar durante 3 horas en dos días consecutivos y, al día siguiente, aplicar los desinfectantes. Antes de la incorporación de los productos se regó durante 10 minutos y otros 15 minutos después de la incorporación, realizando esta última en 50 minutos.

El cultivo

Los cultivares cultivados en cada uno de los invernaderos y campañas se reflejan en la tabla 2. En el invernadero B se plantó en la última semana de diciembre (campañas 99-00 y 00-01) o en la primera de enero (campaña 98-99), finalizando el cultivo en agosto-septiembre. En el invernadero D se plantó en la segunda mitad de noviembre, dando por finalizado el cultivo en agosto. En el invernadero H se plantó todos los años en la primera semana de enero, finalizando el cultivo en agosto-septiembre. Las prácticas culturales en los tres invernaderos fueron las habituales en los cultivos de la zona. En el invernadero D el control de las plagas y las enfermedades se realizó por medios químicos. En los otros dos invernaderos se realizó control biológico de las plagas. En ninguno de los invernaderos se realizaron aplicaciones de fitosanitarios al suelo.

Parámetros medidos

Para la evaluación comparativa se midieron los siguientes parámetros:

- a) Incidencia de *Meloidogyne*: al final del cultivo se arrancaron, al azar, 10 plantas en cada parcela elemental y se examinaron las raíces, anotando el número de plantas que presentaban nódulos y el índice de nodulación en cada una, de acuerdo a la escala de Bridge y Page (1980). Los resultados se expresan en tanto por ciento de plantas con nódulos en las raíces y como índice medio de nodulación.
- b) Incidencia de *Phytophthora*: todas las semanas se examinaron las plantas de las parcelas elementales, muestreando las que presentaban síntomas de marchitez y analizando los tejidos afectados y el suelo adherido a las raíces, para determinar las causas de la muerte. Los resultados se expresan como porcentaje de plantas afectadas.
- c) La altura de las plantas: cada dos semanas se midió la altura de 10 plantas, tomadas al azar, en cada parcela elemental (5 en cada una de las dos filas control), comenzando a las dos o tres semanas de la plantación y terminando a finales de junio.
- d) La producción comercial y total: en cada recolección se clasificaron los frutos de cada fila según las categorías comerciales de cada tipo de cultivar, expresando los resultados en kg/m².
- e) La colonización por malas hierbas: se contó el número de malas hierbas en 4 tramos, tomados al azar, de la franja húmeda comprendida entre dos plantas de pimiento consecutivas. Los resultados se expresaron como índice medio de colonización.

La comparación entre tesis se ha realizado mediante un análisis de varianza (ANOVA, tratamientos y bloques) y el test LSD al 95% para la comparación entre medias. Se han empleado para ello los datos transformados con $\arcsen \sqrt{x}$, cuando se trataba del porcentaje de plantas afectadas, la transformación $\text{Log}_{10}(x+1)$ en el caso del índice medio de nodulación y producciones, con $\sqrt{x+0,5}$ del grado de colonización por malas hierbas, y $\text{Log}_{10}(x)$ en el caso de la altura.

RESULTADOS

Control de *Phytophthora*

En el invernadero D el hongo no se encontró hasta la segunda campaña, siendo su incidencia muy baja, incluso en el testigo no desinfectado (tabla 3), por lo que no se llegaron a establecer diferencias entre tratamientos.

En las dos primeras campañas, los niveles de control de la enfermedad por 1,3-D+Pic en el invernadero B fueron inferiores a los del BM, igualándose en los dos tratamientos a partir de la tercera (tabla 4). Reducciones en el control del hongo en la primera campaña de aplicación han sido puestos de manifiesto por Lacasa *et al.* (2002a, b) y Guerrero *et al.* (2004) en suelos con altas tasas de contaminación e invernaderos con muchos años de monocultivo de pimiento.

Control de *Meloidogyne*

Igual que sucedió para *Phytophthora* en el suelo del invernadero D las densidades poblacionales de *Meloidogyne* al iniciar el ensayo eran muy bajas, por lo que los niveles de control obtenidos con 1,3-D+Pic fueron buenos, aunque en la segunda campaña se encontraron diferencias con el BM en el índice de nodulación (tabla 3).

En el invernadero B los niveles de control del nematodo por 1,3-D+Pic fueron similares a los del BM, pero fueron inferiores en las dos campañas siguientes (tabla 4), tanto en los niveles de infestación como en el índice de daños. En ambas campañas la severidad de los daños fue baja en el 1,3-D+Pic, no llegándose a producir síntomas en la parte aérea de las plantas. En las dos últimas campañas, el control ejercido por la mezcla fue similar al del BM. Es decir, en un suelo con alta infestación de *Meloidogyne*, la eficacia en el control del nematodo mejora al reiterar la aplicación de 1,3-D+Pic.

Control de malas hierbas

En los tres invernaderos el control de las malas hierbas obtenido con el 1,3-D+Pic fue similar al del BM (tablas 3, 5 y 6), afectando al mismo rango de especies, como señalamos en trabajos precedentes (Lacasa *et al.*, 2002 y 2003).

Efecto sobre el desarrollo de las plantas

En términos generales, las diferencias entre tratamientos en la altura de las plantas se ha mostrado variable. Así, en el invernadero D (tabla 3) el 1,3-D+Pic proporcionó plantas tan altas como el BM en las dos campañas. En el invernadero B (tabla 5), las plantas

del 1,3-D+Pic fueron más pequeñas que las del BM en las campañas 1 y 3, no traduciendo el menor desarrollo en reducciones de la producción. En el invernadero H, sólo en la primera campaña las plantas del 1,3-D+Pic fueron más pequeñas que las del BM. Disminuciones en el desarrollo en la primera aplicación hemos encontrado en ensayos paralelos (Lacasa *et al.*, 2002b y 2003).

Efecto sobre la producción

En todos los invernaderos la producción proporcionada por 1,3-D+Pic fue similar o mayor que la del BM. En el invernadero D (tabla 3) fue mayor las dos campañas, mientras en el invernadero B (tabla 5) y en el H fue del mismo orden, a pesar de la reiteración prolongada en estos dos últimos.

La incidencia diferencial de los nematodos, el menor desarrollo de las plantas en el 1,3-D+Pic en relación al BM, no se tradujo en una pérdida de producción en las condiciones de los ensayos.

Los resultados para este parámetro, globalizador de los efectos sobre la sanidad y el desarrollo del cultivo, coinciden con los obtenidos en experiencias de reiteración de la aplicación de la mezcla realizadas en tomate (Gilreath *et al.*, 2005 y 2006) y en fresa (López-Aranda *et al.*, 2005).

CONCLUSIONES

El control de *Meloidogyne* en suelos con altos niveles de infestación se muestra variable de unos años a otros, mejorando a medida que se reitera la aplicación del 1,3-D+Pic.

La reiteración del uso de la mezcla proporciona buenos niveles de control de *Phytophthora*.

La eficacia en el control de las malas hierbas se mantiene estable al reiterar las aplicaciones del 1,3-D+Pic en las condiciones de bajas infestaciones del Campo de Cartagena.

La mezcla de 1,3-D+Pic proporciona plantas de menor porte que el bromuro de metilo, pero el desarrollo mejora al reiterar las aplicaciones.

El 1,3-D+Pic aplicados en el agua de riego proporcionan buenas producciones de forma sostenida en el tiempo.

En definitiva, la mezcla de 1,3-D y Pic se comporta como un desinfectante persistente y eficaz en los invernaderos del campo de Cartagena.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo se ha realizado en el marco de las actuaciones del proyecto INIA OT03-006-C07-04 y del Programa de Colaboración de la Federación de Cooperativas Agrarias de Murcia y la Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. M.A. Martínez disfruta de una beca predoctoral del INIA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJWA, H.A.; TROUT, T.; NELSON, S.; SCHUTER, M. 2001. Drip fumigation: water and fumigant distribution in soil. *Ann. Intern. Res. Conf. on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions*. EPA, San Diego, USA, 5-9 November, 50: 1-2.
- AJWA, H.A.; TROUT, T.; MUELLER, J.; WILHELM, S.; NELSON, S.D.; SOPPE, R.; SHATLEY, D. 2002. Application of alternatives fumigants through drip irrigation systems. *Phytopathology*, 92: 1349-1355.
- AJWA, H.A.; TROUT, T. 2000. Distribution of drip applied fumigants under various conditions. *Proc. Ann. Intern. Res. Conf. on Methyl bromide Alternatives Emission Reductions*. EPA Orlando, USA, November, 59: 1-3.
- BRIDGE, J.; PAGE, S.J. 1980. Estimation of root-knot nematodes infestation levels on roots using a rating chart. *Tropical Pest Management*, 26: 296-298.
- CEBOLLA, V.; VALERO, L.M.; TORRÓ, F.; MIGUEL, A.; MONFORT, P.; LLO-RACH, S. 2002. Improving dichloropropene and chloropicrin moistures by increasing chloropicrin rate. *Ann. Inter. Res. Conf. on Methy Bromide Alternatives and Emissions Reductions*. EPA, Orlando, USA, 6-9 November. 43: 1-3.
- CEBOLLA, V.; BARTUAL, R.; MAROTO, V. 2004. Water volume as related to effectiveness of 1,3-dichloropropene and chloropicrin moisture by drip irrigation for a strawberry crop in Spain. *Acta Horticulturae*, 698: 77-82.
- CHELLEMI, D.O. 2004. Integrating soil disinfestations programs into crop production systems. *Acta Horticulturae*, 698: 105-114.
- DUNIWAY, J.M. 2004. Alternatives to methyl bromide for strawberry production in California, USA. *Acta horticulturae*, 698: 27-32.
- EGER, J.E.; GILREATH, J.P.; NOLING, D.W. 2001. Effect of irrigation times on watering patterns in Florida vegetable soil. *Ann. Inter. Res. Conf. on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions*. EPA San Diego, USA, 5-9 November. 48: 1-4.
- GERIK, J.S. 2005. Evaluation of soil fumigants applied by drip irrigation for Liatris production. *Plant Disease*, 89: 883-887.
- GILREATH, J.P.; SANTOS, B.M.; GILREATH, P.R.; JONES, J.P.; NOLING, J.W. 2004. Efficacy of 1,3-dichloropropene plus chloropicrin application methods in combination with pabulate and napropamide in tomato. *Crop Protection*, 23: 1187-1191.
- GILREATH, J.P.; SANTOS, B.M.; SIHAM, M.N. 2005. Effect of VIF on metam, chloropicrin and 1,3-dichloropropene, alone and in combination. *Annual Internacional Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions*. San Diego, California (USA), 5-9. November, 17: 1-2.
- GILREATH J.P.; SANTOS, B.M.; BUSACCA, J.D.; EGER, J.E.; MIRUSSO, J.M.; GILREATH, P.R. 2006. Validating broadcast application of Telone C-35 complemented with chloropicrin and herbicides in commercial tomato farms. *Crop Protection*, 25: 79-82.
- GUERRERO, M.M.; GUIRAO, P.; LACASA, A.; ROS, C.; TORRES, J.; MARTÍNEZ, M.C.; ONCINA, M.; BIELZA, P.; CONTRERAS, J. 2004. La mezcla de dicloropropeno y cloropicrina, una alternativa al bromuro de metilo para la desinfección de suelos para el pimiento. En A. Lacasa, M.M. Guerrero, M. Oncina y J.A. Mora. Eds. *Publicaciones de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Jornadas 16: 99-128*.
- KATAN, J. 2004. Soil disinfestation: one minute before methyl bromide phase out. *Acta Horticulturae*, 698: 19-26.

- LACASA, A.; GUIRAO, P. 1997. Investigaciones actuales sobre alternativas al uso del bromuro de metilo en pimiento de invernadero. En A. López, J.A. Mora. Eds. Publicaciones de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. Jornadas, 11: 47-50.
- LACASA, A.; GUERRERO, M.M.; GUIRAO, P.; ROS, C. 2002a. Alternatives to Methyl Bromide in sweet pepper crops in Spain en: T.A. Batchelor, J.M. Bolívar (Edits.). Proc. of the Intern. Conf. on Alternatives to Methyl Bromide. The Remainig Challenges. Seville, Spain, 5-8 March. European Commission, Brussels, Belgium, 172-177.
- LACASA, A.; GUERRERO, M.M.; ROS, C.; GUIRAO, P.; TORRES, J.; BIELZA, P.; DE PACO, T.; CONTRERAS, J.; MOLINA, R.; TORNÉ, M. 2002b. Desinfección del suelo en invernaderos de pimiento con dicloropropeno+ cloropicrina (Telopic EC). Dosis de aplicación y efecto del plástico de sellado. *Agrícola Vergel*, 245: 256-266.
- LACASA, A.; ROS, C.; GUERRERO, M.M.; GUIRAO, P.; MARTÍNEZ, M.A.; BARCELÓ, N.; MARTÍNEZ, M.C.; BIELZA, P.; ONCINA, M. 2003. Influencia del humedecimiento del suelo previo a la aplicación del Telone C-35 sobre la eficacia de la desinfección del suelo de invernaderos de pimiento. *Actas de Horticultura*, 39: 552-553.
- LACASA, A.; GUERRERO, M.M.; QUINTO, V.; LACASA, C.; BIELZA, P.; CONTRERAS, J.; TORNÉ, M. 2005. Desinfección de suelos con 1,3-dicloropropeno+cloropicrina en cultivos de tomate. *Actas Portuguesas de Horticultura*, 7 (3): 121-125.
- LÓPEZ-ARANDA, J.M.; MIRANDA, L.; ROMERO, F.; DE LOS SANTOS, B.; MONTES, F.; VEGA, J.M., PÁEZ, J.; BASCÓN, J.; SORIA, C.; MEDINA, J.J. 2004. Nuevas Alternativas químicas al bromuro de metilo en el cultivo de fresón. *Terralia*, VIII, 41: 72-81.
- LÓPEZ-ARANDA, J.M.; SANTOS, B.M.; GILREATH, J.P.; MIRANDA, L.; SORIA, C.; MEDINA, J.J. 2005. Evaluation of methyl bromid alternatives for strawberry in Florida and Spain. Annual Internacional Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. San Diego, California (USA), 5-9. November, 9: 1.
- NELSON, S.D.; RIÉGEL, C.; ALLEN, L.H.; DICKSON, D.W.; GAN, J.; LOCACIO, S.J.; MITCHELL, D.J. 2001. Volatilization of 1, 3-dichloropropene in Florida plasticulture and effects on fall squash production. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 126: 496-502.
- TROUT, T.; AJWA, H.A. 1998. Strawberry response to 1,3-dichloropropene, chloropirrin and metam sodium applied by drip irrigation systems. Ann. Intern. Res. Conf. on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. EPA Orlando, USA, November. 12: 1-2.
- WANG, Q.; KENUTESON, J.A.; YATES, S.R. 2000. Two-dimensional model simulation of 1,3-dichloropropene volatilization and transport in a field soil. *J. Environ. Qual.* 29: 639-644.

Tabla 1. Distribución de los tratamientos en los invernaderos y en las campañas de ensayos

Tratamiento	97-98	98-99	99-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05
BM 60 g/m ²	D	B, D	B, D	B	B	B	B	B
BM 30 g/m ²	H	H	H	H	H	H	H	H
1,3-D+Pic	H	B, D, H	B, D, H	B, H	B, H	H	B, H	B, H
Testigo	D	B, D	B, D	B		H	B, H	B

Tabla 2. Cultivares cultivados en los invernaderos en las diferentes campañas

Invernaderos	97-98	98-99	99-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05
B		Orlando	Orlando	Orlando	Orlando	Orlando	Orlando	Orlando
D	Paraíso	Paraíso	Paraíso					
H	Atoñil	Orlando	Lido	Vélez	Ribera	Almudén	Almudén	Almudén

Tabla 3. Incidencia de *Phytophthora* y *Meloidogyne*, altura de las plantas, producción comercial total final y grado de colonización por malas hierbas. Invernadero D

Parámetros	Campaña 98-99			Campaña 99-00		
	BM	1,3-D + Pic	Testigo	BM	1,3-D + Pic	Testigo
Prod. comercial ^a (kg/m ²)	8,8 a	9,3 b	3,2 c	8,6 a	9,9 b	5,1 c
Altura plantas ^d (cm)	101 a	104 a	79 b	82 a	802 a	65 b
% plantas con nódulos ^b	0,0 a	0,0 a	16,7 b	0,0 a	5,1 a	22,2 b
Índice nodulación ^a	0,0 a	0,0 a	0,5 b	0,0 a	0,5 b	0,7 b
% plantas con <i>Phytophthora</i> ^b	0,0	0,0	0,0	0,5 a	0,0 a	1,2 a
N.º malas hierbas ^c	0,4 a	0,5 a	3,0 b	0,8 a	0,2 a	1,4 b

^a Test LSD al 95% con datos transformados mediante Log₁₀ (x+1). ^b Test LSD al 95% con datos transformados mediante Arcsen(√x). ^c Test LSD al 95% con los datos transformados con √(x+0,5). ^d Test LSD al 95% con los datos transformados con Log₁₀ (x).

Las cifras con la misma letra en una misma fila de cada campaña no son diferentes (p < 0,05).

Tabla 4. Incidencia de *Phytophthora* y *Meloidogyne*. Invernadero B

Años de reiteración	% plantas con <i>Phytophthora</i> ^b			% plantas con nódulos ^b			Índice de nodulación ^a		
	BM	1,3-D +Pic	Testigo	BM	1,3-D +Pic	Testigo	BM	1,3-D +Pic	Testigo
1	0,8 a	6,8 b	25,3 c	11,1 a	22,2 a	72,2 b	0,1 a	0,44 a	1,9 b
2	0,8 a	8,9 b	73,3 c	5,6 a	52,8 b	87,5 c	0,2 a	1,3 b	4,2 c
3	1,8 a	3,8 a	28,3 b	20,0 a	47,6 b	100,0 c	0,63 a	2,8 b	6,7 c
6	0,0 a	0,0 a	33,8 b	10,0 a	6,7 a	76,7 b	0,33 a	0,13 a	4,0 b
7	0,0 a	0,5 a	50,8 b	26,7 a	20,0 a	86,7 b	0,5 a	0,5 a	6,0 b

^a Test LSD al 95% con datos transformados mediante $\text{Log}_{10}(x+1)$. ^b Test LSD al 95% con datos transformados mediante $\text{Arcsen}(\sqrt{x})$.

Las cifras con la misma letra en una misma fila de cada parámetro no son diferentes ($p < 0,05$).

Tabla 5. Altura de las plantas, producción comercial total final y grado de colonización por malas hierbas. Invernadero B

Años de reiteración	Altura plantas ^d (cm)			Producción comercial ^a (kg/m ²)			N.º malas hierbas ^c		
	BM	1,3-D +Pic	Testigo	BM	1,3-D +Pic	Testigo	BM	1,3-D +Pic	Testigo
1	159 a	144,3 b	117 c	8,2 a	8,5 a	5,5 b	ne	ne	ne
2	144,3 a	148,3 a	85,5 c	6,9 a	6,8 a	1,3 b	0,04 a	0,08 a	0,83 b
3	98,8 a	91,3 b	60,0 c	8,9 a	9,0 a	5,2 b	0,04 a	0,06 a	1,62 b
6	146,3 a	146,0 a	116,0 b	10,3 a	10,2 a	5,8 b	0,0 a	0,0 a	7,5 b
7	139,2 a	133,1 a	91,0 b	7,0 a	6,6 a	1,9 b	0,08 a	0,04 a	4,3 b

^a Test LSD al 95% con datos transformados mediante $\text{Log}_{10}(x+1)$. ^c Test LSD al 95% con los datos transformados con $\sqrt{(x+0,5)}$. ^d Test LSD al 95% con los datos transformados con $\text{Log}_{10}(x)$.

Las cifras con la misma letra en una misma fila de cada parámetro no son diferentes ($p < 0,05$).

Tabla 6. Altura de las plantas, producción comercial total final y grado de colonización por malas hierbas en el invernadero H

Años de reiteración	Altura plantas ^d (cm)			Producción comercial ^a (kg/m ²)			N.º malas hierbas ^c		
	BM	1,3-D +Pic	Testigo	BM	1,3-D +Pic	Testigo	BM	1,3-D +Pic	Testigo
2	164 a	157 b	ne	11,8 a	11,7 a	ne	ne	ne	ne
6	115,6 ab	123,3 a	114,2 b	10,4 a	10,5 a	9,3 b	0,04 a	0,25 ab	0,58 b
7	131,4 a	127,2 a	120,3 b	12,2 a	10,6 b	10,3 b	0,1 a	0,2 a	1,0 b
8	143,1 b	147,0 a	ne	10,9 a	11,4 a	ne	ne	ne	ne

^a Test LSD al 95% con datos transformados mediante $\text{Log}_{10}(x+1)$. ^c Test LSD al 95% con los datos transformados con $\sqrt{(x+0,5)}$. ^d Test LSD al 95% con los datos transformados con $\text{Log}_{10}(x)$.

Las cifras con la misma letra en una misma fila de cada parámetro no son diferentes ($p < 0,05$).