

EFFECTO DE LA BIOFUMIGACIÓN SOBRE FLORA ARVENSE DEL CULTIVO DEL FRESÓN

8

LÓPEZ - MARTINEZ, NURIA⁽¹⁾; CASTILLO, SILVIA⁽¹⁾; CUARESMA, ILDA M^a; CARMONA, INMACULADA; GONZÁLEZ - ZAMORA, JOSÉ E.⁽¹⁾; AVILLA, CARLOS⁽¹⁾; LÓPEZ - MEDINA, JOSÉ⁽²⁾ Y AGUIRRE, ITZIAR⁽¹⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Ciencias Agroforestales, Universidad de Sevilla
Ctra. Utrera km 1. 14013 Sevilla
Email: nlopez@us.es

⁽²⁾ Dpto. de Ciencias Agroforestales. Universidad de Huelva
Campus Universitario de la Rábida (Huelva)

RESUMEN

Debido a la biodescomposición de la materia orgánica, se producen una serie de compuestos capaces de controlar plagas, patógenos y flora arvense. Este proceso ha sido definido como biofumigación (BF). El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la biofumigación con materia orgánica fresca sobre flora arvense típica de los cultivos de fresón. Los experimentos de campo consistieron en el tratamiento con gallinaza o estiércol de caballo a la dosis de 3 kg m⁻² durante 45 días. La biofumigación se combinó también con solarización (BF+S), en un diseño experimental de bloques al azar. Los resultados con gallinaza mostraron un buen control de las principales adventicias *Poa annua*, *Portulaca oleracea* y *Lolium rigidum* con resultados de control/BF/BF+S de 42/4/8, 18/9/12, y 15/0/1 plants m⁻² respectivamente. Por otra parte, 20 semillas de varias arvenses se introdujeron en bolsas de tela y fueron sometidas a biofumigación con solarización. La eficacia del tratamiento BF+S fue claro en el control de *P. oleracea*, *Cynodon dactylon* y *Echinochloa crus-galli* con un porcentaje de germinación control/BF+S de 77/0, 50/15 y 30/2. Los experimentos de laboratorio consistieron en simular las condiciones de campo usando una mezcla de suelo, agua y diferentes materias orgánicas frescas. Las materias orgánicas utilizadas fueron restos de fresa, estiércol de caballo y gallinaza. Los mejores resultados se obtuvieron con gallinaza que mostró un control eficaz de *Malva parviflora*, *Medicago* sp., *E. crus-galli*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* y *P. oleracea* mientras que los residuos de fresa y el estiércol no mostraron inhibición de la germinación. En conclusión, los resultados obtenidos con los tratamientos de gallinaza se encuentran bajo investigación con resultados prometedores en los experimentos realizados hasta la fecha.

PALABRAS CLAVE: GALLINAZA, ESTIÉRCOL, SOLARIZACIÓN, MALAS HIERBAS Y RESIDUOS

1 ► INTRODUCCIÓN

España es el segundo productor mundial de fresa con una superficie de 8,281 ha y una producción de 262,500 t (FAO, 2003). Este cultivo se localiza principalmente en la provincia de Huelva con un 89% de la producción fresera española.

El manejo efectivo de malas hierbas en el fresón requiere una combinación de prácticas culturales, físicas y químicas. La desinfectación con bromuro de metilo junto con el acolchado son métodos comunes de control de flora arvense. De acuerdo con el Protocolo de Montreal y el reglamento EC 2037/2000 sobre sustancias que disminuyen la capa de ozono, le uso de bromuro de metilo sólo será permitido bajo la denominación Uso Crítico a partir del 2005. Todas estas prácticas agrícolas se ven reducidas a un control físico y mecánico cuando hablamos de cultivo ecológico.

Por todo ello, se aplican criterios ecológicos en agricultura que permitan conocer cuáles son los elementos y procesos claves en el funcionamiento de los cultivos. En relación a la búsqueda de alternativas al BM hemos elegido la función de la materia orgánica, puesto que a través de los procesos de biodescomposición se producen gases capaces de controlar plagas, patógenos y arvenses. Este proceso ha sido definido como biofumigación (Kirkegaard *et al.* 1993b; Bello 1998, Bello *et al.*, 2000) y ha sido incluido como una alternativa no química al BM por el “Methyl Bromide Technical Comitte”, perteneciente al Protocolo de Montreal (MBTOC 1997). A pesar de que el concepto de biofumigación fue aplicado inicialmente a los isotiocianatos producidos durante la descomposición de *Brassica* spp., otros investigadores han incluido otras materias orgánicas y residuos agroindustriales que puedan contener compuestos biológicamente activos que sean supresivos contra plagas, enfermedades del suelo y adventicias (Bello *et al.*, 2001). El efecto de la biofumigación contra la flora arvense no está tan estudiado como el control de plagas y enfermedades, pero existen varios trabajos utilizando restos verdes de *Brassica* spp. y otros residuos (Boydston y Hang, 1995; Aponte *et al.*, 1992; Edwards *et al.*, 1994). El objetivo de esta investigación fue estudiar el efecto de la biofumigación de varios residuos orgánicos no compostados sobre la germinación, crecimiento y distribución de la flora arvense típica del cultivo de la fresa en España, tanto en condiciones controladas de laboratorio como en campo.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Semillas de plantas arvenses que comúnmente se encuentra compitiendo con plantas de fresa (*Fragaria X ananassa* Duch., var. Camarosa) fueron utilizadas para determinar el efecto de diferentes sustancias biofumigantes sobre su germinación.

Las plantas seleccionadas fueron *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Portulaca oleracea*, *Cynodon dactylon*, *Malva parviflora* y *Medicago* sp.

Suelos y localizaciones

Típicos suelos de cultivo de fresa de diferentes localidades fueron utilizados. Las localidades seleccionadas para los experimentos de campo fueron Almonte y Gibraleón (Huelva) con suelos arenosos y francoarenoso, respectivamente. Para los experimentos de laboratorio, una mezcla de suelos arenosos donde se cultiva fresa fue utilizada. La composición de estos suelos se detalla en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición de los diferentes suelos utilizados para los experimentos de campo y laboratorio de las diferentes localidades. Los datos son media de 3 repeticiones

	LABORATORIO	ALMONTE	GIBRALEÓN
pH	7.1	6.70	6.15
Conductividad (μS)	65.3	443	198
K⁺ (g l^{-1})	0.52	3.12	2.34
Na⁺ (g l^{-1})	0.13	0.43	0.19
Ca⁺² (ppm)	0.06	0.12	0.21
Mg⁺² (ppm)	0.11	0.23	0.44
P_{OLSEN} ($\mu\text{g g}^{-1}$)	38.4	47.4	67.3
Fe_{CBD} ($\mu\text{g g}^{-1}$)	1,433	2,218	9,401
% Humedad	0.20	0.40	1.51
% Materia orgánica	0.49	0.64	0.63

Efecto de la biofumigación sobre la flora arvense

Veinte semillas de las especies seleccionadas de malas hierbas fueron mezcladas con 500 g de suelo, 20 g ó 20+20 g de materia orgánica fresca y 60 ml de agua, e incubadas en una bolsa de polietileno. Las bolsas fueron selladas, incubadas durante 30 días y mantenidas bajo condiciones controladas de 27°C, 16 horas de fotoperiodo de 350 kmol m⁻² s⁻¹ PPF, y 80% de humedad relativa (Díaz-Viruliche, 2001). Los materiales biofumigantes seleccionados fueron gallinaza, estiércol de caballo, residuos de fresa y mezcla de ellos. Además había bolsas control, sin materia orgánica a las que se le añadía agua simulando la solarización.

Adicionalmente, se realizó un experimento de campo bajo condiciones controladas, en el que 20 semillas de las diferentes especies estudiadas, se guardaron en una bolsa de tela con un tamaño de poro adecuado al paso de sustancias gaseosas y líquidas, y se sometieron a biofumigación y solarización durante 40 días entre julio y septiembre en condiciones de campo. Después de este tiempo, las semillas permanecieron a temperatura ambiente durante 30 días más. Las semillas se sembraron en macetas y se mantuvieron en las condiciones controladas descritas anteriormente. Los experimentos de campo consistieron en el tratamiento con gallinaza o estiércol a la dosis de 3 kg m^{-2} durante 45 días en los meses de julio y agosto en dos localidades (Almonte y Gibraleón, Huelva). La biofumigación se realizó sola o combinada con la solarización. Después de este tiempo, los plásticos se retiraron y posteriormente el suelo se preparó para la siguiente campaña. El experimento tuvo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones en área. Los datos se recogieron mensualmente.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que la sustancia que posee las mejores características herbicidas fue la gallinaza, con un control eficaz de *Malva parviflora*, *Medicago sp.*, *Echinochloa crus-galli*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* y *Portulaca oleracea*, reduciendo la germinación de las semillas. Por el contrario, los residuos de fresa y el estiércol indujeron la aparición de *Medicago sp.*, *Echinochloa crus-galli* y *Portulaca oleracea*. Estos resultados aunque extrapolados a las condiciones de campo, podrían ser diferentes en condiciones reales debido a que las altas temperaturas que se obtienen con la solarización durante el verano, podrían inhibir la germinación de las semillas. Estas temperaturas no se alcanzaron en la cámara de cultivo en condiciones controladas a $27 \text{ }^\circ\text{C}$ y sin la incidencia de luz solar (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de germinación de diferentes especies después de estar sometidas a biofumigación durante 30 días con diferentes residuos. Los datos son medias de dos experimentos con tres repeticiones por experimento

	<i>Malva sp.</i>	<i>Medicago sp.</i>	<i>Echinochloa sp.</i>	<i>Portulaca sp.</i>	<i>Amaranthus sp.</i>
Solarización	4,15	5,85	3	12,5	0,85
Restos fresa	0	18,35	9,5	29,15	2,5
Gallinaza	0	0	5,85	6,65	1,65
Fresa + gallinaza	0	0	3,35	0	0,85
Estiércol	5,0	25,0	21,7	41,7	0,0
Fresa + estiércol	6,7	26,7	6,7	33,3	0,0

El efecto sobre germinación que se realizó en campo sometiendo a biofumigación semillas encerradas en bolsas de tela, mostró la eficacia de la biofumigación en combinación con la solarización, con un buen control de *Portulaca oleracea*, *Cynodon dactylon* y *Echinochloa crus-galli* que mostraron un porcentaje de germinación de control/BF+S de 77/0, 50/15 y 30/2, respectivamente (Fig. 1). Las otras especies estudiadas no tuvieron una germinación suficientemente importante como para ser tenidas en consideración.

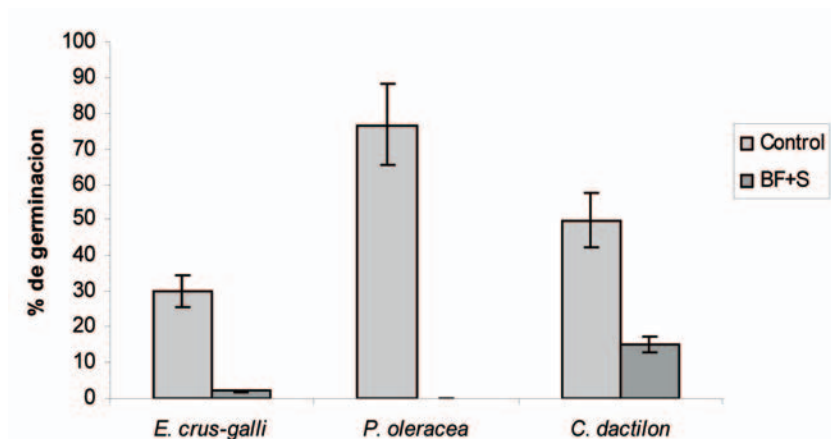


Figura 1. Efecto de la biofumigación en campo con gallinaza sobre la germinación de diferentes semillas de flora adventicia típica del fresón *Echinochloa crus-galli*, *Portulaca oleracea* y *Cynodon dactylon*. Los datos son media de tres repeticiones y las barras verticales representan el error estándar. BF: biofumigación; S: solarización.

En los experimentos realizados en condiciones reales de cultivo se ensayaron dos sustancias biofumigantes, gallinaza y estiércol, conjuntamente con los restos de cultivo de la cosecha anterior.

La biofumigación con estiércol no mostró diferencias significativas entre el control y las parcelas tratadas, incluso con las solarizadas (Fig. 2). Los resultados no son concluyentes puesto que se trata de los resultados del primer año de tratamiento, y posteriores ensayos se realizaran en un futuro.

Por el contrario, la biofumigación con gallinaza en la comarca fresera de Almonte mostró un buen control de las principales especies arvenses *Poa annua*, *Portulaca oleracea* y *Lolium rigidum* con unos resultados control/BF/BF+S de 42/4/8, 18/9/12, y 15/0/1 plantas m⁻² respectivamente (datos no mostrados).

El efecto positivo de la biofumigación sobre el control de adventicias es muy claro sobretudo en los primeros meses de cultivo respecto al control, no siendo importantes las diferencias entre la biofumigación con o sin solarización (Fig. 3).

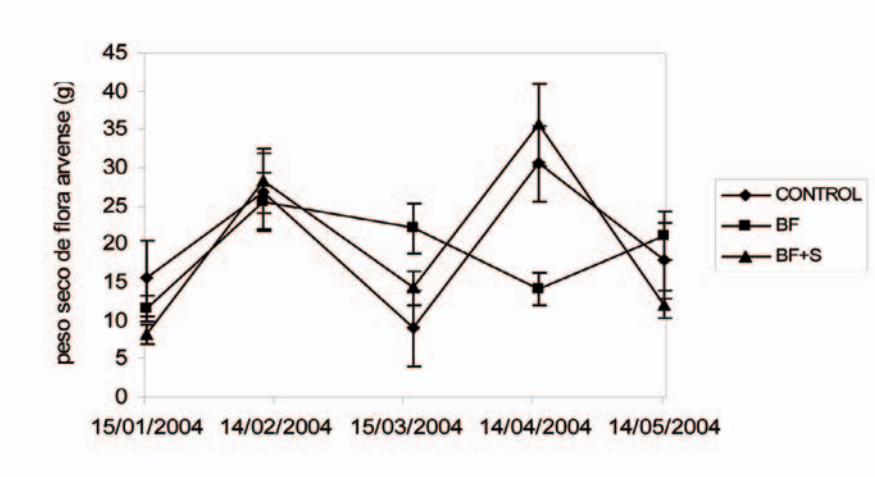


Figura 2. Efecto de la biofumigación en una parcela de Gibraleón (Huelva) tratada con estiércol fresco de caballo sobre el peso seco (g) de diferentes arvenses del fresón. Los datos son media de tres repeticiones. BF: biofumigación; S: solarización.

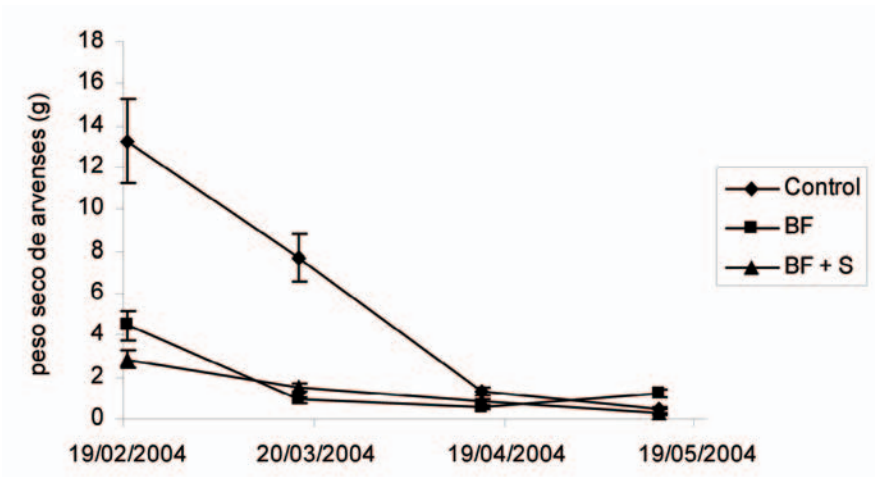


Figura 3. Efecto de la biofumigación en una parcela de Almonte (Huelva) tratada con gallinaza fresca sobre el peso seco de las diferentes arvenses encontradas. Los datos son media de tres repeticiones. BF: biofumigación; S: solarización.

4 ► CONCLUSIONES

La utilización de residuos agroindustriales podría ser beneficioso para el control de arvenses en el cultivo del fresón. El uso de residuos verdes de *Brassica* spp. ha demostrado

su acción biocida (Boydston y Hang, 1995), y este ensayo ha demostrado que otros residuos podrían ser utilizados para el control de malas hierbas, reduciendo o eliminando el uso de pesticidas, dando una utilidad a estos residuos y mejorando el medio ambiente

Los resultados de esta investigación han demostrado que la utilización de gallinaza fresca podría ser útil para el control de la flora arvense en el cultivo de fresa, dando un buen control de *Portulaca oleracea*, *Echinochloa crus-galli* y *Cynodon dactylon*, mientras que el uso de estiércol no mostró acción herbicida eficaz. Nuevas investigaciones se están llevando a cabo con el objeto de obtener un mejor entendimiento del fenómeno de la biofumigación y sus propiedades herbicidas.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia y Tecnología la financiación de este proyecto (Proyecto CICYT AGL2002-04040-C05-04), y a las empresas Flor de Doñana Biorganic S.L. y Montebelo S.L. la colaboración y las facilidades para su realización.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **APONTE, A.; PÉREZ, A. Y TABLANTE, J. 1992**

Control de malezas y plagas en tomate con la utilización de residuos de cosecha. FONAIAP Divulga 9, 10-15.

- **BELLO, A. 1998**

Biofumigation and integrated pest management. In: A. Bello; J. A. González; M. Arias; R. Rodríguez-Kábana (Eds). Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. Phytoma-España, DG XI EU, CSIC, Valencia, Spain, 99-126.

- **BELLO, A.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A. Y DÍAZ - VIRULICHE, L. 2000**

Biofumigación y solarización como alternativa al bromuro de metilo. Memoria del Simposio Internacional de Fresa. 6-8 diciembre 2000, Zamora, México, 24-50.

- **BELLO, A.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A.; DÍAZ - VIRULICHE, L. Y TELLO, J. 2001**

Alternatives to methyl bromide for soil fumigation in Spain. In: R. Labrada and L. Fornasari (Eds) Global Report on Validated Alternatives to the Use of Methyl Bromide for Soil Fumigation. FAO-UNEP, Roma, 33-46.

- **BOYDSTON, R. A. Y HANG, A. 1995**

Rapeseed (*Brassica napus*) green manure crop suppresses weeds in potato (*Solanum tuberosum*). Weed Technology 9, 669-675.

- **DÍAZ - VIRULICHE, L. 2001**

Interés Fitotécnico de la Biofumigación en Suelos Cultivados. Tesis Doctoral, ETSIA, Universidad Politécnica de Madrid. 600 pp.

- **EDWARDS, J. H.; WALKER, R. H. Y WEBSTER, W. B. 1994**

Effect of non-composted organic waste as residues on cotton yields. Proceedings Beltwide Cotton Conferences,

January 5-8, San Diego, California. National Cotton Council, 1561-1563.

FAO, 2003. <http://www.fao.org/es/ess/top/commodity.jsp?commodity=544&lang=ES&year=2003>. [Consulta Julio 2004]

• **KIRKEGAARD, J. A.; GARDNER, J.; DESMACHELIER, J. M. Y ANGUS, J. F. 1993**

Biofumigation using Brassica species to control pest and diseases in horticulture and agriculture. In: N. Wrather; R. J. Mailes (Eds). Proc. 9th Australian Research Assembly on Brassicas (Wagga Wagga) . 77-82.

• **MBTOC 1997**

Report of the Technology and Economic Assessment Panel. UNEP, Nairobi, Kenia, 221 pp.