

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

Pereyra, S.M.; A. de L. Avila y E. Orecchia

RESUMEN

El bromuro de metilo (BM) como desinfectante de suelo está ampliamente generalizado; sin embargo, el planteo de alternativas que lo reemplacen es de vital importancia, dada las restricciones que pesan sobre este producto. Se evaluó el efecto del metam sodio ($0,125 \text{ L/m}^2$) y la biofumigación (guano de pollo, 8 kg/m^2 ; salvado de trigo $1,5 \text{ kg/m}^2$ y acícula de pino $30 \text{ dm}^3/\text{m}^2$), como alternativas al tratamiento con bromuro de metilo (80 g/m^2), sobre el tipo y número de malezas y las características químicas del suelo en un cultivo de clavel. El tipo y número de malezas presentes y las características químicas del suelo, se evaluaron antes de los tratamientos y a los 30 días después de implantado el cultivo. Los resultados mostraron que todos los tratamientos fueron eficientes para controlar las malezas, en número y especies. Las biofumigaciones con guano de pollo y con salvado de trigo modificaron el contenido de materia orgánica y la conductividad eléctrica del suelo. El guano de pollo adicionalmente aumentó la capacidad de retención de agua y el contenido de nutrientes del suelo.

Palabras clave: propiedades edáficas, fertilidad de suelo, *Dianthus caryophyllus* L., clavel.

Pereyra, S.M., A. de L. Avila and E. Orecchia, 2008. Biofumigation and methan Na as alternatives to methyl bromide use. Effect on the weed control and the chemical characteristics of the soil. Agriscientia XXV (2): 75-79

SUMMARY

The purpose of this research was to evaluate the effect of the methan sodium ($0,125 \text{ l/m}^2$) and biofumigation (chicken manure, 8 kg/m^2 ; wheat bran $1,5 \text{ kg/m}^2$ and pine needle $30 \text{ dm}^3/\text{m}^2$) as alternative methods for methyl bromide on weed control and chemical characteristics of the soil in carnation crops. The type and number of the weeds and chemical soil characteristics were evaluated before the

treatment and 30 days after the carnation crop was implanted. The results show that all the treatments were efficient for the control of weeds in number and species. Only biofumigation with chicken manure and wheat bran were effective to induce changes on the organic matter content and the electric conductivity of the soil. In addition, chicken manure improved the water retention capacity and the nutrients of the soil.

Key words: property of the soil, fertility of the soil, *Dianthus caryophyllus* L., carnation.

S.M. Pereyra y A. de L. Avila. Floricultura, Departamento de Producción Vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC. CC 509, 5000 Córdoba. E. Orecchia. U.E.E. INTA Cruz del Eje. Correspondencia: flores@agro.unc.edu.ar

INTRODUCCION

El uso de bromuro de metilo (BM) como desinfectante de suelo está ampliamente generalizado; sin embargo, dadas las restricciones que pesan sobre el uso de este producto (MBTOC, 1994, Valeiro & Biaggi, 2001) el planteo de métodos alternativos que lo reemplacen resulta de vital importancia.

El uso de metam sodio (MNa) como desinfectante de suelo está ampliamente probado y documentado (Haglund, 1999; Minuto *et al.*, 2000), no así la biofumigación, cuya práctica está más estudiada y difundida en países de Europa (Bello *et al.*, 1997). La biofumigación utiliza sustancias volátiles resultantes de la biodegradación de las enmiendas orgánicas y residuos agroindustriales como fumigantes en el control de malezas (Al-Katib *et al.*, 1997; Bello *et al.*, 1999) y de patógenos (Cebolla *et al.*, 1993; Angus *et al.*, 1994). De esta manera, el biofumigante utilizado debe estar en vías de descomposición y se debe asegurar al menos 2 semanas la permanencia de los gases en el suelo (Bello *et al.*, 2000).

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del metam sodio y la biofumigación sobre el control de malezas y las características químicas del suelo en el cultivo de clavel.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo en un invernadero ubicado en el Campo escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNC (31° 29' S, 64° 00' O, altitud 425 msm), y se destinaron 200 m². Los

tratamientos realizados fueron: metam sodio (0,125 L/m²), biofumigación con guano de pollo (8 kg/m²), con salvado de trigo (1,5 kg/m²) y con acícula de pino (30 dm³/m²) y bromuro de metilo (80 g/m²).

Los biofumigantes utilizados fueron incorporados al suelo con motocultivador, luego se agregó agua y se cubrió con una lámina de polietileno de 50 µm durante 20 días (Bello *et al.*, 1997).

Los tratamientos con bromuro de metilo (BM) y con metam sodio (MNa) se realizaron en suelo húmedo, trabajado con motocultivador y posteriormente a la aplicación, se cubrieron con una lámina de polietileno de 50 µm. En el tratamiento con BM el suelo permaneció cubierto durante 72 horas. Acabado el tratamiento, se procedió a lavar el suelo con abundante cantidad de agua, hasta saturación, para arrastrar los restos de bromo de la zona de crecimiento de la raíz, debido a su toxicidad para el cultivo de clavel (Romero González, 1996). En el caso del MNa el suelo permaneció cubierto durante 25 días, pasados los cuales se ventiló durante 3 días más (Bello *et al.*, 1997).

Sobre los suelos tratados se implantó, según prácticas convencionales (López Mérida, 1989), un cultivo de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.), variedad Francesco, de baja resistencia a fusarium.

El tipo y número de malezas presentes fue evaluado mediante la identificación y cuantificación de individuos ubicados dentro de una cuadrícula de 50 x 50 cm (Kent & Coker, 1992). Se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento en forma completamente aleatorizada.

Las características químicas del suelo se evaluaron antes de los tratamientos y a los 30 días de implantado el cultivo. Las muestras de suelo fueron tomadas en forma aleatorizada y se obtuvieron dentro de los 20 cm de crecimiento de las raíces, de los que se descartaron los primeros 2 cm. Se determinó el contenido de materia orgánica (Nelson & Sommers, 1996), la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y los contenidos de Ca, Mg, K, Na (Sumner & Miller, 1996), N total (Bremner, 1996) y P (Kuo, 1996). También se evaluaron la capacidad de campo (Black, 1986), el pH (Thomas, 1996) y en el extracto de saturación la Conductividad eléctrica con un conductímetro marca Hanna.

Se trabajó con un diseño experimental completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. Los datos fueron analizados con el programa estadístico INFOSTAT (2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La sobrevivencia y el crecimiento del cultivo, a los 30 días después de plantación, no manifestaron diferencias por efecto de los distintos métodos de desinfección.

Efecto de los tratamientos sobre las malezas. Todos los tratamientos mostraron un nivel de eficiencia superior a 95% para controlar malezas; el MNa mostró la mayor efectividad (99,84%) y la biofumigación con acícula de pino la menor (96,5%).

Según se observa en la Tabla 1, las malezas que mostraron mayor resistencia a los tratamientos fueron *Conyza bonariensis* L. (rama negra), *Taraxacum officinalis* Weber (diente de león) y *Euforbia prostrata* Aiton, aunque en todos los casos disminuyó el número de individuos por m². Estos resultados coinciden con lo mencionado por Al-Katib *et al.* (1997) y Ciuberkis (1997) acerca del efecto de la biofumigación sobre el control de malezas. Estos resultados permiten concluir que los tratamientos fueron muy efectivos en el control del número y tipo de malezas, ya que los pocos sobrevivientes estuvieron representados por escasos individuos.

Efecto de los tratamientos sobre características de suelo. La biofumigación con acícula de pino, el BM y el MNa no afectaron las características físicas y químicas del suelo, en tanto que la biofumigación con guano de pollo y salvado de trigo las modificaron de manera diferencial (Tabla 2). La biofumigación con guano de pollo provocó incrementos en el contenido de materia orgánica y de nutrientes de suelo, lo que indujo aumentos en la capacidad de retención de agua, conductividad y pH (Tabla 2). El contenido de N total se duplicó, en tanto que el P se triplicó y el Na y el K aumentaron cinco y siete veces, respectivamente, en relación al testigo. Los altos valores de Na fueron compensados por el incremento en los contenidos de Ca y Mg (Tabla 2). Esto se tradujo en una mayor fertilidad, reflejada en el incremento de la C.I.C, y acuerda con otros autores

Tabla 1. Eficiencia de los tratamientos de desinfección de suelo en el control de malezas expresada como número de individuos por m²

Especies	Testigo	Bromuro de metilo	Metam sodio	Biofumigación		
				Guano de pollo	Salvado de trigo	Acícula de pino
<i>Amarantus viridis</i> L.	8					
<i>Melilotus albus</i> Desr.	24					
<i>Crisantemum</i> sp	28					
<i>Eragrostis virescens</i> J.Presl	4 a					1,40 b
<i>Chenopodium albus</i> L.	16 a					0,14 b
<i>Digitaria sanguinalis</i> L.	166					
<i>Plantago mayor</i> L.	4					
<i>Amarantum blitum</i> L.	3					
<i>Sorgum</i> sp	16					
<i>Bidens subalternans</i> DC	2					
<i>Portulaca criptopétala</i> Speg	24					
<i>Euforbia prostrata</i> Aiton	12 a			0,28 b	7 c	7,12 c
<i>Conyza bonariensis</i> L.	10 a	3,00 b	0,14 c	7,00 d	2 b	2,28 b
<i>Taraxacum officinalis</i> Web	24 a	1,00 b	0,42 c	0,14 c		1,28 b
<i>Polygonium punctatum</i> Elli	4					
<i>Bidens pilosa</i> L.	4					
Total	350 a	4,00 b	0,56 c	7,42 d	9 d	12,22 e

Los valores son el promedio de 4 repeticiones. Letras diferentes = diferencias significativas (P= 0,05%)

Tabla 2. Efecto de los tratamientos de desinfección sobre las características físicas y químicas del suelo.

Características físicas y químicas	Testigo	Bromuro de metilo	Metam sodio	Biofumigación		
				Guano de pollo	Salvado de trigo	Acícula de pino
Capacidad de campo	18,80a	21,20ab	19,30a	23,20b	21,10ab	19,30a
Materia orgánica (%)	1,71a	1,82a	1,64a	4,69c	2,06b	1,61a
Cationes intercambiables(meq/100g)						
Ca++	13,50a	14,50a	14,00a	16,00b	14,00a	14,00a
Mg++	2,50b	3,00b	3,50b	5,00c	1,50a	2,00ab
Na+	0,65a	0,65a	0,65a	3,26b	0,65a	0,65a
K+	1,41a	1,66a	1,79a	9,08b	1,92a	1,66a
C.I.C. (meq/100g)	18,10a	20,00a	20,20a	28,20b	18,30a	18,20a
Nitrógeno total (%)	0,10a	0,11a	0,09a	0,22b	0,11a	0,08a
Fósforo (ppm)	65,00a	65,70a	72,80b	183,20d	93,90c	68,00a
pH actual	7,01a	7,07a	6,91a	8,22b	7,05a	7,04a
Conductividad eléctrica(dS/m)	0,99 a	1,30a	1,00a	4,30b	4,10b	1,20a

Letras diferentes = diferencias significativas (P= 0,05%)

(Bello *et al.*, 1999, Bello *et al.*, 2000). El incremento en la conductividad podría explicarse por el aumento en el contenido de los nutrientes descritos y aunque es importante el valor alcanzado, está dentro de los límites de tolerancia para el cultivo (López Mérida, 1989). El valor de pH, sin embargo, resultó elevado, lo que hace necesario su ajuste mediante la acidificación del agua de riego y/o el uso de fertilizantes de reacción ácida. En tanto que la biofumigación con salvado de trigo sólo provocó incrementos en el contenido de materia orgánica en un 20% y de P en un 50% con respecto al testigo. El efecto de la biofumigación sobre la fertilidad del suelo fue informado por Bello *et al.* (2000) y suma un efecto secundario, debido a los compuestos aportados, que provocan una mejora en las propiedades del suelo

Sobre la base de los resultados es posible concluir que: a) todos los tratamientos fueron eficientes para controlar las malezas en especies y número de individuos; algunas malezas tales como *Conyza bonariensis* L. (rama negra), *Taraxacum officinalis* Weber (diente de león) y *Euforbia prostrata* Aiton, son más resistentes a los tratamientos, aunque en todos los casos disminuyó el número de individuos por m²; y b) sólo el uso de guano de pollo y salvado de trigo modificó las características físicas y químicas del suelo, principalmente el contenido de materia orgánica y la conductividad eléctrica. Adicionalmente, el guano de pollo presenta ventajas comparativas con respecto a los demás biofumigantes utilizados, dado que también mejora la capacidad de retención de agua y la fertilidad del suelo. Por lo tanto, el uso de biofumigantes como alternativa al BM, presenta un valor agregado debido al aporte de materia orgánica, que provoca una mejora

sobre las características físicas y químicas del suelo

BIBLIOGRAFIA

- Al-Katib, K., C. Libbey and R. Boydston, 1997. Weed suppression with Brassica green manure crops in green pea. *Weed Science* 45, 439-445.
- Angus, J. F., P. A. Gardner, J. A. Kirkegaard and J. M. Desmarchelier, 1994. Biofumigation: Isothiocyanates released from Brassica roots inhibit growth of the take-all fungus. *Plant and soil* 162, 107-112
- Bello, A., J. A. López-Pérez, L. Díaz-Viruliche, R. Sanz and 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, Creta, Grecia, 170 pp.
- Bello, A., J. A. López-Pérez, R. Sanz, M. Escuer and J. Herrero, 2000. 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.
- Bello, A., M. Escuer, R. Sanz, J. A. López-Pérez y P. Guirao. 1997. Biofumigación, nematodos y bromuro de metilo en el cultivo de pimiento. En: A. López, J. A. Mora (Eds). Posibilidad de alternativas viables al bromuro de metilo en pimiento de invernadero. Consejería de Medioambiente, Agricultura y Agua, Murcia, España, 67-108.
- Black, C.A. (Ed.). 1986. *Methods of Soil Analysis*. (Part I, Physical Methods). American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Bremner, J.M. 1996. Nitrogen - Total. In: D.L. Sparks (Editor), *Methods of soil analysis. Part 3 - Chemical Methods*. Chapter 37. ASA, SSSA, CSSA, Madison WI, pp. 1085-1121.
- Cebolla, V., P. F. Martínez, A. del Busto y B. Cases. 1993.

- Control de *Fusarium oxisporum f. sp. dianthi* mediante solarización combinada con fumigantes a bajas dosis. *Actas de Horticultura* 9: 552-557
- Ciuberkis, S., 1997. Ecological significance of long term fertilization with farmyard manure and soil reaction on weed flora. In *Integrated plant protection: achievements and problems. proceedings of the Scientific Conference Devoted to the 70th Anniversary of Plant Protection Science in Lithuania*, Dotnuva-Akademija, Lithuania, 7-9 September, 184-187.
- Haglund, W.A., 1999. Metam sodium a potential alternative to methyl bromide. *Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions*, San Diego, California, USA, 1-4 November.
- INFOSTAT, 2000. Infostat, versión 2.0. Grupo Infostat-FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Ed. Brujas, Córdoba. Argentina.
- Kent, M. and P. Coker, 1992. *Vegetation description and analysis. A practical approach*. Belhaven Press. London 363 pp
- Kuo, S., 1996. Phosphorus. In: D.L. Sparks (Editor), *Methods of soil analysis. Part 3 - Chemical Methods*. Chapter 32. ASA, SSSA, CSSA, Madison WI, pp. 869-920.
- López Mérida, J., 1989. *Producción de claveles y gladiolos*. Ed. Mundi- Prensa. Madrid, pp. 13 – 77.
- MBTOC (Methyl Bromide Technical Options Comité), 1994. *Report of the methyl bromide technical options committee*. Montreal protocol on substances that deplet the ozone layer, UNEP, Kenya, 304 pp.
- Minuto, A, A. Pome, M. L. Gullino and A. Garibaldi, 2000. Soil fumigation for the control of *Phytophthora cryptogea* on gerbera. *Lotta al marciume basale su gerbera con l'uso di fumiganti*. *Colture-Protette*, 29 (2): 109-112.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommers, 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In: D.L. Sparks (Editor), *Methods of Soil Analysis. Part 3 - Chemical Methods*. Chapter 34. ASA, SSSA, CSSA, Madison WI, pp. 961-1010.
- Romero González, M., 1996. *Implantación de clavel en invernadero*. Consejería de medio ambiente, agricultura y agua. Región de Murcia. España. 79 pp
- Sumner, M.E. and W.P. Miller, 1996. Cation Exchange Capacity and Exchange Coefficients. In: D.L. Sparks (Editor), *Methods of Soil Analysis. Part 3 - Chemical Methods*. Chapter 40. ASA, SSSA, CSSA, Madison WI, pp. 1201-1230.
- Thomas, G. W., 1996. Soil pH and soil acidity. In: D.L. Sparks (Editor), *Methods of Soil Analysis. Part 3 - Chemical Methods*. Chapter 16. ASA, SSSA, CSSA, Madison WI, pp. 475-490.
- Valeiro, A. y C. Biaggi, 2001. *Agricultura y ambiente global: el problema de la capa de ozono y el bromuro de metilo* 9-19. En *Alternativas al Bromuro de metilo para el sector tabacalero argentino*. INTA Prozano.