

Perspectivas de algunas posibles alternativas al bromuro de metilo en el cultivo del fresón en Valencia.

V. Cebolla¹, R. Bartual¹, A. Giner², J. Busto¹

¹I.V.I.A. - Moncada (Valencia); ²VALSUR – Bolbaite (Valencia)

Introducción.

A raíz de la inclusión del Bromuro de Metilo (BM) en la relación de sustancias cuya emisión a la atmósfera contribuye a la destrucción de la capa de ozono, se ha establecido un calendario para lograr una reducción progresiva en el empleo del producto. Así, en España, el volumen de BM ya se ha visto reducido en un 25% desde 1998, de acuerdo con el programa fijado por la UE y continuará descendiendo hasta su práctica desaparición prevista para Enero del año 2005. Durante el período que media desde el presente hasta tal fecha, se deben emprender estudios conducentes a examinar la eficacia de tratamientos a base de BM a dosis reducidas, así como de aquellos que no contengan BM. Para ello el MAPA viene financiando desde 1997 un proyecto nacional cuyo objetivo primordial es el estudio de nuevas alternativas al BM a emplear en la desinfección de suelos destinados a los cultivos más dependientes del BM en distintas regiones Españolas, como es el caso del Fresón. La Conselleria de Agricultura de la Generalitat Valenciana contribuye asimismo al desarrollo del proyecto en nuestra Comunidad, aportando un apoyo financiero para posibilitar la realización de ensayos en diversos cultivos entre los que se incluye el fresón.

Para acometer este reto debidamente, es imprescindible tener en cuenta las condiciones climáticas y del suelo de la región así como el tamaño medio de la propiedad rural en la misma, a efectos de encontrar una alternativa al BM que sea viable tanto desde el punto de vista técnico como del económico.

En general, la Comunidad Valenciana dispone de un clima de tipo mediterráneo y un tamaño de parcelas pequeño cuyos suelos son arcillosos o francos de un bajo nivel de drenaje y pobres en contenido de materia orgánica.

La Solarización combinada con Metham-Na es un sistema de desinfección considerado eficiente en el cultivo del fresón (Cebolla V., M. García). 1984) también la Solarización combinada con estiércol (Gamliel-A; Stapleton-JJ 1995, 1997) mejora la eficacia de la Solarización para controlar los patógenos del suelo.

Otras técnicas menos contaminantes son las que permiten la reducción de dosis de BM (Cebolla et al. 1995) mediante la combinación de Solarización con dosis bajas de BM o con el uso de plásticos impermeables al BM (Cebolla V. et al, 1996, 1997, 1998) probados en los cultivos de pimiento y clavel. Estos métodos reducen también las emisiones de BM de la atmósfera.

Los requisitos para que un tratamiento sea considerado como posible alternativa al empleo del BM podemos resumirlos en los siguientes:

- a) La viabilidad de repetir el tratamiento y el cultivo de la misma parcela durante varios años consecutivos sin mermar la producción y calidad del fruto.
- b) El efecto de la aplicación de dicho tratamiento a largo plazo sea similar al del BM.
- c) Que no exista posibilidad de que se produzcan efectos colaterales no deseables o perjudiciales sobre el consumidor, cultivo y medio ambiente.

Además no podemos olvidar el interés desde el punto de vista medio ambiental en obtener variedades resistentes (Bartual R. y J.I. Marsal 1997) a aquellas enfermedades que mayor incidencia tienen en el cultivo del fresón y muy especialmente las producidas por hongos del suelo, sin olvidar el problema de la fatiga del suelo

El objetivo fundamental de nuestro trabajo es comparar entre sí y frente a un control (parcela no tratada) la respuesta del cultivo del fresón a seis tratamientos de desinfección del suelo, a saber:

1. Control o parcela sin desinfectar.
2. Bromuro de metilo a dosis estándar (60 g/m²) del tipo de 98% de contenido de bromuro y un 2% de cloropicrina (tratamiento tradicional empleado en la desinfección de parcelas destinadas a cultivar fresón) y cobertura de plástico de polietileno de baja densidad.
3. Bromuro de metilo de idéntica composición pero aplicado a dosis reducidas (30 g/m²) y cobertura de plástico V.I.F.
4. Solarización mejorada con estiércol fresco, a una dosis de 5 Kg/m².
5. Solarización combinada con Metham-Na a bajas dosis (35 g/m²)
6. Metham-Na a dosis de 140 g/m² y sin cubrir el primer año y cubierto durante una semana el 2º año.
7. Biofumigación a base de estiércol a la dosis de 15 Kg/ m². el primer año y 10 Kg de compost el 2º año.

La composición del estiércol fue a base de una mezcla de 75% de estiércol de oveja y un 25% de gallinaza para los tratamientos de Solarización combinada con materia orgánica fresca (4) y en el de Biofumigación (7). El estiércol fue enterrado tras la aplicación de un riego y alcanzar un adecuado tempero en el caso del tratamiento 4 mientras que en el tratamiento 7 se verificó el mismo procedimiento pero 3 veces (riego seguido de pase de rotovator una vez la sazón del terreno era la apropiada).

El tamaño de las parcelas elementales oscilaron entre los 400 y 600 m², a efectos de obtener resultados lo más próximos a la realidad. No se detectaron organismos patógenos tanto en el suelo como en el material vegetal empleado en los ensayos. No obstante, se pudo apreciar una fatiga del suelo, achacable posiblemente a la presencia de un complejo fúngico en el que predominaban las especies de *Fusarium*. Para valorar el efecto sobre el inóculo y el alcance en profundidad del sistema de desinfección se prepararon unas bolsas de Nylon conteniendo suelo y raíces troceadas procedentes de plantas afectadas en donde se había aislado *Fusarium*. Estas bolsas se dispusieron a 10 y 30 cm de profundidad unidas entre sí por una cuerda de Nylon que permite la extracción fácil después de concluido el tratamiento. Para valorar la eficacia del tratamiento se sembraron las raicillas en un medio selectivo para *Fusarium* (Komada H. 1975) Transcurrido un tiempo suficiente, las marras de plantación fueron restituidas por nuevas plantas, a efectos de mantener la población así como obtener una mayor precisión en la estimación de la productividad. La incidencia de malas hierbas en cada uno de los tratamientos se controló a lo largo de todo el período de cultivo, valorándola como el tiempo invertido en la escarda de las mismas y limpieza de las plantas, expresando el resultado en minutos por planta.

Las experiencias han cubierto un período de dos años. En el primero de ellos (campaña 1997-98), los ensayos se llevaron a cabo en tres localidades ubicadas en la Canal de Navarrés (Anna, Chella y Bolbaite) y la variedad empleada fue el cultivar "Pajaro" en la modalidad de planta frigo. Sin embargo, la variedad empleada en la campaña 1998-99 fue el cultivar Camarosa plantada en dos localidades (Chella y Bolbaite), por lo que el análisis estadístico de resultados se efectuó individualmente para cada campaña. Dada la similitud de las características de los suelos y microclima de dichas localidades, éstas se consideraron como bloques en el diseño experimental.

La plantación se realizó el día 15 de Septiembre en ambos años, sobre surcos acolchados con plástico negro. Las plantas se dispusieron en doble hilera tresbolillo, con una distancia entre plantas dentro de la misma hilera de 30 cm. en el caso del cv. Pajaro y de 35 cm para el caso del cv. Camarosa.

Los caracteres considerados para evaluar el vigor y la producción fueron los siguientes: por una parte, se tuvieron en cuenta la altura y el diámetro de la planta como parámetros indicativos del vigor de la misma, expresándolos en centímetros; y por otra, la producción en cada una de sus tres categorías (primera, segunda y destrío) expresándolas en gramos por planta y el tamaño medio del fruto de primera calidad (gramos por fruto) como indicativo de la calidad del mismo. El tamaño de la muestra para valorar este último fue de 20 frutos escogidos aleatoriamente en cada recolección. Asimismo, se midió la producción comercial (suma de las producciones de primera y segunda categoría) y el porcentaje de producción de segunda categoría sobre la comercial.

La precocidad se estimó teniendo en cuenta la producción acumulada hasta final de abril expresada en gramos por planta.

También se hizo un seguimiento de la aparición y evolución de posibles enfermedades a lo largo de la totalidad del periodo de cultivo para comparar el efecto de los distintos tratamientos.

Resultados.

Los resultados concernientes a la supervivencia de las especies de *Fusarium* procedentes de las muestras de raicillas enterradas en el suelo (Gráfico 1) dan a entender que los tratamientos a base de estiércol así como el control no destruyen el inóculo, independientemente de la profundidad a la que se tomó la muestra. Sin embargo, alguno de los tratamientos que incluían BM y los de Solarización combinada con Metham-Na o con estiércol son eficaces a nivel de superficie pero menos en profundidad. Únicamente el BM estándar elimina el inóculo hasta niveles no detectables. Sin embargo la reducción de inóculo obtenida con la Solarización combinada con estiércol ofrece unas perspectivas esperanzadoras en nuestras condiciones ambientales.

La marras de plantación alcanzaron niveles bastante bajos (Gráfico 2), si bien los valores del segundo año fueron superiores a los del primero (como cabía esperar al repetir el cultivo sobre el mismo suelo), excepto en el caso del tratamiento a base de estiércol en el que la mortalidad de plantas fue significativamente mayor que en el resto de tratamientos en ambos años. La explicación que damos es que pudieron darse efectos de fitotoxicidad sobre las plantas por la composición del mismo, por exceso de dosis, o porque no transcurrió suficiente tiempo entre su aplicación y la fecha de plantación.

Los resultados de vigor de planta, valorado a través de la altura y diámetro de la planta (Tabla 1) indican la existencia de dos grupos homogéneos. El primero de ellos, que se corresponde con los tratamientos en los que la planta alcanza mayor vigor, incluye aquellos a base de BM y de Solarización mejorada así como el Metham-Na el primer año. En el segundo grupo, correspondiente al menos eficaz en este punto, están incluidos el control y el tratamiento del estiércol. Los resultados, correspondientes al segundo año, indican que el tratamiento de Metham-Na no confirma las expectativas despertadas el primer año y que el tratamiento con estiércol proporciona significativamente menor vigor que el control debido a efectos de fitotoxicidad, como indicamos anteriormente. La tendencia general del vigor, por tanto, es la misma con independencia de la variedad plantada en nuestras condiciones ambientales.

El aspecto y el vigor que ofrecieron las plantas del tratamiento Solarización combinada con estiércol fueron excelentes desde el principio al final de campaña especialmente el segundo año. El vigor pudo ser incluso excesivo con la consiguiente repercusión negativa en la capacidad productiva. Esta situación debería corregirse ajustando mejor la aportación de abonado de cobertera.

La incidencia de las malas hierbas fue significativamente mayor en el control y en el tratamiento a base de estiércol frente al resto únicamente en la campaña 1997-98 (Gráfico 3). Desde el punto de vista del control de malas hierbas, cualquiera de los otros tratamientos tiene un efecto similar al obtenido con los tratamientos a base de BM, por lo que el control de malas hierbas en el cultivo del fresón no parece ser un factor crítico a la hora de reemplazar el BM.

Los resultados concernientes a la precocidad (Tabla 2) no son enteramente representativos ya que durante el invierno 1998-99 las temperaturas que se registraron fueron inusualmente bajas. Este hecho es el que explica que la precocidad lograda empleando el cv. Camarosa en el segundo año sea menor que la obtenida con el cv. Pajaro en el primero aunque Camarosa es un cultivar más precoz que Pajaro. Teniendo en cuenta los resultados del primer año únicamente, se puede observar una ligera tendencia a aumentar la precocidad con la aplicación de los tratamientos de Solarización mejorada.

Si bien la variedad empleada fue distinta en uno y otro año, los resultados relativos a las producciones total y comercial muestran la misma tendencia (Tabla 2). Los tratamientos a base de BM y de Solarización combinada con estiércol o Metham-Na no difieren significativamente en estos dos parámetros en el primer año. Si observamos los resultados obtenidos en el segundo año, la Solarización combinada con Metham-Na pierde eficacia cuando la comparamos con los tratamientos que incluyen BM o con la Solarización combinada con estiércol, mientras que en el primer año no se daba esta situación. Por otra parte, el tratamiento con Metham-Na ocupó una posición intermedia en ambos años, correspondiendo los peores resultados al control y al tratamiento con estiércol.

La producción de primera categoría muestra un comportamiento similar al de las producciones total y comercial en la primera campaña, pero los mejores resultados del segundo año se alcanzan claramente con los tratamientos a base de BM.

Por lo que respecta al tamaño medio del fruto de primera categoría (Tabla 3), ninguno de los tratamientos ofrece posibilidad alguna como sustitutivo del BM en ambos años. Los resultados correspondientes al porcentaje de fruta de segunda categoría (Gráfico 4) indican que los tratamientos a base de BM son los que ofrecen menor proporción de fruta de dicha categoría aunque no se detectan diferencias significativas con los tratamientos de Solarización mejorada en ambos años.

Si consideramos globalmente los resultados obtenidos mediante la aplicación del tratamiento de Solarización combinada con Metham-Na a la dosis empleada en nuestros ensayos, aquellos no ofrecen unas perspectivas prometedoras, tras haberlo aplicado dos años consecutivos sobre la misma parcela. Esta pérdida de eficacia pudiera enmendarse quizás aumentando la dosis de este producto.

Conclusiones.

Algunos de los tratamientos aplicados pueden constituir una alternativa al empleo de BM en cuanto a características como la producción y vigor de la planta. Por el contrario, ninguno de los tratamientos considerados en nuestra investigación pueden reemplazar al BM en cuanto al tamaño medio del fruto de primera categoría.

En un contexto global, la Solarización combinada con estiércol podría considerarse como la alternativa al BM con mejores perspectivas, especialmente si el tamaño de la parcela y el suministro de materia orgánica en la región lo hacen factible técnica y económicamente.

Agradecimientos:

Queremos expresar nuestro agradecimiento por la colaboración prestada por la cooperativa VALSUR así como al personal del departamento de recursos naturales del IVIA por su asesoramiento en la valoración de malas hierbas.

Tabla 1. Vigor de la planta en la fase de plena producción

	Diámetro Planta (cm)		Altura Planta (cm)	
	1998	1999	1998	1999
1 Control	22.4 b	24.8 bc	16.0 b	22.8 c
2 Br60PE	26.6 a	29.5 a	23.8 a	30.1 a
3 Br30VIF	27.0 a	29.6 a	22.7 a	29.9 a
4 Sol+Estiércol 5	28.0 a	29.3 a	23.3 a	28.9 a
5 Sol+Metham-Na	28.3 a	27.1 ab	22.7 a	27.4 ab
6 Metham-Na	25.2 ab	23.5 c	20.9 a	23.9 bc
7 Estiércol 15	22.2 b	19.0 d	16.7 b	17.3 d

Table 2. Producción total, de primera categoría y Comercial, registradas en ambos años en g/planta.

	Prod. Total		Producción de 1ª		Precocidad a 1-May		Prod. Comercial	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999
1 Control	335.9 c	438.5 c	271.2 c	321.8 d	112.4 cd	49.3 a	319.7 c	392.5 c
2 Br60PE	561.0 a	807.2 a	497.3 a	656.4 a	127.4 abc	40.0 ab	544.0 a	738.2 a
3 Br30VIF	531.3 a	738.0 ab	472.3 a	610.3 ab	117.5 bcd	36.4 ab	513.5 a	682.7 ab
4 Sol+Estiércol 5	585.1 a	635.6 b	507.2 a	497.2 bc	144.4 ab	21.7 b	562.4 a	579.5 ab
5 Sol+Metham-Na	579.6 a	585.8 bc	501.3 a	456.5 cd	149.8 a	48.0 a	553.9 a	541.8 bc
6 Metham Na	442.5 b	452.2 c	382.4 b	343.1 d	120.8 abc	27.6 ab	426.8 b	410.2 c
7 Estiércol 15	300.5 c	228.7 d	243.5 c	142.7 f	90.1 d	33.5 ab	284.5 c	193.1 d

Tabla 3: Tamaño medio del fruto de primera categoría (g/fruto)

	Tamaño medio del fruto de primera	
	1998	1999
1 Control	17.6 c	17.3 b
2 Br60PE	19.4 a	19.5 a
3 Br30VIF	19.6 a	20.1 a
4 Sol+Estiércol 5	18.7 b	18.2 b
5 Sol+Metham	18.6 b	18.2 b
6 Metham Na	18.6 b	17.7 b
7 Estiercol 15	18.4 b	16.1 c

Bibliografía

- Bartual R., Marsal J.I. 1997. New trends in strawberry breeding in alternatives to Methyl bromide for the southern European countries. International Workshop Arona(Tenerife). Pp: 173-177.
- Cebolla V., M. García. 1984. Desinfección del suelo en cultivo de Fresón al aire libre y bajo invernadero. Publicaciones SEA Moncada (Valencia) Diciembre 1984.

- Cebolla V., Martinez P.F., Del Busto A., Gomez de Barreda D., Tuset J.J., 1994. Dosage reduction of Methyl bromide fumigation in the Spanish mediterranean coast. *Acta Horticulturae* 382:156-163
- Cebolla V., Tuset J.J., Guinet M., Molins A., Mira J.L., Hinarejos C. 1996. New techniques for methyl bromide emission reduction from soil fumigation in Spain. International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emission Reductions. Methyl bromide Alternatives Outreach. US Dpt Agriculture, Florida, USA, 35(1-3)pp.
- Cebolla V. Tuset J.J., Guinet M. 1997 Study of two impermeable sheets to reduce methyl bromide dosage and emissions for carnation wilt control. CIPA Proceedings. International Congress for Plastic in Agriculture. Tel-Aviv. S.Ben-Yehoshua Ed. pp.392-397.
- Cebolla V. 1998. Posibilidad de Alternativas viables al bromuro de metilo en pimiento de invernadero. Nuevas técnicas para la reducción de dosis y de emisiones de Bromuro de metilo en la desinfección del suelo. Editado por Región de Murcia. Serie Jornadas y Congresos. Nº 11:109-124.
- Gamliel-A; Stapleton-JJ 1995. Improved soil disinfestation by biotoxic volatile compounds generated from solarized, organic-amended soil. *Acta-Horticulturae* 382, 129-135
- Gamliel-A; Stapleton-JJ. 1997 Improvement of soil solarization with volatile compounds generated from organic amendments. *Phytoparasitica*. 1997, 25: Supplement, 31S-38S
- Komada H. 1975. Development of a selective medium for quantitative isolation of *Fusarium oxysporum*, from natural soil. *Rev. Plant. Prot. Res.* 8:114-125

Gráfico 1: Supervivencia de Fusarium en raíces

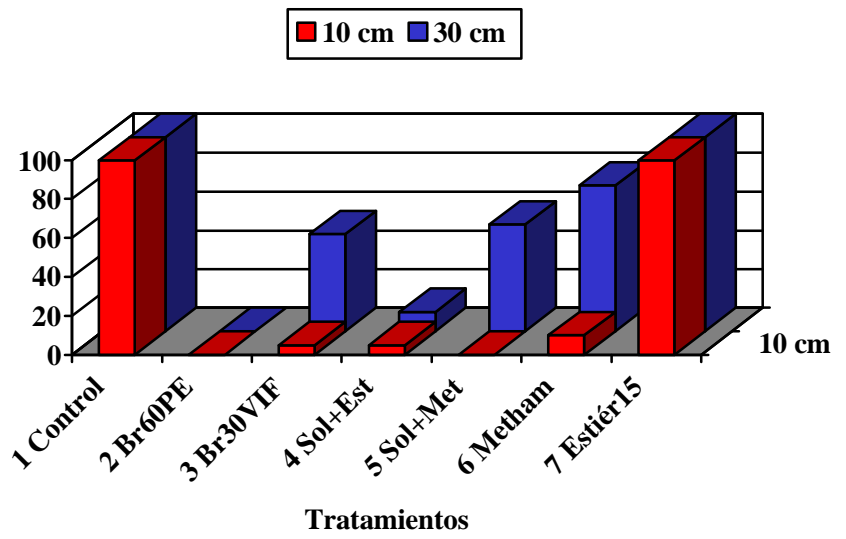
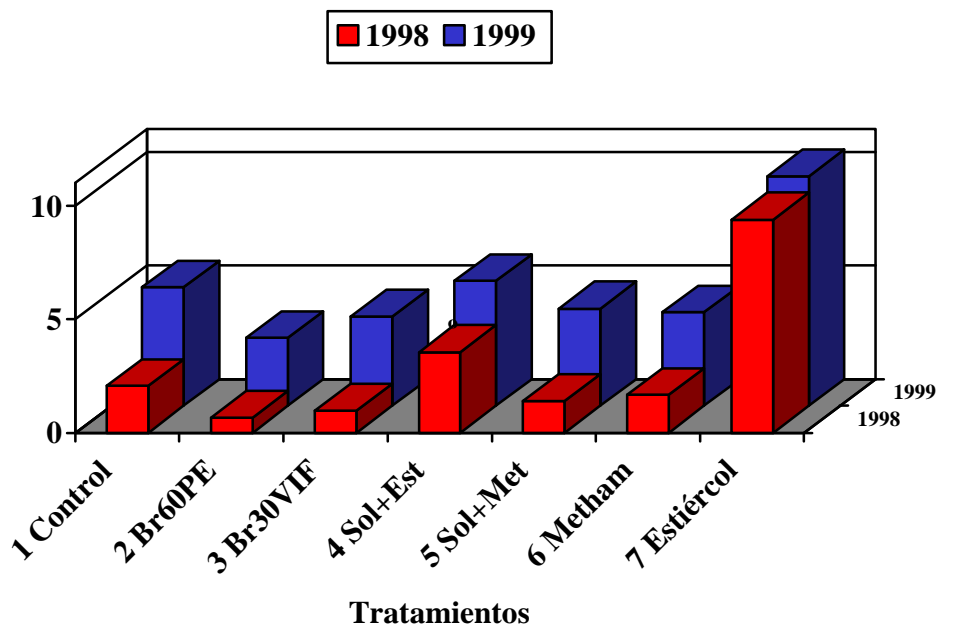
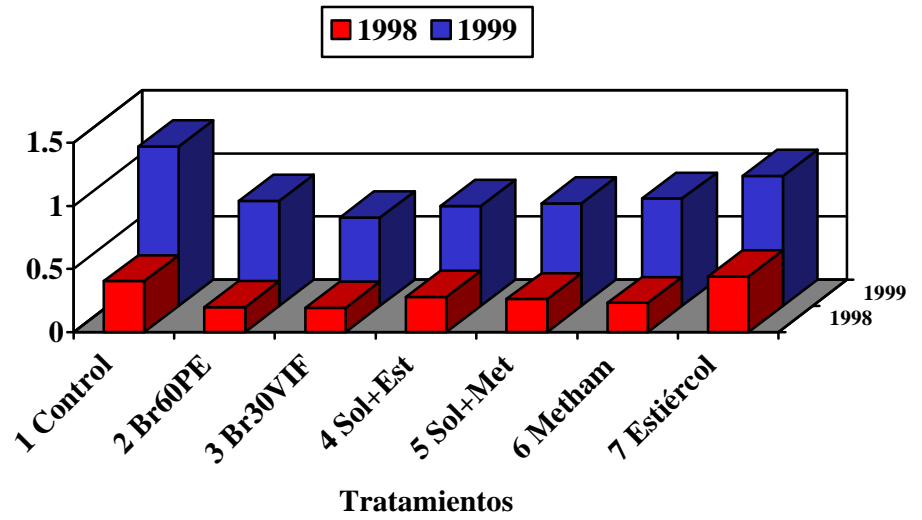


Gráfico 2: Marras de plantación



Gráfica 3: Tiempo de Escarda y limpieza de planta (min/planta)



Gráfica 4: % de fruta de segunda calidad

