

Alternativas viables al Bromuro de Metilo para la fresa de Huelva

Los agricultores freseros están familiarizados con el uso de inyecciones de Bromuro de Metilo-Cloropicrina

El presente artículo hace referencia a una serie de ensayos realizados en distintos campos de las zonas de cultivo de la provincia de Huelva. En ellos se analizan distintas alternativas al uso de Bromuro de Metilo, de cara a la próxima prohibición de su uso.

● J.M. López-Aranda (1), F. Romero (2), F. Montes (3), J.J. Medina (2), L. Miranda (2), B. De Los Santos (2), J.M. Vega (3) y J.I. Páez (3)

(1) CIFA Málaga, 29140 Churriana (Málaga).

(2) CIFA Las Torres-Tomegil, 41200 Alcalá del Río (Sevilla) y 21800 Moguer (Huelva).

(3) Laboratorio de Sanidad Vegetal, 41089 Montequinto (Sevilla).



Reparto de estiércol biofumigante en los ensayos de "Fresrica". (Verano 2000).

Los trabajos muy resumidos que aquí presentamos forman parte de las actividades desarrolladas en el seno del proyecto de investigación de alto interés nacional INIA SC 97-130 financiado por el MAPA y en la actualidad por el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Dicho proyecto se viene desarrollando en Andalucía, Valencia, Murcia y Castilla-León, para estudiar alternativas a corto plazo al Bromuro de metilo (BM) (por su capacidad potencial de agotar la capa de ozono) para desinfección de suelos en cultivos hortícolas de gran interés económico y social. Entre ellos, el cultivo de la fresa para consumo en fresco de la provincia de Huelva. Este cultivo, con un consumo de BM superior a 1.220 t/año en 1995, era uno de los mayores usuarios de dicho biocida en España.

Los agricultores freseros están familiarizados con el uso de inyecciones periódicas de BM-Cloropicrina (98-2 ó 67-33) a dosis próximas a 40 g/m². Así, más del 95% de los agricultores de la zona usaban BM en 1999 (Calatrava y Casado, com. pers.). Por ésta y otras razones de carácter edáfico y de sanidad del material vegetal procedente de viveros, el estado sanitario general del cultivo de la fresa en Huelva, respecto a patógenos del suelo, ha estado tradicionalmente bien resuelto.

Esta fase del proyecto INIA SC 97-130 se desarrolla en conexión con la asociación de productores y exportadores de fresa, Freshuelva, en dos fincas colaboradoras que son representativas de sus respectivas zonas de cultivo: "Aguas Buenas" de la empresa Torreagro, S.A. en la zona de Tariquejo (Cartaya) y "Fresrica" de la em-

presa Alconeras S.A.T. en la zona de Avitorejo (Moguer). En cada una de ellas hemos mantenido sendos ensayos con doce variantes de alternativas de corto plazo (a saber: utilizables en el estado actual de la técnica) de carácter químico y no químico durante las campañas 1997-1998, 1998-1999 y 1999-2000 y en la actual campaña 2000-2001.

El diseño estadístico es de bloques al azar con tres repeticiones y 400 metros cuadrados por parcela experimental. Hemos ensayado año tras año la misma alternativa en cada localidad y parcela experimental.

Estos trabajos siguen dos importantes criterios:

a) Se realizan a escala real debido al gran tamaño de las parcelas experimentales (para visualizar los resultados y permitir la expresión de la maquinaria de aplicación de los tratamientos).



Realización de la solarización con apero especialmente diseñado para el proyecto. (Verano de 1998).

BROMURO DE METILO

b) Se realizan en condiciones naturales (o sea sin inoculación artificial de los suelos con los principales patógenos: *Phytophthora cactorum*, *Verticillium* spp. y *Meloidogyne* sp.).

Desde el inicio se ha utilizado la variedad Camarosa cultivada bajo túneles pequeños. Las alternativas de carácter no químico y mixtas se iniciaban a finales de julio de cada una de las cuatro campañas de ensayo, mientras que las alternativas de carácter químico se iniciaban a mediados de septiembre de cada año. Las plantaciones se han realizado en la última semana de octubre de cada campaña y las observaciones se han mantenido hasta mediados de mayo, siguiendo la técnica de cultivo y la cronología habitual del cultivo en la zona de Huelva.

Para simplificar en este breve artículo el complejo y laborioso material y método de estos ensayos, resumiremos a continuación las principales variantes (alternativas) ensayadas. Es importante reiterar que se ha tratado de mantener la misma alternativa o tipo de alternativa en la misma parcela elemental, año tras año. La mayor parte de estas alternativas han sido utilizadas exclusivamente con fines experimentales y son citadas en las propuestas de alternativas por parte del Comité de Alternativas Técnicas al BM (MB-TOC) de Naciones Unidas.

Descripción del ensayo

Descripción de las alternativas de corto plazo puestas en ensayo.

1ª) Parcelas testigos sin desinfestación previa. Dichas parcelas han sido cultivadas sin haber realizado ningún tipo de tratamiento desinfectante antes del cultivo, con la densidad de inóculo presen-



Inyección bajo lomos de cultivo de alternativas químicas con apero alomador multiuso en los ensayos de "Aguas Buenas". (Veranos de 1999).

te en el suelo que encontramos de modo natural al inicio de los ensayos en el verano de 1997. Representan, por tanto, la forma más respetuosa frente al medio ambiente. Dichas parcelas serán denominadas como Testigo.

2ª) Parcelas solarizadas. Tras sucesivos pases grada y arado es-carficador y con el suelo regado (por aspersión) a capacidad de campo, las parcelas eran selladas con láminas de polietileno transparente de 3,20 metros de anchura y 40 micras de espesor. Permanecieron selladas a lo largo del mes de agosto de cada verano (6 semanas en 1997, 5 semanas en 1998, 4 semanas en 1999 y 4 semanas en 2000).

El calcio es vida para tus huesos...

Y para tus plantas*



Tropi-Cote™
NITRATO DE CALCIO
NITRABOR™



Para un mejor desarrollo

El nitrógeno nítrico 100% soluble de **TROPI-COTE** aumenta la absorción de calcio y otros cationes.

Para crecer más fuerte

El calcio de **TROPI-COTE** favorece el desarrollo de las plantas y frutos, disminuyendo pérdidas posteriores a la recolección.

* Abono de cobertera ideal para cereales, remolacha, patatas, hortalizas, tabaco, algodón, frutales...



Hydro Agri Specialities
Desarrollando Tu Potencial



El sellado se realizó en 1997 con el mismo apero utilizado para inyectar BM a toda superficie; mientras que desde 1998 se realizó con un apero especialmente diseñado para el proyecto, que trataba de evitar las profundas huellas de la rodadura del tractor.

Pasadas las semanas de tratamiento, el plástico era retirado hasta la espera del alomado y acolchado del terreno a principios de octubre. Dichas parcelas serán denominadas como Solarización. Esta alternativa representa una forma bastante respetuosa con el medio ambiente.

3º) Parcelas biofumigadas. Se basaron en la incorporación de 50.000 Kg/ha de estiércol biofumigante (estiércol de pollo poco hecho) y posterior siembra de "navina" (*Brassica sp.*) enterrada en verde mediante pases de grada a los 30 días desde la siembra. Durante los veranos de 1997 y 1998, la incorporación del estiércol biofumigante se simultaneó con la solarización de dichas parcelas, realizada tal como se ha indicado en el apartado anterior. Durante los veranos de 1999 y 2000, dicha práctica biofumigante se realizó sin solarizar, sellando el suelo con un abundante riego por aspersión.

En 1998 y 2000, la "navina" era sembrada a finales de agosto y enterrada a finales de septiembre, mientras que en 1999 era sembrada a finales de julio y enterrada a finales de agosto, procediendo a continuación a la incorporación del estiércol biofumigante. Dichas parcelas serán denominadas como Biofumigación. Representan, también, una forma bastante respetuosa con el medio ambiente.

4º) Parcelas solarizadas con incorporación simultánea de BM a baja dosis. Siguiendo la técnica descrita en el apartado 2º, se inyectaba, al mismo tiempo que se solarizaba el suelo con láminas de polietileno transparente, una dosis de 10 g/m² de BM a toda superficie. Dichas parcelas serán denominadas como Solarización + BM (10). Representan una forma relativamente respetuosa con el medio ambiente ya que utilizan una cuarta parte de la dosis original de BM utilizada en la zona.

5º) Parcelas solarizadas con incorporación simultánea de Metam Sodio a baja dosis. Siguiendo la técnica descrita en el apartado 4º, se inyectaba al mismo tiempo una dosis de esta materia muy inferior a la utilizada habitualmente en la zona como desinfectante químico de suelos. Así, en el verano de 1997 se utilizaban 50 cc/m² de Metam Sodio a toda superficie, en 1998 se utilizaba 100 cc/metro² y 75 cc/m² en 1999 y 2000. Dichas parcelas serán denominadas como Solarización+MetamS. Representan una forma aceptada como bastante respetuosa con el medio ambiente.

6º) Parcelas con lomos de cultivo desinfectados con Metam Sodio (Vapam). A mediados de septiembre de cada año, una vez preparadas las parcelas de ensayo conforme a la práctica de la zona, se utilizaba el característico apero alomador multiuso que realiza simultáneamente la cuádruple operación de alomado, colocación de cintas de riego localizado, y del acolchado con polietileno opaco (negro) de 35 micras de espesor e inyección bajo los lomos de una dosis normal de Metam Sodio.

En septiembre de 1998 se inyectaban 125 cc/m² de lomo tratado, en septiembre de 1999 y de 2000 la dosis se elevaba a 175 cc/m² de lomo tratado. Dichas parcelas serán denominadas como MetamS-lomos. Representan una forma aceptada como relativamente respetuosa con el medio ambiente.



Realización de diversos tratamientos químicos y no químicos en "Fresrica", durante el verano de 1999.

7º) Parcelas desinfectadas con Dazomet. A mediados de septiembre de cada año, se incorporaba una dosis de Dazomet de 45-50 g/m² a toda superficie, que era inmediatamente incorporada con rotavator y posteriormente sellada con polietileno transparente de 40 micras, utilizando el apero solarizador descrito en el apartado 2º. El sellado se mantenía durante dos semanas (hasta principios de octubre).

Sin embargo, en el verano de 2000, hemos conseguido localizar este desinfectante bajo los lomos de cultivo; de modo que el producto granulado se aplicaba a toda superficie y, mediante el apero alomador multiuso, quedaba localizado exclusivamente bajo el lomo acolchado. Dichas parcelas serán denominadas como Dazomet. Representan una forma aceptada como relativamente respetuosa con el medio ambiente.

8º) Parcelas con lomos de cultivo desinfectados con mezcla de dicloropropeno y cloropicrina. A mediados de septiembre de cada año, siguiendo la metodología descrita en el apartado 6º, se inyectaban 40 cc/m² de lomo del producto compuesto por una combinación de 61% p/p de 1,3 dicloropropeno y 35% p/p de cloropicrina. Dichas parcelas serán denominadas como Combinación de dicloro-

propeno y cloropicrina. Representan una forma relativamente menos respetuosa con el medio ambiente; si bien ambos componentes han mostrado una elevada seguridad de aplicación y no afectan al problema de fondo tratado en el proyecto, la sustitución del BM por su capacidad potencial de agotar la capa de ozono.

9º) Parcelas con lomos de cultivo desinfectados con cloropicrina. A mediados de septiembre de cada año, siguiendo la metodología descrita en el apartado 6º se inyectaban 40 g/m² de lomo de cloropicrina (100% p/p). Dichas parcelas serán denominadas

como Cloropicrina. Representan la forma teóricamente menos respetuosa con el medio ambiente; si bien, su aplicación en inyección bajo sellado plástico ha mostrado, igualmente, una elevada seguridad de aplicación y no afecta al agotamiento de la capa de ozono.

10º) Parcelas con lomos de cultivo desinfectados con BM. A mediados de septiembre de cada año, siguiendo la metodología des-

Los agricultores freseros están familiarizados con el uso de inyecciones periódicas de BM-Cloropicrina a dosis próximas a 40 g/m²



crita en el apartado 6º se inyectaban 40 g/m² de lomo de BM (50%-50% BM-cloropicrina). Dichas parcelas serán denominadas como BM(40)-lomos. Esta solución es una ingeniosa práctica de reducción de dosis de BM que comenzó a popularizarse en Huelva a mediados de los 90 y ha sido rescatada por el proyecto para su caracterización.

11º) Parcelas con lomos de cultivo desinfectados con BM bajo plástico VIF e hipótesis del 50% de reducción de dosis. A mediados de septiembre de cada año, siguiendo la metodología descrita en el apartado 6º se inyectaban 20 g/m² de lomo de BM (50%-50% BM-cloropicrina); pero a diferencia de los anteriores tratamientos (nº 6, 7, 8, 9 y 10), el plástico para acolchado bajo el que se inyecta el BM no es polietileno opaco (negro) sino un plástico triple capa de 40 micras de espesor a base de poliamidas, denominado genéricamente plástico VIF, de color y aspecto similar al polietileno opaco (con permeabilidad al escape de BM inferior a 0,20 g/m²/hora). Dichas parcelas serán denominadas como BM(20)-lomosVIF. Esta solución es la alternativa de mayor reducción de dosis de BM que hemos podido diseñar.

12º) Parcelas testigos con BM estandarizado. A mediados de septiembre de cada año, se inyectaba una dosis de 40 g/m² a toda superficie de BM (67%-33% BM-cloropicrina) bajo sellado con polietileno transparente de 30 micras, que era la práctica habitual de los agricultores de la zona a mediados de los años 90. Representan, por tanto, el control sobre el que se realizarán todas las comparaciones en los parámetros morfológicos, patológicos y agronómicos medidos en el proyecto. Dichas parcelas serán denominadas como BM(40).

Obsérvese que las alternativas descritas en los apartados 2º y 3º pertenecen a la categoría de no químicas (o físicas), las descritas en los apartados 4º y 5º pertenecen a la categoría de mixtas, mientras que las descritas en los apartados 6º a 9º pertenecen a la categoría de alternativas químicas; por su parte, las alternativas descritas en los apartados 10º y 11º podrían denominarse de reducción de dosis de BM y tendrían virtualidad e interés hasta el 31 de diciembre de 2004, fecha en la que el Reglamento CE nº 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de junio de 2000, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono (D.O.C.E. nº L 244 de 29 de septiembre de 2000, pp.1 a 23), fija la prohibición de producción y uso de BM en todo el territorio de la Unión Europea.

Breve resumen de resultados y discusión

Desde la primera campaña de 1997-1998, se hizo evidente un buen estado sanitario general de las plantas en todas las parcelas experimentales, incluso en los testigos sin desinfección previa. El estado sanitario de los ensayos desde el punto de vista de hongos del suelo era normal. Ello era consecuencia de la pequeña presión de inóculos en los suelos de ambas fincas colaboradoras antes y después de los tratamientos desinfectantes. Así se deducía de los análisis de niveles de propágulos en suelo antes y después de los tratamientos químicos y no químicos.

Hay que señalar que la densidad de propágulos en suelo bajaba sensiblemente tras la realización de los tratamientos desinfectantes, en mayor medida en los tratamientos químicos que en los no químicos; sin embargo, la disminución de la densidad de propágulos no se observó en las parcelas testigos sin desinfección previa.

Además, la presencia de poblaciones de nematodos era

TRASPLANTADORA DUAL 12 PLUS

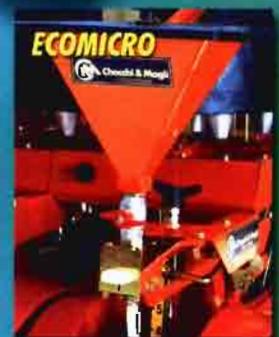
Un operador vale por Dos

Un unico operador alimenta contemporaneamente dos hileras de transplante



BREVETTATO PATENTED

...Para la seguridad



...Para el medio ambiente



...Para los custos



...Para el confort

distribuidor:
AGROTIETAR S.A. - PL. EL EGIDO 10310 - Talayuela (Cáceres)
Tel. (927) 57.82.25 Fax (927) 57.80.09

Via Guizzardi, 38 40054 Budrio BOLOGNA ITALIA
Tel. 051 80.02.53 • Fax 051 69.20.611
www.checchiemagli.com e-mail: info@checchiemagli.com



Vista general de las parcelas de ensayo de "Fresrica", en marzo de 1998.

nula en el ensayo de "Fresrica" (Avitorejo). Solamente aparecía desde el inicio un cierto nivel de poblaciones de *Meloidogyne* sp., en algunas de las unidades experimentales del ensayo de "Aguas Buenas" (Tariquejo); en principio preocupante, pero con un índice de severidad medido en planta suficientemente bajo para no llegar a mostrar influencia en los resultados de esta localidad.

Los resultados agronómicos y morfológicos, analizados de forma independiente para cada ensayo y año, así como el análisis combinado de ambos ensayos, pueden esquematizarse de forma muy sencilla.

En las tres campañas analizadas (1997-1998, 1998-1999 y 1999-2000), las alternativas de carácter químico: Cloropicrina, Combinación de dicloropropeno y cloropicrina, y Dazomet aportaban los mayores rendimientos en producción comercial precoz y final, al mismo nivel de significación estadística que las alternativas de reducción de dosis de BM: BM(40)-lomos y BM(20)-lomosVIF, y los testigos con inyección de BM estandarizada con 40 gr/m² a toda superficie BM(40).

Por su parte, los tratamientos a base de solarización implementada con soporte químico a dosis reducidas (Solarización+MetamS y Solarización+BM(10)), así como la alternativa química denominada MetamS-lomos, se situaban a un nivel de productividad aceptable pero inferior al de los anteriores tratamientos químicos.

Sin embargo, de manera sistemática, los tratamientos (alternativas) a base de solarización (Solarización) y los tratamientos con Biofumigación aportaban de modo significativo resultados más pobres. Finalmente, los Testigos sin desinfección previa, aportaban siempre los peores resultados productivos.

Además, la capacidad herbicida, el tamaño medio de los frutos recolectados y las características morfológicas de las plantas (diámetro medio y número de hojas trifoliadas por planta), fueron afectados en la misma tendencia descrita para los parámetros de producción.

Es importante resaltar que en estos ensayos se han observado diferencias crecientes, año tras año, tanto en las características morfológicas de las plantas como en las de interés agronómico (producción y calibre medio de frutos). Llegando a diferencias del

orden del 40% de descenso de productividad en las parcelas Testigos frente a las parcelas con alternativas químicas, de reducción de dosis de BM y mixtas en la campaña 1999-2000.

Estos resultados, que hemos expuesto de forma brevísimamente, en ausencia de serios problemas ocasionados por patógenos letales, después de tres años continuados de ensayos sobre las mismas parcelas, apuntan hacia la existencia de posibles alternativas de carácter químico (Combinación de Dicloropropeno y Cloropicrina, Cloropicrina, Dazomet) con claro potencial para mantener los niveles de productividad, calidad de fruto y estado sanitario de suelo y plantas, similares a la tradicional utilización estandarizada de BM (40) en esta zona de cultivo de la fresa en Huelva.

Además, para ciertas situaciones y ópticas comerciales (producción integrada, biológica o similar), las alternativas mixtas a base de solarización a lo largo de agosto implementadas con in-

yección de desinfectantes químicos como el Metam Sodio a dosis pequeñas (Solarización+MetamS), han mostrado prestaciones ligeramente inferiores a las de los tratamientos alternativos de carácter químico, pero aceptables, de modo comparativo en el contexto de nuestros ensayos.

Un aspecto muy importante y delicado, respecto a la utilización comercial de estos materiales, es el de su inscripción en el Registro de Productos Fitosanitarios del MAPA. Según nuestros datos, Dazomet y Metam Sodio no tienen problemas de uso en ese sentido y la alternativa a base de la combinación de dicloropropeno+cloropicrina (que hemos denominado a efectos de nuestros ensayos Combinación de Dicloropropeno y Cloropicrina), ha sido autorizada recientemente de modo provisional para el cultivo de la fresa mediante empresas autorizadas para la aplicación de cloropicrina o sus mezclas; existen en nuestro país al menos dos nombres comerciales que responden a este tipo. Ello viene a significar que el uso a nivel comercial de estas alternativas es plenamente posible para el verano de 2001.

En relación con los tratamientos de reducción de dosis de BM (BM(40)-lomos y BM(20)-lomosVIF), muy importantes como elementos acompañantes del calendario de reducción del uso de BM en la Unión Europea, estos tres años de resultados han mostrado la no existencia de diferencias entre la inyección estandarizada de BM(40) (g/m²) y la inyección con el 50% de reducción de dosis (20 g/m²) bajo los denominados "films" plásticos VIF (BM(20)-lomos-VIF).

Estas crecientes diferencias en los caracteres morfológicos y agronómicos entre los diferentes tratamientos alternativos, encontradas sólo tres años después del inicio de los ensayos, unidas al escaso nivel de presencia de patógenos letales y al similar nivel nutricional en las diferentes parcelas experimentales, nos permiten apuntar lo que es simplemente una hipótesis de que pueden relacionarse con fenómenos de estrés de suelo y/o, con la actividad de reducción debida a microorganismos subletales. ■

Nota: Nombres comerciales de los productos utilizados en estos experimentos a disposición de los lectores en la redacción.