



## ■ Usos críticos

# Alternativas al bromuro de metilo como fumigante de suelos

**En horticultura, actualmente, uno de los mayores retos es encontrar alternativas a la aplicación de pesticidas y en especial al bromuro de metilo**

En horticultura, actualmente, uno de los mayores retos es encontrar alternativas a la aplicación de fitosanitarios y en especial al bromuro de metilo (BM), puesto que este último es un fumigante de suelos, que es considerado como un potente destructor de la capa de ozono estratosférico, causando un incremento de la incidencia de los rayos ultravioletas sobre el planeta, creando problemas graves para la salud humana y el medio ambiente (Bello y col., 2002, 2003b). Por ello las Naciones Unidas, a través del protocolo de Montreal, han demandado su retirada en los países desarrollados para el año 2005, con excepción de los usos críticos y el BM utilizado en cuarentena (cuadro 1).

Debido a las graves consecuencias económicas que puede tener la retirada del BM para los cultivos hortícolas, el protocolo de Montreal ha creado un comité técnico asesor para la búsqueda de alternativas, el "Methyl Bromide Technical Options Committee" (MBTOC), que está formado por unos 35 expertos que proceden de las diferentes regiones del planeta, que ha publicado recientemente un informe sobre la situación del BM y sus alternativas (MBTOC, 2002; <http://www.teap.org>).

### Situación del bromuro de metilo (BM)

Si se toma como referencia el primer informe del MBTOC (1995), destacan por su consumo los siguientes países: EE.UU. (40%), Italia (12%), Japón (9%),

**El bromuro de metilo es un fumigante de suelos considerado como un potente destructor de la capa de ozono estratosférica, causando un incremento de la incidencia de los rayos ultravioletas sobre el planeta y creando así problemas graves para la salud humana y el medio ambiente.**

España e Israel (5%), Francia (3%), Brasil, Grecia y Turquía (2%), mientras que por cultivo sobresalen: tomates (35%), fresa (20%), cucurbitáceas (11%), viveros (9%), pimiento y tabaco (8%) y flores (7%), aunque en algunos países se viene aplicando BM en cultivos como: boniatos (EE.UU), patatas (Israel), zanahorias (Francia), sandía (Japón), lechuga, endivia, puerro, cebolla, achicoria y espárrago (Bélgica). Según el informe del MBTOC (2002) la relación de cultivos es muy similar al informe de L MBTOC (1995), aunque se añade la aplicación de BM para replantación en frutales y viñedos, así como en campos de golf, señalando que el consumo ha pasado de 60.200 t en el año 1990 a 45.360 t en el año 2000, debido principalmente a la reducción de dosis y frecuencia de aplicación, sistemas de aplicación, disminución de la concentración del producto y utilización de plásticos VIF, así como la utilización de diferentes alternativas.

España, ha sido uno de los principales países consumidores, llegando a alcanzar el cuarto lugar después de EE.UU., Italia y Japón, aunque debemos señalar que en nuestro país no es necesaria la aplicación de BM en tomates, cucurbitáceas, viñedos, viveros (con la excepción de los de fresa), tabaco y campos de golf, entre otros. Por todo ello, España ha sido uno de los países de referencia en la adopción de alternativas al BM, habiendo visitado nuestro país técnicos y especialistas de di-



Antonio Bello

[antonio.bello@ccma.csic.es](mailto:antonio.bello@ccma.csic.es)

Dpto Agroecología, Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC

**■ Debido a las graves consecuencias económicas que puede tener la retirada del BM para los cultivos hortícolas, el protocolo de Montreal ha creado un comité técnico asesor para la búsqueda de alternativas, el "Methyl Bromide Technical Options Committee" (MBTOC), que está formado por unos 35 expertos que proceden de las diferentes regiones del planeta**

## Cuadro 1:

### Calendario de retirada del BM, según la media de consumo entre 1995-98

Para España, como miembro de la UE:		
- Retirada gradual:	25%	1998
	50%	2001
	75%	2003
- Eliminación en 2005		
- Excepción de usos críticos, cuarentena y productos de exportación		
Países Artículo 5:		
- Congelación	2002	
- Revisión	2003	
- 20% reducción	2005	
- Eliminación	2015	
- Excepción de usos críticos, cuarentena y productos de exportación		
Para medidas de emergencia cada país dispondrá de 20 t		

## Cuadro 2:

### Alternativas no químicas al BM. Cultivos donde se aplica en España (MBTOC, 2002).

1. Biofumigación: flor cortada, hortaliza, pimiento y vid
2. Cultivo sin suelo y sustratos: flor cortada, pimiento, tabaco, tomate y viveros
3. Variedades resistentes: clavel, pimiento y tomate
5. Injertos: cucurbitáceas, pimiento y tomate
6. Solarización: fresa y hortaliza
7. Vapor de agua: flor cortada
8. Prácticas culturales: todos los cultivos
8.1. Rotaciones
8.2. Enmiendas orgánicas y compost
8.3. Época de plantación
8.4. Labores
8.5. Manejo del agua e inundaciones
8.6. Cubiertas
8.7. Cultivos intercalares
8.8. Cultivos de crecimiento rápido, plantas trampa y antagonistas
9. Producción Integrada

ferentes partes del mundo, del mismo modo nuestros expertos han coordinado gran número de proyectos internacionales y se han celebrado varias reuniones sobre las alternativas al BM (Bello y col., 1997a, 1988, 2001; Batchelor y Bolívar, 2002). Todo esto es el resultado de una serie de prácticas agrarias que han sido desarrolladas por nuestros agricultores y técnicos, que permiten un manejo de nuestros cultivos sin la necesidad del uso de BM, así como a los resultados obtenidos por el pro-

■ España ha sido uno de los países de referencia en la adopción de alternativas al BM, habiendo visitado nuestro país técnicos y especialistas de diferentes partes del mundo, del mismo modo nuestros expertos han coordinado gran número de proyectos internacionales y se han celebrado varias reuniones sobre las alternativas al BM

yecto de investigación Inia SC97-130: "Alternativas al uso convencional del bromuro de metilo respetuosas con el medio ambiente y viables económicamente", que han coordinado los Ministerios de Ciencia y Tecnología, de Medio Ambiente y de Agricultura, Pesca y Alimentación.

## Alternativas al BM

El MBTOC define una "alternativa" como aquellos tratamientos o procedimientos químicos y no químicos que son técnicamente viables para el control de organismos patógenos, permitiendo la eliminación del BM, así mismo se establece la diferencia entre "alternativas existentes", que son las que se están aplicando o se han aplicado en alguna región concreta, y "alternativas potenciales", que son las que están en proceso de investigación o desarrollo.

Entre las alternativas químicas, el informe del MBTOC (2002) destaca las siguientes: 1,3 - dicloropropeno (1, 3 - D) y la mezcla de 1, 3 - D/cloropicrina (1, 3 - D/Pic), que son los más eficaces, seguidos por el metam sodio, dazomet y cloropicrina sola, así como las combinaciones de 1, 3 - D, Pic, metam sodio y dazomet con la adición de herbicidas o fungicidas, e incluso formando parte de los sistemas de producción integrada.

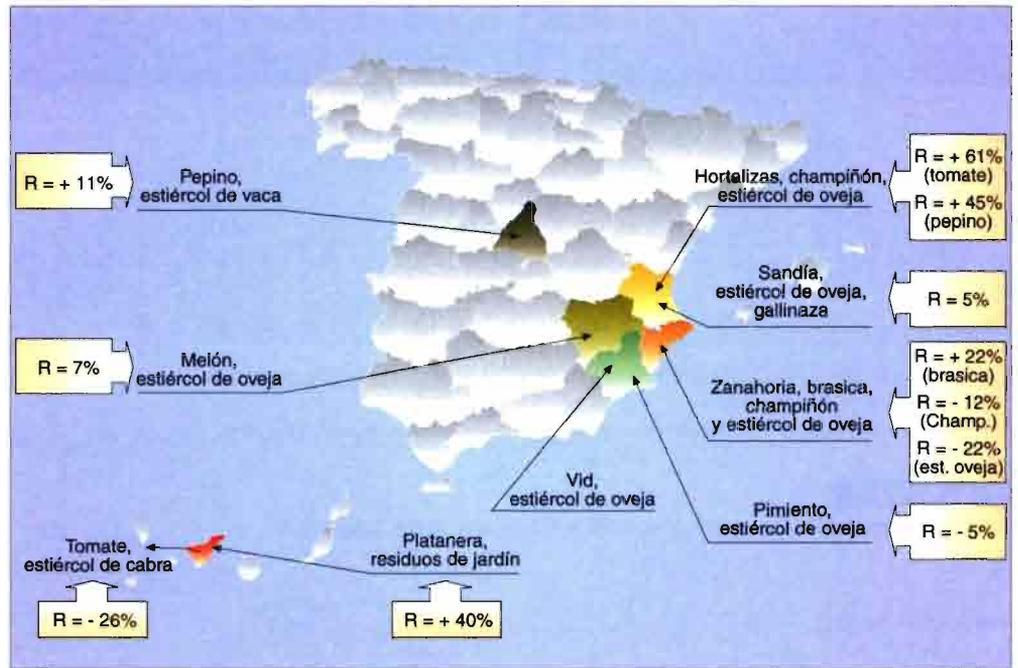
Por otro lado están las alternativas no químicas, que se recogen en el cuadro 2, señalando los principales cultivos donde se aplican en España. En el informe del MBTOC (2002) se destacan la solarización con biofumigación, el cultivo sin suelo o en sustratos, los injertos, el vapor de agua y sobre todo el manejo integrado de plagas. En segundo lugar están las prácticas culturales, como son: rotación, enmiendas orgánicas y compost, época de plantación, labores, manejo del agua o inundación, cubiertas, cultivos intercalares, cultivos de crecimiento rápido, plantas trampa y antagonistas, así como una adecuada fertilización y control de la nutrición de la planta, considerando como alter-

nativas potenciales los agentes de control biológico y los inductores de resistencia: microorganismos endofíticos, micorrizas y rizobacterias. También se hace referencia como alternativas al fuego y otros métodos físicos.

En España, entre las alternativas no químicas que se vienen aplicando destaca la biofumigación sola o combinada con solarización, que está siendo una alternativa eficaz especialmente en hortalizas, pimiento, tomate, flor cortada y vid (fig. 1). Se define la biofumigación como: "la acción de las sustancias volátiles procedentes de la degradación de la materia orgánica como fumigantes para el control de los patógenos vegetales de origen edáfico". Se mantiene su eficacia en el tiempo cuando forma parte de un sistema integrado de producción de cultivos. Los biofumigantes, además, al actuar como biomejoradores estimulan la actividad biológica del

**Figura 1:**

**Biofumigación y rentabilidad del cultivo (R) en comparación con el BM en España**



Comercialización y servicio post-venta de productos:

**Cermosán**  
Maquinaria para Horticultura Ornamental

**JAVO** by HOLLAND & **Cermosán**  
Maquinaria para Horticultura Ornamental

para España y Portugal

**MECANIZACIÓN INTEGRAL DE VIVEROS**

- Enmacetadoras
- Alimentadoras de sustratos
- Mezcladoras de sustratos
- Máquina para Big-Bale
- Sistemas de robotización
- Transporte interno
- Cintas transportadoras
- Nebulizadores eléctricos
- Dosificadores de abonos sólidos
- Sembradoras
- Llenadoras de macetas
- Lavadoras de bandejas
- Pinzas portamacetas
- Otros complementos...



Super "Mega"

Camino de La Mata, s/n - 46610 Guadassuar (Valencia)  
Tel.: +34 96 257 20 67 - Fax +34 96 212 02 31  
www.cermosan.com e-mail: info@cermosan.com

**Cuadro 3:**

**Situación del BM como fumigante de suelos en la UE (toneladas) <sup>(1)</sup>**

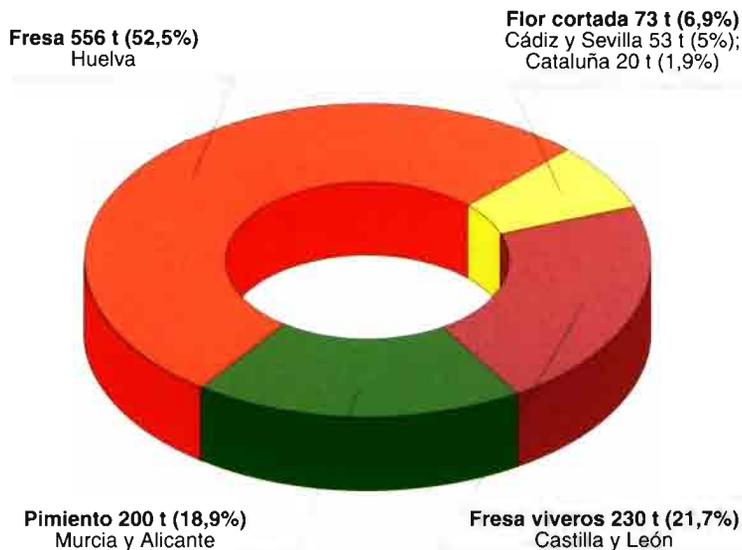
Países	Año 1993	Reducción 75% (2003)	Usos cítricos Solicitados	Recomendado	% año 1993
1. Portugal	209	52	200	50,0	23,9
2. Bélgica	400	100	100	49,5	12,4
3. Reino Unido	425	106	92	74,0	17,4
4. Grecia	950	238	350	186,0	19,6
5. Francia	1.500	375	490	458,0	30,5
6. España	4.238	1.060	1.059	1.050,0 <sup>(2)</sup>	25,0
7. Italia	7.000	1.750	2.840	1.876,0	26,8
<b>Total</b>	<b>14.722</b>	<b>3.681</b>	<b>5.131</b>	<b>3.752,5</b>	

<sup>(1)</sup> No se utiliza BM como fumigante de suelo en Alemania, Austria, Dinamarca, Finlandia, Irlanda, Holanda, Luxemburgo y Suecia.

<sup>(2)</sup> España está pendiente de la confirmación del BM para la producción de fresa.

**Figura 2:**

**BM solicitado como usos críticos por España**



suelo, mejorando al mismo tiempo sus propiedades físicas y químicas. La biofumigación se ha aplicado en el control de hongos, insectos del suelo, nematodos y plantas adventicias, pudiendo regular los problemas de bacterias y virus con una eficacia similar a los pesticidas convencionales, ayudando a resolver los problemas de replantación en el caso de los frutales y viñedos. Además utiliza los recursos locales como biofu-

migantes, haciendo de la agricultura un medio para resolver problemas ambientales en lugar de crearlos (Bello y col., 1997b, 2003a).

**Usos críticos**

Actualmente se están evaluando los usos críticos para el año 2005, los resultados se conocerán en marzo de 2004, después de que lo hayan analizado los diferentes países que forman parte

del protocolo de Montreal (MBOC, 2003, 2004). En la EU sólo han solicitado usos críticos siete países: Bélgica, España, Francia, Grecia, Italia, Portugal y Reino Unido, el resto de los países no utilizan BM como fumigante de suelo (cuadro 3).

En el caso de España, se han solicitado 1.059 t como usos críticos: 556 t para la producción de fresa (Huelva), 230 t viveros de fresa (Castilla y León), 200 t pimientos bajo cubierta (Alicante y Murcia) y 53 t para flor cortada (Cádiz y Sevilla) y 20 t para flor cortada en Cataluña (fig. 2). Esto supone, si se conceden los usos críticos solicitados, que los restantes cultivos y regiones no podrán utilizar BM a partir del uno de enero de 2005. Se debe tener en cuenta que la solicitud de usos críticos tiene que estar avalada por un proceso de reducción de dosis (15 g m<sup>-2</sup> por superficie tratada), reducción de la superficie tratada mediante tratamiento en bandas, frecuencia de aplicación (cada dos años o sólo en zonas de incidencia alta de patógenos) y concentración de BM/Pic (50:50 ó 33:67), así como la utilización de plásticos VIF que reduzcan las emisiones, pero sobre todo que exista un proyecto de investigación sobre alternativas al BM que justifique la solicitud de usos críticos, sólo se podrán dar razones técnicas o económicas. Actualmente se está desarrollando el proyecto Inia OT03-006-C7: "Optimización y desarrollos en las alternativas al bromuro de metilo. Usos críticos."

En el resto de los países no "artículo 5 %", se han concedido usos críticos para Australia (138,55 t): flor cortada en campo (18,4 t), flor cortada protegida (10,4 t), bulbos protegidos (7,0), producción de fresa (67,0 t) y viveros de fresa (35,75 t); Bélgica (49,49 t): lechuga y endivia (25,19 t), tomates protegidos (5,7 t), pimiento y berenjena (3,0 t), espárrago (0,67 t), cucurbitáceas (0,61 t), viveros de fresa (3,4 t), achicoria (0,18 t), puerro y cebolla (0,67 t), flor cortada (4,0 t) y

crisantemo (1,12 t); Canadá (7,95 t) para viveros de fresa; Francia (458,0 t): zanahoria (8,0 t), cucurbitáceas (85,0 t), viveros forestales (10,0 t), viveros frutales (15,0 t), flor cortada (60,0 t), replantación (25 t), solanáceas (125,0 t), viveros de fresa (40,0 t) y producción de fresa (90,0 t); Grecia (186,0 t): cucurbitáceas (30,0 t) y tomates (156,0 t); Italia (1876 t): berenjena (194,0 t), melón (117,0 t), flor cortada (250,0 t), pimiento (124,0 t), viveros de fresa (100,0 t), producción de fresa (391,0 t) y tomates (700,0 t); Japón (279,5 t): melón (94,5 t), sandía (71,4 t), pimiento (74,1 t) y pepino (39,4 t); Portugal (50 t) para flor cortada; UK (74,0 t): viveros ornamentales (6,0 t) y fresa y frambuesa (68,0 t); EE.UU. (7.328,8 t): berenjena (73,56 t), viveros forestales (192,51 t), viveros frutales (45,8 t), replantación (706,2 t), crisantemos y rosas (29,41 t), pimientos (1.085,3 t), producción de fresa (1.34 t), viveros de fresa (54,99 t), batatas (224,53 t), tomates (2.865,3 t), jengibre (9,2 t) y campos de golf (207,0 t). Si se incluye España, teniendo en cuenta que 278 t estarán en revisión en el mes de marzo, se han solicitado 11.501,29 t por los países del no "artículo 5", lo que supone un consumo del 19,1 %, si se compara con las 60.200 t consumidas en 1990. Por cultivos, destacan en primer lugar los tomates con 3.852 t, seguido por la producción de fresa 3.006 t, pimientos y berenjenas 1.754 t, replantación 731 t, flor cortada 503 t, viveros de fresa 472 t, cucurbitáceas 437 t, viveros 269 t, batatas 225 t, campos de golf 207 t y otros 45 t.

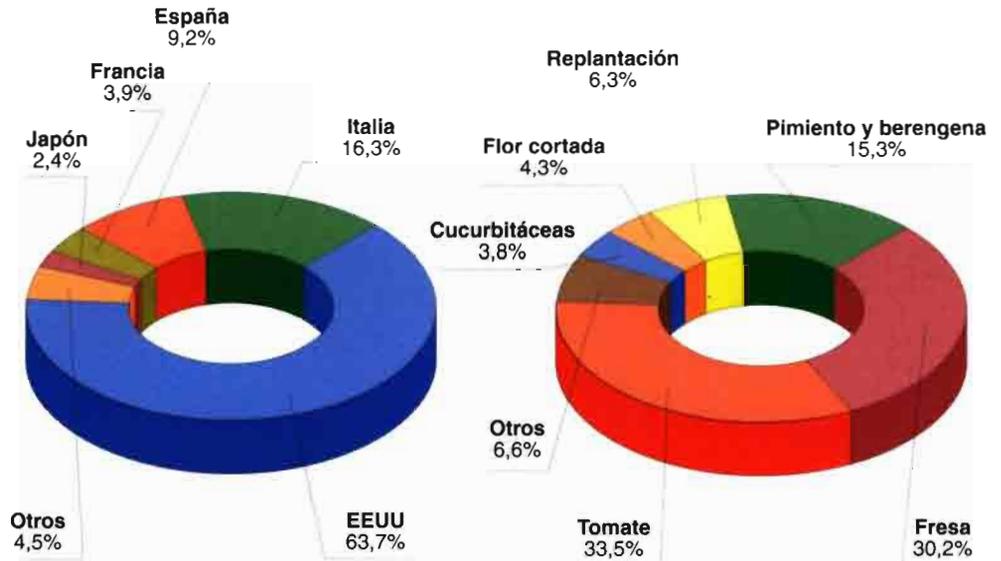
## Discusión y conclusiones

Si se hace un análisis a escala global ("meta-análisis") por cultivos, se puede afirmar que en general existen alternativas al BM, por lo que los usos críticos quedarían reducidos a problemas técnicos o económicos de transferencia de tecnología en cultivos pertenecientes a zonas muy concretas.

Si tomamos como referencia el caso de los usos críticos en

**Figura 3:**

**Usos críticos de BM por países y cultivos recomendados por el MBTOC para el 2005**



España, entre los problemas existentes, destaca en primer lugar el registro de las alternativas como es el caso del 1-3, D/Pic para flor cortada en Andalucía (Cádiz y Sevilla) y Cataluña, aunque el producto está registrado para el clavel. En el caso del clavel las limitaciones se centran, en el hecho de que debido a razones económicas la duración del cultivo es de dos a

tres años y el 1,3-D/Pic no es eficaz, aunque desgraciadamente tampoco parece que los sea el BM, por lo que sería necesario desarrollar "programas estratégicos" que permitieran la transformación de las técnicas de cultivo en flor cortada, como sería la introducción de cultivos sobre sustratos, así como el uso de vapor de agua como técnica de desinfección o la biofumigación.

En el caso del pimiento en Murcia y Alicante los problemas se centran en que es un cultivo de larga duración (noviembre a septiembre, pueden alcanzar once meses), con lo cual los problemas de patógenos se pueden reproducir a partir del mes de junio. Por otro lado se trata de un monocultivo, sobre suelos arcillosos, donde la utilización de 1,3-D/Pic no resulta eficaz. En este cultivo existen alternativas como es el caso de la biofumigación, la utilización de variedades resistentes y el injerto, pero sería necesario en primer lugar desarrollar un protocolo de producción integrada, donde incluso se podrían incluir nematocidas convencionales, aunque las principales limitaciones

**El MBTOC define una "alternativa" como aquellos tratamientos o procedimientos químicos y no químicos que son técnicamente viables para el control de organismos patógenos, permitiendo la eliminación del BM, así mismo se establece la diferencia entre "alternativas existentes", que son las que se están aplicando o se han aplicado en alguna región concreta, y "alternativas potenciales", que son las que están en proceso de investigación o desarrollo**



sería el desarrollo a nivel comercial de las técnicas de injerto, con la disponibilidad de plantas y semillas de variedades resistentes.

La utilización de BM en viveros de fresa se mantiene fundamentalmente por motivos de sanidad vegetal, para evitar riesgos de dispersión de organismos patógenos, aunque sería necesaria una reducción de las dosis, de la frecuencia (cada dos años) y sobre todo de las concentraciones (50:50 ó 33:67). En el caso concreto de Castilla y León es necesario comprobar experimentalmente la eficacia de estas alternativas. No conviene olvidar que Castilla y León con 230 t solicitadas de usos críticos en los viveros de fresa ocupa el primer lugar en el mundo de consumo de BM para este cultivo, incluso EE.UU. sólo consume 55 t. En algunos países la planta de fresa se está obteniendo sobre sustratos.

Por último los usos críticos en la producción de fresa en Huelva con 556 t (52,5 %) es el que más problemas ha planteado, incluso el MBTOC ha planteado que se haga una reducción del 50 % (278 t), puesto que se considera una alternativa válida el 1,3-D/Pic

y metamsodio + cloropicrina, pero aún existe la falta de seguridad de que se mantenga el registro de este producto en la UE debido a su toxicidad y acción contaminante. Mientras tanto sería necesario registrar el BM a la concentración de 33:67, así como confirmar su eficacia, al mismo tiempo que tener en cuenta el hecho de que la aplicación se hace a la mitad de la superficies, por lo cual la dosis de 400 kg ha<sup>-1</sup> debería de reducirse, puesto que sólo se tiene en cuenta por el MBTOC la superficie tratada.

Por último, en la mayoría de los casos de usos críticos de BM sólo se han recomendado alternativas químicas, principalmente el 1,3-D/Pic, siendo fundamental

**Según el informe del MBTOC (2002) la relación de cultivos es muy similar al informe del MBTOC (1995), aunque se añade la aplicación de BM para replantación en frutales y viñedos, así como en campos de golf, señalando que el consumo ha pasado de 60.200 t en el año 1990 a 45.360 t en el año 2000.**

tener en cuenta que es un producto tóxico y contaminante. Por otro lado están las alternativas no químicas que se recogen en el cuadro 2, con especial referencia a los sistemas de producción integrada, así como las técnicas de cultivos sin suelo y el empleo de vapor de agua, pero sobre todo el uso de variedades resistentes y el injerto, que es altamente eficaz en el caso del pimiento, y la biofumigación que se puede aplicar en la mayoría de los cultivos, estando bien desarrollada en pimiento, y en algunos casos en flor cortada y en fresa. Las alternativas no químicas como la biofumigación y variedades resistente o el injerto pueden permitir desarrollar sistemas de producción ecológica, que son considerados en la UE como un indicador de calidad ambiental. No conviene olvidar que técnicamente se considera que cada año es posible reducir un 10 % de BM, mediante la adopción de alternativas.

---

■ **En España, entre las alternativas no químicas que se vienen aplicando destaca la biofumigación sola o combinada con solarización, que está siendo una alternativa eficaz especialmente en hortalizas, pimiento, tomate, flor cortada y vid**

---

**Para saber más**

■ Bibliografía completa en [www.horticom.com?56898](http://www.horticom.com?56898)



# **ATOMINAL<sup>®</sup> 10 EC**

**INSECTICIDA REGULADOR DEL  
CRECIMIENTO DE LOS INSECTOS**

*Una nueva arma potente y segura contra la  
**MOSCA BLANCA** de las **HORTALIZAS***