



ECOLOGIA

El desarrollo sostenible y las alternativas al bromuro de metilo

* J. L. Porcuna

** J. M^a Cbornet

* SERVICIO DE SANIDAD Y CERTIFICACIÓN VEGETAL

** SERVICIO DE PROMOCIÓN COMARCAL



El concepto de desarrollo sostenible hace referencia a situaciones provocadas por el propio proceso dinámico del desarrollo, en el que aparecen situaciones de conflictos y desequilibrios, que son en sí mismas reflejo de la presencia de situaciones cambiantes.

LA MEMORIA HISTÓRICA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Estas situaciones, obligan a realizar una reflexión sobre el crecimiento tanto en términos cuantitativos (crecimiento del PIB, aumento del consumo per cápita), como en términos cualitativos (calidad de vida, equidad). Como todo proceso dinámico, tiene un componente de velocidad y otro de dirección. Pues bien, el término **sostenibilidad** pone énfasis en la dirección del propio proceso de desarrollo, en el sentido de que no comprometa las posibilidades de bienestar de las generaciones venideras.

Una gran parte de la literatura disponible tiende a reducir el concepto de sostenibilidad únicamente en términos ecológicos, obviando que aunque este enfoque puede resultar útil en muchos casos, es incompleto, al no considerar la dimen-

sión social, política y económica, tan importante o más que la ecológica.

La sustentabilidad va a depender en los países desarrollados, de la capacidad de la sociedad para invertir en investigación y desarrollo de tecnologías alternativas, en obras, en educación, en prácticas de gestión que eviten daños irreparables en el medio ambiente y en sustitutos eficientes para los recursos escasos o con riesgos de agotamiento.

El desarrollo sostenible supone invertir en investigación y aplicación de tecnologías alternativas.

El desarrollo sostenible pone en evidencia, la íntima, inevitable y mutua interdependencia, entre sistema natural y desarrollo. Si el primero constituye la base de todo progreso y bienestar social, y proporciona los recursos para su logro, es la



actividad y el desarrollo los que proveen los medios financieros, científicos, técnicos y organizacionales que permiten la utilización racional y eficiente del sistema. El desarrollo sostenible es un constante proceso de cambio en el cual la explotación de los recursos naturales, la dirección de la inversión y del progreso científico-tecnológico, junto al cambio institucional, permiten compatibilizar la satisfacción de las necesidades sociales. El desarrollo sostenible reconoce la existencia de límites y conflictos, que deben ser superados con la inventiva y la capacidad humana.

Muchas reflexiones podemos realizar a partir de estos conceptos, especialmente si tenemos en cuenta la situación sanitaria de nuestros campos, en los que el incremento de plagas y enfermedades ha sido constante y en los que resulta muy difícil frenar la disminución generalizada, que inevitablemente se va produciendo, en las producciones de la mayoría de nuestros cultivos hortícolas, cítricos, etc.

Llevamos bastante tiempo luchando con las viejas plagas y enfermedades, más las nuevas, sin que consigamos avanzar, incluso en muchas ocasiones el agricultor siente que estamos retrocediendo. Recordemos que las primeras disposiciones legislativas para la lucha contra el **poll-roig** (*Chrysomphalus dictyospermi*, Morg.) datan de 1911 y las relativas al control de la cochinilla acanalada (*Icerya Purchasi* Mask) de 1922. La legislación primera del **Piojo de San José** data de 1898 (As-



pidiotus perniciosus, Comst), la de la **mosca de la fruta** (*Ceratitis capitata*, Wied) de 1924 y la del **escarabajo de la patata** de 31 de Diciembre de 1891. Mas lejos aún quedan las disposiciones sobre el **mildiu** de la vid, mediante la Orden de 1º de Julio de 1888, y aún seguimos sin poder controlar del todo el **oidio** en este cultivo, a pesar de que en el Real Decreto de 3 de Febrero de 1854 ya se daban normas sobre su control.

En una sociedad con un desarrollo tecnológico sin precedentes, con variedades híbridas resistentes, con abonos minerales y orgánicos de todo tipo, con estimulantes y fitoreguladores y con una gama de fitofármacos increíble, seguimos casi como al principio, y sin comprender dónde estuvo nuestro error.

LOS MECANISMOS POLÍTICOS Y EL MEDIO AMBIENTE

En Septiembre de 1987, los países de todo el mundo fueron invitados a un evento organizado en Montreal (Canadá), para analizar la responsabilidad de ciertos compuestos químicos como destructores de la capa de ozono. Como consecuencia de dicha reunión, se redactó un Protocolo que fué firmado por 25 nacio-

nes. El 1 de enero de 1989 entró en vigor el citado convenio, que pretendía establecer unas líneas comunes de actuación a nivel mundial, para eliminar progresivamente las sustancias responsables de la disminución de la capa de ozono.

Durante la cuarta reunión de los miembros del protocolo de Montreal en Noviembre de 1992, se reconoció oficialmente al **bromuro de metilo** como responsable del deterioro de la capa de ozono, cifrándose aproximadamente su responsabilidad en este deterioro sobre el 10% y acordando los miembros agregar este producto a la lista de sustancias controladas, a la espera de un riguroso informe que se encargó al Comité en Opciones Técnicas para el Bromuro de Metilo (MBOTC), antes de decidir un programa de eliminación del referido producto.

El Plan provisional propuesto en 1992 disponía:

- Congelar la producción de bromuro de metilo a los niveles de 1991, comenzando en Enero de 1995.
- Una reducción significativa de la producción de bromuro de metilo para el año 2000 (UNEP 1992).

No obstante numerosos científicos y técnicos piensan que el pro-

*Seguimos casi como
al principio, sin
comprender dónde
estuvo nuestro error.*

grama que el Protocolo de Montreal propuso para el bromuro de metilo era muy débil teniendo en cuenta la rapidez con que este producto destruye la capa de ozono. A esta propuesta de fortalecer el plan de eliminación, se adhirieron en la reunión de 1993, diecisiete países entre los que se incluían EE.UU, Israel, Italia, etc... Estos países declararon su intención de reducir por ellos mismos el uso de bromuro de metilo al menos en un 25% para el año 2000, y la de eliminar el plaguicida tan rápidamente como les fuera posible (UNEP 1993).

EL PROTOCOLO DE MONTREAL Y LOS PAÍSES "EN VIAS DE DESARROLLO"

El artículo 5º del Protocolo de Montreal define como país en desarrollo aquél que "tiene un nivel de consumo calculado (producción, mas importación menos exportaciones) de una sustancia controlada menor de 0,3 kg per cápita".

Estos países tendrían derecho a demorar el cumplimiento de las medidas de reducción adoptadas, hasta en 10 años respecto a los países industrializados, y además se les per-

El bromuro de metilo es uno de los responsables de la destrucción de la capa de ozono.

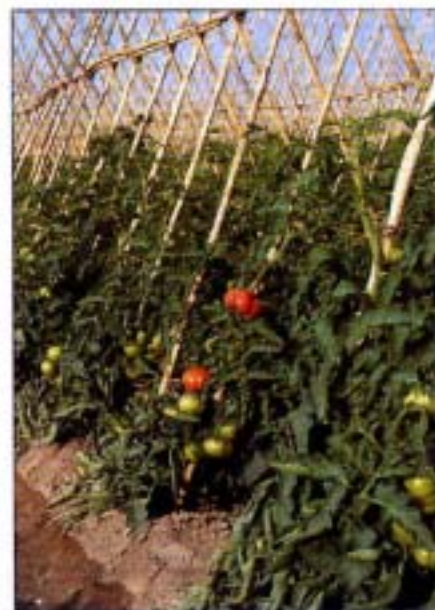
mitirá un incremento de los niveles de consumo de hasta un 15%.

En numerosos foros ha sido duramente criticada esta medida, ya que entienden que si el producto es eliminado en los países desarrollados, igualmente puede ser eliminado en los países en desarrollo, especialmente cuando ya existen alternativas suficientes para no verse afectados en las producciones a causa de la eliminación. Se entiende que esta medida significaría en la práctica el que los países desarrollados pudieran situar sus excedentes en los países del hemisferio Sur, como ya ocurrió con otros plaguicidas del "círculo del veneno", tales como el DDT entre otros, que a pesar de haber sido prohibido en EE.UU y Europa, continuó utilizándose ampliamente en los países en desarrollo.

LOS COSTES REALES DEL USO DEL BROMURO DE METILO

El bromuro de metilo es considerado como un producto relativamente económico por sus usuarios debido a que elimina prácticamente a todos los organismos vivos con los que entra en contacto. En términos de costos ambientales, el bromuro de metilo llegó incluso a ser considerado alguna vez "mas seguro" que otros productos, puesto que no persiste en el agua ni el suelo y porque su acumulación en los organismos vivos es muy lenta. Sin embargo, cuando se ha estudiado su efecto sobre la salud humana y el ambiente, han aparecido importantes causas cuyos costes es preciso también tener en cuenta y valorar.

En 1993, el programa "United States Department of Agriculture's National Agricultural Pesticide Impact Assessment Program (NA-PIAP)", midió el efecto económico de la eliminación del bromuro de metilo. En el informe realizado se considera que la producción de la mayor parte de las mercancías que dependen del bromuro de metilo era imposible si el producto era eliminado, lo que provocaría un impor-



tante aumento de precios para los consumidores.

Otro estudio realizado por USDA (United States Department of Agriculture's National) en 1988 analizó los efectos de prohibir un importante número de fumigantes del suelo incluyendo el bromuro de metilo. Los resultados del trabajo consideraban que la utilización de alternativas no químicas (control cultural y biológico), no sólo no perjudicaría a los productores sino que aumentaría el ingreso neto de éstos en los cultivos al aire libre.

Independientemente de estos estudios, lo que sí resulta interesante es analizar los costes totales que conlleva la utilización del bromuro de metilo, sean o no soportados estos costes por los propios agricultores o empresas que lo utilizan.

COSTES DE SALUD

Se incluye en este apartado, los costes ocupacionales directos, y aquellos que se derivan indirectamente de la utilización de este tipo de productos.

En el primer caso habría que recoger los costes de los accidentes ocupacionales de aquéllos que manipulan el producto; en el segundo caso se recogen los problemas causados por la disminución de la capa de ozono y su relación con el aumento de cánceres de piel, cataratas, etc. La gravedad de estos problemas y su importancia, son tomados raramente en consideración a la hora de calcular los coste de la utilización del citado producto.

COSTES AMBIENTALES

La disminución de la capa de ozono conlleva un aumento de las radiaciones ultravioletas de tipo B que llegan a la superficie de la tierra (UV.-B). Este aumento de radiación puede llevar a las plantas a disminuir

La disminución de la capa de ozono aumenta las radiaciones ultravioletas, debilitando el sistema inmunológico.

su fotosíntesis, produce daños en el ganado y debilita el sistema inmunológico de forma similar que en los humanos. Esta disminución de los rendimientos de cultivos y de la ganadería deben de tenerse en cuenta en cualquier estudio riguroso.

EL EJEMPLO ALEMÁN

En 1977, hace ya casi 20 años, Alemania empezó a eliminar el bromuro de metilo como fumigante del suelo para cultivos alimenticios debido a las preocupaciones acerca de los residuos en alimentos. En 1992 el gobierno alemán prohibió el uso del bromuro de metilo en alimentos. Esta prohibición se extendió incluso

a cultivos no alimenticios a finales de los años 80, cuando empiezan a aparecer los problemas de contaminación de las aguas subterráneas. Posteriormente Suiza y Holanda también redujeron el uso del bromuro de metilo debido a la preocupación por la contaminación de las aguas subterráneas.

Consecuentemente, estos tres países se vieron obligados a utilizar las rotaciones de cultivos y limitadas esterilizaciones de los campos con vapor de agua. Se han diseñado distintos modelos de rotaciones para muchos cultivos; por ejemplo, para la fresa se diseñó una rotación de tres y cinco años, utilizando cultivos intercalares de cereales y alfalfa. En otros casos se han utilizado rotaciones de hortalizas muy parecidas a las utilizadas tradicionalmente por nuestros agricultores en la huerta de Valencia, que incluían en el cultivo de hortalizas cultivos intercalares de maíz, patatas y leguminosas.

Por otra parte, aunque la esterilización de los suelos con vapor de agua es relativamente cara, es ampliamente utilizada en la producción en invernaderos en Europa, ya que la rentabilidad de los cultivos permite dicho coste.



La desinfección con vapor de agua es muy utilizada en diversos países europeos.

**SEMINARIO INTERNACIONAL
"ALTERNATIVAS AL BROMURO
DE METILO" DE ALMERÍA**

Durante el 29 y 30 de abril de 1996, se desarrolló este evento en Almería, como paso previo a la próxima reunión del Methyl Bromide Technical Options Committee (MBTOC).

Científicos y técnicos de todo el mundo se dieron cita en este encuentro con el fin de mostrar las múltiples alternativas que se barajan de cara a reemplazar la utilización del Bromuro de Metilo.

Bill Thomas, (U.S. Environmental Protection Agency, Washington), afirmó haber quedado demostrada la relación de este gas con la destrucción de la capa de ozono. Posteriormente el profesor Rodrigo Rodríguez Kabana (Universidad de Alabama, U.S.A.), matizó la necesidad de buscar soluciones locales, ya que no existían fórmulas globales para abordar el problema de la retirada del bromuro de metilo. Ilustró su argumentación con el ejemplo de las empresas ornamentales de Colombia que habían sustituido este producto por **compost** procedente de los propios restos vegetales. El compost también era rotado con el fin de no utilizarlo sobre los mismas especies vegetales que lo constituían.

Alfredo de Miguel (Conselleria de Agricultura y Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana), expuso la utilidad de los injertos de sandía sobre calabaza, como método para impedir las desinfecciones de suelos. Por su parte Vicente Cebolla (IVIA),

expuso los efectos favorables que se obtienen al combinar las aplicaciones de desinfectantes a dosis reducidas con la utilización de técnicas de solarización del terreno. José L. Porcuna (Servicio de Sanidad Vegetal de la Conselleria de Agricultura de la Generalitat Valenciana) expuso la necesidad de abordar el proceso de cambio tecnológico con programas completos de formación para los técnicos y agricultores encargados de llevarlos adelante, ilustrando su exposición con los programas de formación desarrollados en la Comunidad Valenciana para técnicos de

ADV (Agrupaciones de Defensa Vegetal), por la Federación de Cooperativas y el Instituto de Cooperativismo Agrario Valenciano.

Por otra parte, D. Vicente Celada (Investigación S&G), expuso la necesidad de recuperar las características agronómicas de las variedades resistentes, para favorecer los procesos productivos. D. Giovanni Minuto (Departamento de Patología Vegetal de la Universidad de Turín, Italia), expuso los programas que habían desarrollado en su país para reducir las aplicaciones desde 60 grs/m² hasta 20 grs/m², con resul-

Compostaje de estiércol.



Estiércol en las boqueras de riego para su reparto.



tados similares en cuanto al control de patógenos. D. Antonio Bello (CSIC), expuso las posibilidades de las rotaciones, utilización de estiércoles poco hechos en el control de nemátodos. Indicó cómo la presencia de *Pasteuria* spp, produce importantes acciones de control de nemátodos en ciertos sistemas bien gestionados, habiéndola detectado en los campos de tomates de Canarias y El Perelló (Valencia). El Dr. Sheila Daar (The biointegral resource Center, Berkeley, California), hizo hincapié en la utilización del compost como medida de control de problemas de suelo en cultivos hortícolas.

Entre las alternativas químicas se presentaron trabajos de utilización de Metam sodio, y Dicloropropano-dicloropropeno entre otros.

ALTERNATIVAS NO QUÍMICAS MÁS ADAPTADAS A NUESTRAS CONDICIONES MEDITERRÁNEAS

PRÁCTICAS CULTURALES

Rotación de cultivos: La rotación de cultivos ha sido utilizada tradicionalmente por nuestros agricultores como la más eficaz medida preventiva para poder realizar producciones sin problemas causados por agentes patógenos del suelo, como los nemátodos y los hongos.

Estos conocimientos empíricos, han sido contrastados científicamente, poniendo en evidencia al papel de ciertas plantas como protectoras frente al desarrollo de problemas patológicos en el suelo. Rotaciones clásicas en la huerta valenciana estaban integradas por más de 6 cultivos y diseñadas de tal forma que se tardaban más de cuatro años hasta que un cultivo volvía a repetirse. Como ejemplo podemos citar una rotación clásica de la huerta valenciana que incluía 7 cultivos y duraba 6 años: Coliflores tempranas (agosto a noviembre), cebolla (diciembre a



Bombonas de bromuro y báscula.

mayo), chufas (mayo a diciembre), patatas (diciembre a abril), lechugas (abril a julio), alcachofa (agosto del primer año hasta abril) y permanecía en el terreno de 3 a 4 años, melones (abril a agosto).

Otra rotación típica de la huerta consistía en: patata (diciembre a abril), chufa (mayo a diciembre), cebolla (diciembre a mayo), alcachofa (de agosto a mayo) durante 3 o cuatro años, lechugas (de abril a julio), coliflores (de agosto a diciembre).

FECHAS DE SIEMBRA

Las estrategias de utilizar las fechas de siembra han sido utilizadas tradicionalmente para conseguir de esa manera adelantar el cultivo lo suficientemente para que cuando se presente la plaga o la enfermedad éste se encuentre ya suficientemente desarrollado, o, al contrario, retrasando la fecha de siembra con el fin de que las condiciones idóneas para la plaga o enfermedad hayan dejado de ser favorables para su implantación en el cultivo.

Así por ejemplo, en las zonas con problemas de nemátodos, se intenta adelantar la siembra durante el invierno con el fin de que cuando se alcanzan las temperaturas altas con la

llegada del verano el cultivo haya realizado la mayor parte de su producción.

TIERRAS EN DESCANSO Y CULTIVOS DE COBERTERA

La introducción de cultivos para abono verde, cereales y leguminosas fundamentalmente, producen efectos favorables importantes:

- rompiendo el ciclo de los patógenos de los cultivos que al tener hospedadores adecuados ven reducir sus poblaciones sensiblemente.
- al cubrir el suelo, impiden el desarrollo de las "malas hierbas", que germinan pero encuentran dificultades para desarrollarse por la fuerte competencia del cultivo.

UTILIZACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

La adición de materia orgánica al suelo, provoca un aumento considerable de las poblaciones microbiológicas presentes en el suelo. Al aumentar la presencia de microorganismos los procesos de competencias aumentan, por lo que el desarrollo de aquellas especies que producen problemas patológicos se ven muy reducidas en comparación con los suelos con pobre actividad biológica.

No resulta extraño pues, que los agricultores valencianos, optaran por la prudencia y siguieran manteniendo los abonos orgánicos durante la época, hacia 1900, en que se empezaba a introducir "el guano". El abonado en verde, era una práctica habitual que se venía realizando probablemente desde la época de los árabes, y que también fue mantenida como práctica habitual junto a las rotaciones, por los efectos beneficiosos que producía, hasta casi los años 40.

En la actualidad, muchos de los problemas endémicos en los cultivos de la Comunidad Valenciana se relacionan con los bajos niveles de materia orgánica presentes en nuestros suelos, valorados como media con niveles inferiores al 1%.

CONTROL BIOLÓGICO

Hemos visto en el punto anterior, que en los suelos con niveles altos de actividad biológica las posibilidades de que se desarrollen los organismos patógenos es más difícil debido a los altos niveles de competencia. Además de la competencia, aparecen otros fenómenos en los que las relaciones que se establecen están determinadas por relaciones de parasitismo.

Como ejemplo podemos citar el desarrollo de actinomicetos como **Pasteuria penetrans** en muchos campos de tomate con alta incidencia de nemátodos formadores de nódulos. Esta presencia ha sido asociada por el Dr. Bello y colaboradores a la práctica de los agricultores de dejar en el suelo las raíces colonizadas por los nemátodos, en contra de las prescripciones de los servicios técnicos oficiales que recomendaban la extracción y destrucción de la masa radicular del cultivo afectado.

Los ensayos realizados hasta ahora por el Servicio de Sanidad Vegetal para el control de hongos patógenos del género **Fusarium** con distintos aislados de **Tricoderma**, no han sido satisfactorios probablemente porque las condiciones de producción de éstos eran muy diferentes, y no eran capaces de adaptarse a las condiciones físicas y químicas de nuestros suelos. La utilización de productos microbiológicos para el control de plagas y enfermedades, probablemente solo dé buenos resultados cuando se aíslan y desarrollen las cepas presentes en nuestros propios suelos habituales a las características de nuestros ambientes mediterráneos.

SOLARIZACIÓN

La información con que contamos en la actualidad con respecto a las posibilidades de la solarización es muy abundante a nivel mundial y generalmente coincidente en cuanto a las posibilidades de aplicar este método en los países con altos índices de insolación como los de la cuenca del mediterráneo. En este sentido los trabajos realizados por el Dr. Cebolla (IVIA), confirman los excelentes resultados obtenidos con la utilización del método, bien solo, o en los casos que fuera necesario reducir los días de solarización, implementándolo con la utilización de dosis reducidas de fungicidas o desinfectantes de suelos para reforzar la acción de la propia solarización.

CONCLUSIONES

La eliminación de la utilización del bromuro de metilo, va a suponer un esfuerzo importante de adaptación tecnológica en nuestra Comunidad, especialmente en las explotaciones de invernaderos de cultivos hortícolas en las que las rotaciones eran cortas o no se realizaban y en las explotaciones ornamentales. En

Desinfección con bromuro de metilo.



Desinfección de invernadero por solarización.



la recuperación de la utilización del compost como base de la fertilización de los campos, en la utilización de coberturas vegetales y plásticas para el control de la flora arverse, y en el empleo de amplias rotaciones, descansan los recursos básicos que sirvan para sustituir al bromuro de metilo .

La puesta en marcha de este proceso de adaptación tecnológica va a suponer la recuperación cuatro siglos más tarde, de la filosofía agrícola árabe que diseñó nuestro territorio en el siglo XVI, basándose en conceptos muy claros, que han conformado nuestros campos y permanecen vigentes aún hoy en la actualidad.

- óptima utilización del agua.
- compleja estructuración en huertos y regadíos.
- elevada biodiversidad de especies y variedades.
- técnicas agronómicas muy complejas tales como:
 - siembra en viveros
 - injertos
 - trasplantes.
 - podas
 - polinización
 - rotación y asociación con leguminosas.
 - control de plagas con sustancias vegetales.

Quizás ha llegado la hora de recoger esta cultura a través de la puesta en marcha de un Instituto de Agricultura Sostenible, que sirva de referencia, de memoria histórica de lo que fué el manejo respetuoso y productivo de nuestros agrosistemas, que sirva para adaptar las tecnologías que importamos y para valorar a la vez que sus consecuencias técnicas, las sociales y culturales, que sirva de apoyo al desarrollo de los programas técnicos de Producción Integrada y Agricultura Ecológica. Que integre todos los trabajos de in-

vestigación y desarrollo que se realizan con esta orientación en nuestras Universidades y Centros de Investigación, que sirva en definitiva, para recordar mediante una Red de Parcelas Testigos, el como pueden evolucionar nuestras parcelas y nuestros cultivos, cuando son manejados con técnicas que tienen en cuenta además de la productividad, las posibilidades de que el sistema continúe funcional durante muchos años, sin hipotecar la fertilidad del suelo ni la calidad de las aguas, sin contribuir a crear razas resistentes de hongos e insectos, sin depender de tecnologías importadas, pero sin renunciar al futuro y al progreso. Valorando la contribución paisajística y al medio ambiente que aporta el diseño en mosaico que realizaron nuestros antepasados de los campos.

La agricultura constituye una expresión de cómo han ido evolucionando

las sociedades y la naturaleza, y en sus agrosistemas, muestra la huella de las sociedades rurales que la precedieron. Esta evolución ha sido conducida por el conocimiento campesino, que a lo largo del tiempo ha ido seleccionando, adaptando y experimentando con distintas especies, variedades y técnicas. Este proceso dinámico y cambiante, muestra la capacidad de los pueblos para la adaptación, y su supervivencia constituye una forma de incalculable valor de identidad cultural.

*Debería plantearse
la creación
de un Instituto
de Agricultura
Sostenible.*

