



ELIMINACIÓN DEL BROMURO DE METILO EN PAÍSES EN VIAS DE DESARROLLO

Una historia de éxito y
sus retos

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE



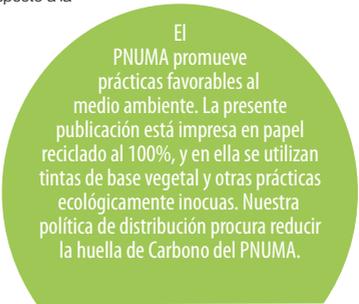
Copyright © Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2014

Está autorizada la reproducción total o parcial y de cualquier otra forma para fines educativos o sin fines de lucro, sin ningún otro permiso especial del titular de los derechos, a condición de que se indique la fuente de la que proviene. EL PNUMA agradecerá que se le remita un ejemplar de cualquier texto cuya fuente haya sido la presente publicación.

No está autorizado el empleo de esta publicación para su venta o para otros usos comerciales sin el permiso previo por escrito del PNUMA.

Advertencia

Las designaciones de entidades geográficas que figuran en este informe y la presentación de su material no denotan, de modo alguno, la opinión de la editorial o de las organizaciones contribuyentes con respecto a la situación jurídica de un país, territorio o zona, o de sus autoridades, o con respecto a la delimitación de sus fronteras o límites.



El PNUMA promueve prácticas favorables al medio ambiente. La presente publicación está impresa en papel reciclado al 100%, y en ella se utilizan tintas de base vegetal y otras prácticas ecológicamente inocuas. Nuestra política de distribución procura reducir la huella de Carbono del PNUMA.

AGRADECIMIENTOS

Este documento fue producido por el Programa Acción por el Ozono de la División de Tecnología, Industria y Economía (UNEP/DTIE) del PNUMA y es parte de su programa de trabajo bajo el Fondo Multilateral para la Implementación del Protocolo de Montreal.

El proyecto fue coordinado por el siguiente equipo de la División Acción por el Ozono:

Dr. Shamila Nair-Bedouelle, Directora
Sra. Anne-Maria Fenner, Gerente de Información
Dr. Ezra Clark, Oficial de Programa

La publicación fue escrita por:

Sra. Marta Pizano, Consultora, Co-presidente del Comité de Opciones Técnicas al Bromuro de Metilo (MBTOC)

Expresamos nuestros sinceros agradecimientos a las siguientes personas por su valiosa revisión:

Dr. Jonathan Banks, Consultor, miembro del MBTOC, anterior copresidente del MBTOC
Sra. Julia Anne Dearing, Secretaria del Fondo Multilateral
Dr. Melanie Miller, Touchdown Consulting, anterior miembro del MBTOC
Sr. Alejandro Valeiro, INTA Argentina, miembro del MBTOC
Dr. Ezra Clark, Oficial de Programa, PNUMA

Sr. Erjan Aisabay, División Acción por el Ozono
Sra. Florence Asher, División Acción por el Ozono
Sra. Artie Dubrie, División Acción por el Ozono
Sr. Khaled Klaly, División Acción por el Ozono
Sra. Mirian Vega, División Acción por el Ozono

Diseño y diagramación: Aurélie Ek

Fotos: Marta Pizano

Página 6: Tomates injertados, México

Página 10: Rosas cultivadas en sustrato, Kenia

Página 14: Berenjenas sobre suelo solarizado, Turquía

Página 24: Producción de gerberas cortadas, Brasil

Página 46: Colector solar desarrollado en Brasil

Page 50: Flores cortadas de *Lilium* cultivadas en sustrato, Brasil

Portada

Imagen de fondo: Camas de *Hypericum* tratadas con acolchado vegetal (orgánico)

Imagen principal: Cosecha de gerberas en Turquía

RESUMEN EJECUTIVO

Desde 1991, el Programa de Asistencia al Cumplimiento del DTIE PNUMA - Programa Acción por el Ozono - ha venido asistiendo a los países en vías de desarrollo en la toma de decisiones informadas, que les permitan cumplir con las obligaciones adquiridas bajo el Protocolo de Montreal sobre las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono, a través de su centro de intercambio de información y nueve redes regionales. Lo cual ha sido posible mediante servicios de información de alta calidad, basados en necesidades específicas, así como apoyo en políticas y tecnología y en construcción de capacidades.

El bromuro de metilo (BM) es una potente sustancia agotadora del ozono que impacta la capa estratosférica de ozono, la cual es esencial para todas las formas de vida en la tierra. El Protocolo de Montreal controla usos específicos del BM. Los países desarrollados eliminaron dichos usos controlados en el año 2005, mientras que los países en vías de desarrollo habrán de hacerlo a más tardar el 1 de Enero de 2015. Notablemente, al concluir el año 2013 más del 85 por ciento de los usos controlados del BM en los países en vías de desarrollo ya se habían reemplazado por alternativas, es decir antes de la fecha límite del 2015.

El BM es un eficiente fumigante de amplio espectro, que se posicionó exitosamente como el método preferido de control por muchos productores en todo el mundo, luego que fuera introducido durante la década de 1970. Se usó principalmente en la producción agroindustrial de algunos productos de alto valor e inversión como las fresas, tomates, pimientos, flores cortadas y semilleros de tabaco, como fumigante de suelo para controlar plagas, enfermedades y malezas asociadas al suelo. El BM también se usó ampliamente en algunos países para fumigar productos duraderos durante la post-cosecha (granos, frutos secos y otros alimentos) así como estructuras (bodegas, molinos de harina). Todos estos usos fueron clasificados como usos controlados bajo el Protocolo de Montreal, y se dejó una provisión especial para que los países pudieran solicitar exenciones que permitieran usos críticos por un tiempo limitado, en aquellas circunstancias donde la sustitución del BM fuera particularmente difícil.

En muchos países, el BM también se usa para tratamientos de cuarentena y pre-embarque (QPS por sus siglas en inglés), para prevenir la introducción y/o el establecimiento de plagas cuarentenarias que podrían poner en peligro la viabilidad de distintos sectores productivos. Puesto que estas aplicaciones no son controladas por el Protocolo, se hace referencia a los usos para QPS como usos exentos.

El Fondo Multilateral para la Implementación del Protocolo de Montreal (FML) ha brindado asistencia continua a los países en vías de desarrollo, para lograr el cumplimiento de las obligaciones adquiridas en relación con la eliminación del BM, proporcionando apoyo técnico y financiero destinado al desarrollo de proyectos para identificar e implementar alternativas efectivas al BM. Al final del 2013, el FML había aprobado más de US \$120 millones para emprender 239 proyectos de este tipo (sin contar además 15 proyectos globales) que han sido desarrollados por las agencias de implementación y mediante convenios bilaterales. Adicionalmente, el FML ha apoyado el proceso de eliminación mediante estudios de monitoreo y evaluación para valorar barreras a la adopción de alternativas e identificar las soluciones más apropiadas.

En términos generales, las alternativas al BM pueden clasificarse en dos categorías principales: alternativas o sistemas directos, consistentes en reemplazar el BM con otro fumigante de efectos similares (e.g. dicloropropeno, cloropicrina, fosfina), y sistemas

indirectos que incluyen el cultivo en sustratos, la vaporización, injertos, almacenamiento hermético y sistemas térmicos (tratamiento con calor), los cuales se utilizan dentro de un manejo integrado que combina varias opciones de control.

Frecuentemente, la sustitución del BM requiere un enfoque diferente hacia el control de plagas y enfermedades. Existen diversos sistemas capaces de producir el mismo efecto que el BM, pero es necesario implementarlos de manera sostenible, y a un costo económico aceptable. En el sector agrícola en particular, la mejor opción ha sido con frecuencia combinar alternativas y evaluarlas bajo las circunstancias específicas de cada caso. Asimismo fueron muy importantes la capacitación y la construcción de capacidades. El proceso de eliminación gradual del BM ha sido decisivo para crear conciencia sobre la fragilidad de la capa de ozono y la necesidad de protegerla. Adicionalmente, ha generado una gran cantidad de información, y ha ampliado conocimientos entre los actores claves de diversos sectores, con frecuencia brindándoles además mejores y más modernas técnicas para el control de plagas. Muchos productores en todo el mundo han logrado mejorar el rendimiento y la calidad de sus cultivos y productos, así como la eficiencia y sostenibilidad de sus negocios, con consecuentes ventajas en el comercio internacional.

La introducción de alternativas al BM en contra de un sistema de control ya conocido, con infraestructura, equipos y proveedores bien establecidos ha sido una importante barrera a la adopción de dichas alternativas. En el sector agrícola, fue necesario trabajar con un gran número de productores de diferentes sectores, esparcidos dentro de muchos países. El proceso que se siguió para elegir las alternativas más adecuadas, - donde éstas fueron primero ensayadas y demostradas y en el que se involucró a los actores claves de cada sector -, contribuyó a lograr un buen nivel de aceptación hacia las alternativas propuestas. Se requirió un enfoque amplio, incluyendo con frecuencia el registro y la disponibilidad comercial de las alternativas exitosas, que pudieran usarse dentro de un marco de factibilidad económica adecuada. La capacitación fue un componente esencial del proceso de eliminación, y en lo posible debe continuarse.

La eliminación del bromuro de metilo en países en vías de desarrollo se encuentra muy avanzada, y se espera que se logre una transición exitosa de los usos remanentes a tiempo para cumplir con la fecha límite del 2015. Sin embargo, siempre es teóricamente posible regresar al BM luego de haber implementado alternativas. Mientras los usos para QPS sigan siendo exentos y el BM esté disponible a precios atractivos, habrá riesgo de que el producto destinado a QPS se desvíe hacia usos controlados. Las iniciativas adoptadas por algunas Partes en años recientes para evaluar la factibilidad de adoptar alternativas a los usos de QPS han mostrado que es posible reemplazar el BM utilizado para QPS, al menos en algunos casos.

Muchos países en vías de desarrollo han expresado preocupación acerca del comercio y/o uso ilegal del BM y, en particular, la desviación del BM importado para QPS hacia aplicaciones controladas. Es necesario explorar opciones para asegurar la continuidad de los programas establecidos a través de los proyectos - en particular la asistencia técnica y la concientización, incluyendo los riesgos asociados al uso del bromuro y sus alternativas químicas, y los efectos específicos en hombres y mujeres. Podría considerarse la creación de nexos - regionales o locales - que incorporen asistencia técnica y capacitación sobre alternativas al BM con otros programas o iniciativas ya establecidos.

Esta publicación busca convertirse en una herramienta útil para las Unidades Nacionales de Ozono (UNOs) y otros actores claves. Se anima a los usuarios a diseminarla, reproducirla, extractarla o hacer cualquier otro uso de ella para fines sin ánimo de lucro (favor de citar a la Dependencia Acción por el Ozono del PNUMA como fuente).



CONTENIDO

PROLOGO	8
1. INTRODUCCION: EL BROMURO DE METILO Y PROTOCOLO DE MONTREAL	11
2. LA ELIMINACION DEL BROMURO DE METILO	15
3. PRINCIPALES SECTORES CONSUMIDORES Y ALTERNATIVAS	25
4. LECCIONES APRENDIDAS Y RETOS ENFRENTADOS	47
5. EL CAMINO A SEGUIR – COMO SOSTENER LA ELIMINACION	50
ANEXO 1 – MAYOR INFORMACION	57

PROLOGO

Amenazada por el agotamiento de la capa de ozono, la comunidad global desarrolló y firmó el Protocolo de Montreal para proteger la capa de ozono. Para apoyar a los países en vías de desarrollo en el cumplimiento de las obligaciones adquiridas bajo el Protocolo, se creó el Fondo Multilateral.

El Programa de Asistencia al Cumplimiento (PAC) - Programa Acción por el Ozono, junto con las demás agencias de implementación (PNUD, ONUDI y el Banco Mundial) asiste a los países en vías de desarrollo en el cumplimiento de los objetivos establecidos por el Protocolo de Montreal. El PAC del PNUMA facilita actualmente la operación de 9 Redes Regionales del Ozono que abarcan 148 países en vías de desarrollo y países con economías en transición. Las Redes Regionales del PAC son coordinadas por los respectivos Coordinadores Regionales, y conforman un foro único para facilitar el intercambio de experiencias y conocimientos entre Oficiales Nacionales de Ozono y otros participantes claves de los países en vías de desarrollo, con sus contrapartes de países desarrollados. Las Redes son reconocidas por haber conseguido que muchas Partes hayan ratificado el Protocolo y sus enmiendas de manera expedita, por haber promovido la efectiva y oportuna adopción de la legislación nacional relacionada con las sustancias agotadoras del ozono, por velar por el correcto cumplimiento con el régimen del ozono en cada país y por suministrar información actualizada sobre las opciones tecnológicas más adecuadas para cada caso particular.

El bromuro de metilo (BM) se convirtió en el fumigante preferido a nivel global debido a su extrema eficacia para controlar plagas tanto en productos perecederos como duraderos, así como para los tratamientos de cuarentena y pre-embarque (QPS por sus siglas en inglés). Este fumigante de amplio espectro no solamente sirve para erradicar malezas, sino también plagas de los cultivos como nematodos, roedores e insectos, al igual que patógenos asociados al suelo. En 1992, la comunidad internacional reconoció este fumigante como una importante Sustancia Agotadora del Ozono (SAO) con un potencial agotador del ozono (PAO) de 0.6, y lo incluyó bajo el Protocolo de Montreal. Según lo indica este acuerdo, los países en vía de desarrollo deberán eliminar definitivamente los usos controlados del BM a más tardar el 1 de Enero de 2015. A la fecha se han dado ya grandes pasos en este sentido, y más del 85% de los usos sujetos a control han sido sustituidos en los países en vías de desarrollo – de manera anticipada.

Los esfuerzos emprendidos en la búsqueda e implementación de las mejores alternativas para una amplia variedad de instancias específicas en las que antes se usaba el BM han dejado importantes lecciones y valiosas experiencias. Miles de productores alrededor del mundo han recibido capacitación, y han ensayado y adoptado exitosamente alternativas para controlar plagas y enfermedades que antes se combatían con BM. Las técnicas y estrategias de producción y manejo de los cultivos han sido mejoradas y actualizadas, lo cual ha mejorado la calidad y los rendimientos y ha reducido la dependencia sobre los controles químicos. Como resultado, los estándares de sostenibilidad también han mejorado. Los beneficios ambientales asociados a la sustitución del BM han ido por lo tanto más allá del importante objetivo de proteger la capa de ozono y detener su agotamiento. Adicionalmente, la eliminación del BM tiene un impacto positivo sobre la salud humana, toda vez que este fumigante representa un riesgo directo para la salud

debido a su altísima toxicidad. Aunque la evidencia actual no es aún contundente, desde hace muchos años existen estudios que vinculan el BM con un mayor riesgo de desarrollar cáncer de próstata; de ahí que el evitar las fumigaciones con BM conlleve un gran beneficio para los hombres, usualmente encargados de realizar dichas aplicaciones. La adopción de alternativas también ha traído beneficios específicos para las mujeres: los injertos por ejemplo, requieren mano de obra intensiva, y son con frecuencia realizados por hábiles manos femeninas. En muchos países en vías de desarrollo, las unidades de injerto de hortalizas proveen un gran número de puestos de trabajo para las mujeres, y un muy necesario ingreso para muchas familias.

No existe un reemplazo único o ideal para el BM. Muchos factores, como la eficiencia económica que ofrezcan las alternativas, así como su disponibilidad, factibilidad y aceptación técnica y comercial, inciden sobre su adopción. Es de suma importancia identificar alternativas sostenibles, que permitan reducir al máximo posible los riesgos de retornar al BM. Por ejemplo, las alternativas no químicas son con frecuencia intensivas en capital y conocimiento. Lo anterior, combinado con problemas que surgen a raíz de los cambios en los ecosistemas causados por especies invasoras que llegan de repente, el cambio climático y otros factores, supone nuevos retos y puede requerir capacitación práctica adicional.

La presente publicación recoge los esfuerzos realizados para lograr la sustitución del BM en los países en vías de desarrollo, las lecciones aprendidas y lo que resta para lograr la eliminación definitiva. Analiza además los factores que pueden impactar o poner en riesgo la continuidad de la eliminación, y las posibles maneras de mitigarlos.

Su objetivo es promover la cooperación sur-sur y sur-norte, facilitando el intercambio de información sobre tecnologías avanzadas relacionadas con materiales, variedades, patrones de injerto y otros. Adicionalmente pretende crear conciencia sobre los riesgos de eventualmente retornar al BM, y estimular el desarrollo de políticas que contribuyan a evitar que ello ocurra.

El PAC del PNUMA continuará asistiendo a los países en el desarrollo de programas que sean relevantes para su situación particular. Es nuestro deseo que esta publicación promueva una activa participación de las UNO, de los expertos locales en BM y de otros actores claves a nivel nacional, para que se dé máxima prioridad a una eliminación sostenible del BM. Agradecemos a la Sra. Marta Pizano por su experto trabajo y por ayudarnos a ‘ponerle una cara a la protección de la capa de ozono’ a través de este estudio sobre los usos del BM, y la manera como este fumigante puede impactar nuestra vida diaria.

Shamila Nair-Bedouelle
Directora, Programa Acción por el Ozono



1 INTRODUCCION: EL BROMURO DE METILO Y EL PROTOCOLO DE MONTREAL



Fumigación de bultos de grano con fosfina, Egipto

La Enmienda de Copenhague, adoptada por las Partes del Protocolo de Montreal en 1992, incluyó al bromuro de metilo bajo la jurisdicción del Protocolo como sustancia agotadora del ozono (SAO), asignando calendarios de eliminación diferentes para los países desarrollados - Partes no Artículo-5 del Protocolo (no-A-5) en 1992, y en 1997 para aquellos en vías de desarrollo - Partes Artículo 5 (A-5). Además de su potencial agotador del ozono, el BM es altamente tóxico para los humanos y muy posiblemente sea un agente carcinógeno.

El BM es un fumigante altamente efectivo y de amplio espectro, que se convirtió en el método preferido de control para plagas y enfermedades por parte de diversos productores en todo el mundo, luego de su introducción en

la década de 1970. En la agricultura, el BM era utilizado principalmente como fumigante de suelo para controlar plagas, enfermedades y malezas asociadas al mismo, en la producción agroindustrial de cultivos intensivos de alto valor. Sin embargo, existen diversos ejemplos de países A-5 que nunca usaron BM y aún así cuentan con exitosos sectores productivos, por ejemplo la producción de fresas en Brasil o de flores cortadas en Colombia.

El BM también fue ampliamente utilizado en algunos países para la fumigación de productos duraderos en la etapa de la poscosecha (granos, frutos secos y otros productos alimenticios), y para la fumigación de estructuras (bodegas, molinos). Sin embargo, algunos países A-5 que podrían ser grandes

consumidores como lo son India, China, algunos países del Sureste Asiático y Brasil, nunca adoptaron el BM para tratar granos como rutina preventiva. Desde los inicios de la década de 1990 se han logrado eficientes resultados con tratamientos como la fosfina y los

insecticidas de contacto.

Estos usos de BM fueron clasificados como “controlados” bajo el Protocolo de Montreal, y se acordó eliminarlos según los calendarios que aparecen en la Tabla 1.

Países No Artículo 5	Países Artículo 5
<ul style="list-style-type: none"> • Congelación del consumo al nivel de la línea de base (1991) al 1 de Enero de 1995 • Reducción del 25% al 1 de Enero de 1999 • Reducción del 50% al 1 de Enero de 2001 • Reducción del 70% al 1 de Enero de 2003 • Eliminación final al 1 de Enero de 2005 con provisión para posibles usos críticos 	<ul style="list-style-type: none"> • Congelación del consumo al nivel de la línea de base (promedio 1995-1998) al 1 de Enero de 2002 • Reducción del 20% al 1 de Enero de 2005 • Eliminación final al 1 de Enero de 2015 con provisión para posibles usos críticos <p style="text-align: right; color: #4F81BD;">La congelación y reducciones son referidas a las líneas de base</p>

Tabla 1. Calendario de eliminación para el bromuro de metilo bajo el Protocolo de Montreal

Se incorporó una provisión especial para que los países pudiesen aplicar a Exenciones de Uso Crítico (EUC) en sectores específicos o circunstancias especiales donde el reemplazo del BM fuera particularmente difícil. Se pueden obtener exenciones para continuar el uso durante un año, pero se requiere que el país someta una detallada justificación de cada caso a consideración del Comité de Opciones Técnicas al Bromuro de Metilo (MBTOC, por sus siglas en inglés), panel asesor de las Partes del Protocolo que se encarga de evaluar dicha solicitud.

A medida que se aproxima la fecha límite del 2015 para eliminar

definitivamente el BM en los países A-5, un importante logro del Protocolo de Montreal se hace evidente: más del 85% de los usos controlados de este fumigante, otrora ampliamente utilizado, han sido reemplazados con alternativas.

La presente publicación recoge los esfuerzos emprendidos para lograr este importante paso, los procesos que fue necesario seguir, las lecciones aprendidas, y lo que aún resta para lograr la eliminación definitiva. Adicionalmente analiza aquellos factores que podrán impactar o poner en riesgo la continuidad de la eliminación lograda y las posibles maneras de mitigar dichos factores.

El proceso de eliminación ha constituido además una valiosísima oportunidad para promover y adoptar opciones no químicas, dentro del concepto del manejo integrado de plagas y enfermedades. En síntesis, ha ayudado a los países en vías de desarrollo a realizar importantes avances en la consecución de estándares sostenibles de producción.

El BM es además utilizado como tratamiento de cuarentena y pre-embarque (QPS), para prevenir la introducción y/o el establecimiento de plagas cuarentenarias, que pueden poner en peligro la viabilidad de diferentes sectores productivos en muchos países. El artículo 2H del Protocolo (Copenhague, 1992) específicamente excluye los usos para QPS de las medidas de control, ya que en esa fecha no se disponía de alternativas al BM para un diverso rango de tratamientos de QPS. Aunque a comienzos de la década de 1990 el QPS representaba alrededor del 10%

del consumo global de BM, era de todas maneras significativo para permitir el comercio internacional de muchos productos, y el movimiento de ciertos productos dentro de un mismo país. Se consideraba que ello solamente era posible previo tratamiento con BM y que no existían alternativas. El Protocolo urge sin embargo a las Partes desde entonces a usar alternativas al BM para QPS, y reducir las emisiones y el uso de este fumigante siempre que sea posible.

A manera de ejemplo, muchos países usan calor (tratamiento térmico) en vez de BM para cumplir con la NIMF-15, una norma internacional dirigida a desinfectar los embalajes de madera. Los usos para cuarentena y pre-embarque (QPS) se denominan usos exentos. La Sección 3 contiene una descripción histórica y detallada de los usos del BM.

Cuarentena y Pre-embarque

Las Decisiones VI/11, VII/5 y XI/12 del Protocolo de Montreal explican los términos "cuarentena" y "pre-embarque" (o "previos al envío") como sigue:

(a) Tratamientos de cuarentena, en relación con el metilbromuro, son cualesquiera tratamientos para impedir la introducción, el establecimiento y la dispersión de las plagas sometibles a cuarentena (incluidas las enfermedades), o para garantizar su control oficial, teniendo en cuenta que:

- (i) El control oficial es el autorizado o realizado por una autoridad nacional encargada de la protección de las plantas, los animales o el medio ambiente, o por una autoridad sanitaria;
- (ii) Las plagas sometibles a cuarentena son plagas que pueden revestir importancia para el área que amenazan y no están presentes aún en esa área, o están presentes pero no están ampliamente difundidas, y son objeto de control oficial;

(b) Tratamientos previos al envío son aquellos tratamientos aplicados inmediatamente antes de la exportación y en relación con ella para cumplir los requisitos fitosanitarios o sanitarios impuestos por el país importador o los requisitos fitosanitarios o sanitarios vigentes en el país exportador;



2 LA ELIMINACION DEL BROMURO DE METILO

Consumo global



Máquina paleadora para la aplicación de metam sodio, México

La eliminación de los usos controlados del bromuro de metilo ha sido posible gracias a un exitoso y consistente esfuerzo a nivel mundial, que llevó a sustituir el 95% de la línea base global, que ascendía a 71,950 toneladas métricas, a fines de 1998 (Tabla 2).

Región	Línea de base (toneladas métricas)	Consumo 2012 (toneladas métricas)	% eliminación (según la línea de base)
Mundo	71,950	3,785	94.7%
No A-5	56,084	1,303	97.7%
A-5	15,867	2,482	84.4%

Tabla 2. Consumo reportado de BM para usos controlados en países A-5 y no A-5 al final de 2012 y sustitución lograda con respecto a las líneas de base regionales (Base de datos de la Secretaría del Ozono, 2013)

Al final del 2012, los países no A-5 habían eliminado más del 98% del consumo de BM para usos controlados, estando destinado el porcentaje restante a Exenciones de Uso Crítico - viveros de fresa en Canadá y Australia y algunas aplicaciones para producción de fresa (fruta) y jamones ahumados almacenados en EEUU. En algunos casos, estos países han suministrado una fecha final después de la cual ya no solicitarán más dichas exenciones.

Los países A-5 por su parte, habían eliminado alrededor del 85% de su consumo para usos controlados al final del 2012, de manera anticipada a la fecha límite del 2015 (Fig. 1). En el 2014, tres Partes A-5 presentaron Nominaciones de Uso Crítico para el año 2015: México para viveros de fresa y frambuesa, China para jengibre y Argentina para fresa (fruta), tomate y pimienta.



Base de Datos de la Secretaría del Ozono, 2014

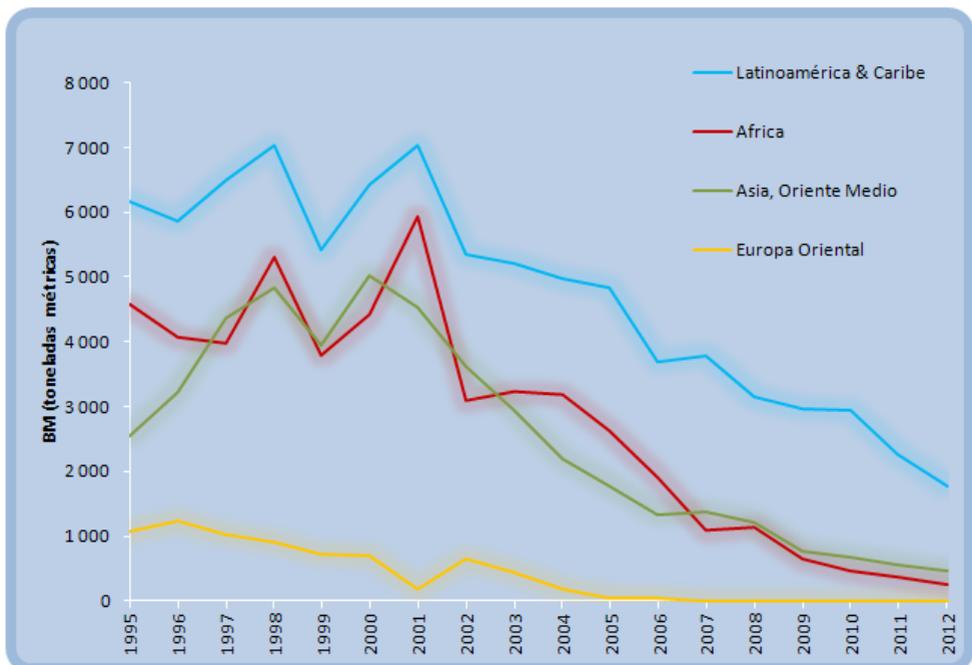
Fig. 1. Consumo global de BM para usos controlados 1992 - 2012

Tendencias de eliminación en los países A-5

Aunque la eliminación total del BM ha progresado de manera sustancial en los países A-5 de todas las regiones del mundo, el proceso ha ocurrido con diferente velocidad en cada región como puede observarse en la Fig. 2. Esto tiene relación directa con los sectores productivos implicados, y también con las circunstancias particulares de cada país, incluyendo el desarrollo de nuevos cultivos (con exigentes requisitos y retos impuestos por la aparición de nuevas plagas o enfermedades) o la marcada expansión de cultivos ya existentes, en la que los productores recién llegados a

estos sectores no están suficientemente capacitados en la adopción de alternativas. También influye el aspecto regulatorio (por ejemplo, el registro de alternativas) y político (por ejemplo, dificultad para controlar las importaciones de BM y rastrear su uso final).

La eliminación lograda en cada una de las regiones aparece en la Fig. 3 a continuación.



Fuente: Base de Datos de la Secretaría del Ozono, 2014

Fig. 2. Consumo de BM para usos controlados en países A-5 por regiones 1995 - 2012

Región	Línea de base (toneladas métricas)	Consumo 2012 (toneladas métricas)	% eliminación (según línea de base)
África	4,471	246.6	94.5%
Asia	4,104	464.3	88.7%
Latinoamérica & Caribe	6,391	1,771.3	72.3%
Europa Oriental	900	0	100%
Total	15,866	2,482.2	84,4%

Tabla 3. Consumo reportado de BM para usos controlados en regiones A-5 al final del 2012 y eliminación lograda con respecto a las respectivas líneas de base (Base de Datos de la Secretaría del Ozono, 2014)

Consumidores pequeños, medianos y grandes

De los 148 países A-5 que son Partes del Protocolo, 59 nunca usaron bromuro de metilo, de manera que su línea de base es cero. Las 88 Partes restantes pueden clasificarse como sigue, de acuerdo con su línea base:

- 39 consumidores de bajo volumen (CBV) - consumo < 8.3 toneladas métricas (5 toneladas PAO)
 - 23 consumidores pequeños - consumo < 100 toneladas métricas
 - 15 consumidores medianos - consumo entre 100 y 500 toneladas métricas
 - 10 consumidores grandes - consumo > 500 toneladas métricas
- En conjunto, el grupo de grandes

consumidores sumaba 10,726 toneladas métricas o cerca al 68% del consumo total A-5 en los años de la línea base. El progreso logrado en la eliminación del BM por estos diez países se ilustra en la Fig. 3. Al concluir el 2012, cuatro habían sustituido completamente este fumigante (Brasil, Sudáfrica, Turquía y Zimbabue) y solamente uno (México) permanecía en la categoría >500 t. De los 88, países iniciales, solamente 23 reportaron consumo de BM en 2012, y de estos, siete son ahora CBV, siete pequeños consumidores y ocho consumidores medianos.

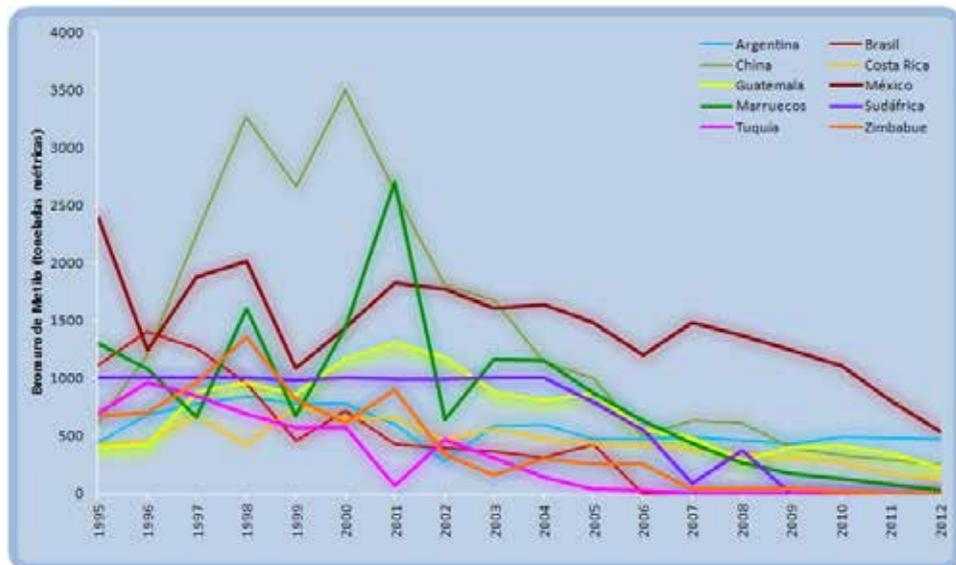


Fig. 3. Eliminación del bromuro de metilo en los grandes consumidores A-5 (línea base > 500 toneladas métricas)

Cumplimiento

La mayoría de las Partes A-5 lograron cumplir con las medidas de control establecidas por el Protocolo de Montreal. En el proceso sin embargo, se han encontrado algunos retos:

- 17 Partes A-5 no cumplieron con la congelación del 2002
- Ocho no lograron la reducción del 20% en 2005
- Tres entraron en situación de incumplimiento durante períodos interinos
- Algunos países corrigieron la información relacionada con su línea base o renegociaron los calendarios de eliminación acordados.

Todas las Partes A-5 han logrado retornar al cumplimiento y actualmente se encuentran en plena concordancia con las obligaciones adquiridas bajo el Protocolo de Montreal en lo que se refiere al BM. Recientemente sin embargo, algunas Partes han tenido problemas para cumplir con los calendarios de eliminación acordados con el Comité Ejecutivo del Fondo Multilateral, excediéndose en el nivel máximo permitido de consumo establecido en los acuerdos celebrados con dicho Comité.

Cómo se ha logrado la eliminación

El Fondo Multilateral (FML) respondió de manera rápida y efectiva a la necesidad de eliminar el BM, proporcionando ayuda financiera a los países en vías de desarrollo para asistir en el proceso de eliminación. La ayuda se inició a finales de 1994, y en 1995 ya fue posible desarrollar proyectos de evaluación de alternativas al bromuro de metilo con financiación del Fondo. En 1997, el Comité Ejecutivo del FML reunió a un grupo de expertos para desarrollar la estrategia y los lineamientos de estos proyectos, los cuales fueron adoptados en 1998 y luego revisados en el 2000; las cuales cubrieron los sectores prioritarios donde era necesario

desarrollar proyectos de alternativas al bromuro de metilo de demostración, de inversión y no inversión, así como los enfoques recomendados para el desarrollo de dichos proyectos. Estos aportes fueron decisivos para que las cuatro agencias de implementación del FML (PNUMA, PNUD, ONUDI y el Banco Mundial), prepararan e implementaran diferentes tipos de proyectos conjuntamente con las Partes interesadas. La preparación e implementación de los proyectos siguió un marco lógico, donde los distintos tipos de proyectos se enfocaron hacia objetivos específicos, como se describe en la Tabla 4.



Capacitación de productores de flores, Ecuador

Tipo de Proyecto	Objetivos y Logros
Asistencia Técnica y Capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Fueron fundamentales para documentar el consumo del BM (cantidades y categorías de uso), integrar las Unidades Nacionales del Ozono (UNO) a las actividades de eliminación y fortalecer los paquetes de regulaciones dirigidos a sostener la eliminación lograda. • Su objetivo no fue generalmente la sustitución de una cantidad específica de BM, pero en ocasiones se logró reemplazar algunas cantidades.
Demostración	<ul style="list-style-type: none"> • De importancia vital para crear conciencia sobre la necesidad de sustituir el BM, identificar sectores usuarios claves y evaluar la factibilidad de las alternativas disponibles. • Por lo general no estuvieron dirigidos a eliminar una cantidad específica de BM. • Sirvieron para identificar problemas que pudieran restringir la adopción de alternativas (participación insuficiente de actores claves, baja participación de las UNO, alternativas que resultaron inapropiadas para las circunstancias particulares del caso, etc.)
Inversión	<ul style="list-style-type: none"> • Generalmente implementados luego de identificar alternativas factibles durante la etapa de demostración. • Incluyen un acuerdo del país donde se desarrolla el proyecto, para poner fin al uso del BM en una fecha acordada (usualmente con anticipación al 2015) y respaldar la eliminación con un paquete de regulaciones que prohíban el uso de BM para usos controlados

Tabla 4. Tipos de proyectos relacionados con el bromuro de metilo, sus objetivos y logros

A finales de Diciembre de 2013, el Comité Ejecutivo había aprobado más de USD\$120 millones para financiar 239 proyectos de eliminación de BM (sin contar 15 proyectos globales)

como se muestra en la Tabla 5. La Fig. 4 ilustra los montos comprometidos para la eliminación en cada región y la eliminación lograda al final de 2013.

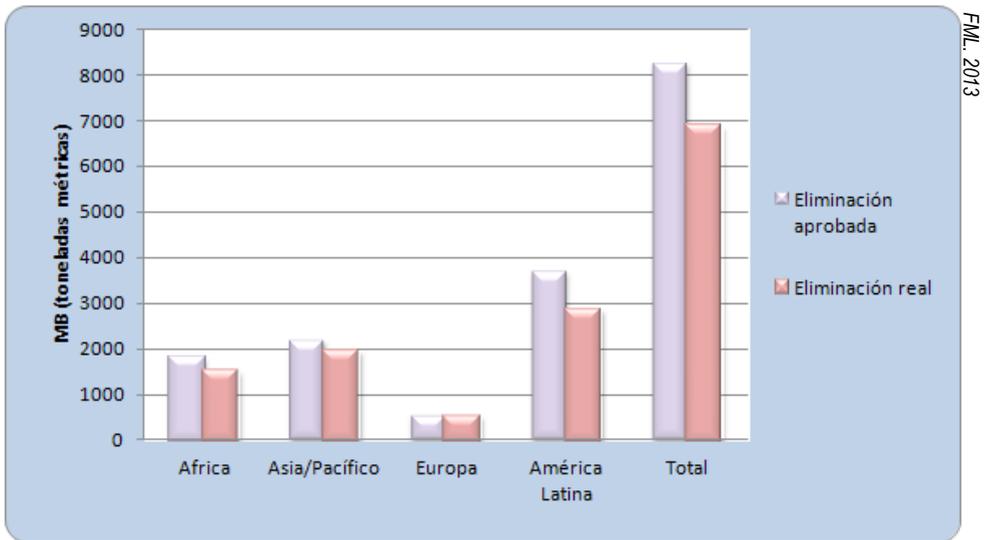


Fig. 4. Cantidades de BM eliminadas con apoyo del Fondo Multilateral por región (al final del 2013)

Agencia	Proyectos de inversión	Proyectos de demostración	Asistencia técnica/capacitación	Total
Bilateral	19	7	11	37
PNUD	20	10	9	39
PNUMA			32	32
ONUDI	71	23	15	109
Banco Mundial	10	2	3	15
Total	120	42	70	232

Tabla 5. Número y tipos de proyectos por agencia

La evaluación mostró que la factibilidad económica de algunas alternativas al BM necesitaba una mayor validación y que en algunos casos, los usuarios se mostraban renuentes a cambiar su enfoque hacia el manejo de enfermedades y plagas. Después de concluir esta evaluación, el FML hizo recomendaciones para que tanto en los proyectos nuevos como aquellos en ejecución, se asegurara la participación de todos los actores claves en cada país, tanto en la preparación como durante su implementación, particularmente en el caso de los proyectos de inversión. También se fortaleció la ayuda a las autoridades gubernamentales para el desarrollo de regulaciones que restringieran en uso de BM en aquellos usos donde se iban encontrando alternativas, desde el inicio de los proyectos. Posteriormente se condujo una evaluación de casos de países en incumplimiento o con potencial de caer en incumplimiento con las medidas de control del Protocolo de Montreal relacionadas con el uso de BM, dirigida a identificar causas comunes o riesgos que pudieran llevar a dicha situación, y las maneras de corregirlos.

En 2007 se llevó además un estudio ampliado para examinar la situación específica de los proyectos de BM en países con un consumo menor a 8.3 toneladas métricas (equivalentes a 5 toneladas PAO), los así llamados países consumidores de bajo volumen (CBV); las circunstancias particulares de estos países pueden ser especiales, de manera que un consumo pequeño

no necesariamente implica una fácil eliminación. Aunque las cantidades de BM que se han eliminado a través de proyectos implementados en países CBV sean pequeñas, su impacto en términos de prevenir el aumento del consumo y sostener el cumplimiento con el Protocolo de Montreal es importante. En 2012 se llevó a cabo un estudio de escritorio que examinó la sostenibilidad de las alternativas al BM adoptadas a través de los proyectos de inversión, y los posibles riesgos de retornar al uso de BM en África. La evaluación de campo que siguió a esta concluyó que en general, el riesgo de retornar al BM para usos controlados era bajo, pero que se debían tomar medidas para fortalecer la eliminación lograda, y asegurar que los países evaluados no volvieran a usar BM.

En el proceso de sustituir el BM, se han identificado además beneficios que se relacionan específicamente con cada género. El BM es una sustancia altamente tóxica para el ser humano, y diversos estudios desarrollados durante los últimos 15 años la relacionan con un riesgo aumentado de contraer cáncer de próstata y otros problemas. La creciente evidencia que vincula este fumigante con el cáncer de próstata indica que puede ser especialmente peligroso para los hombres, ya que son ellos quienes generalmente están a cargo de las fumigaciones en la mayoría de países.



JUN

3 PRINCIPALES SECTORES CONSUMIDORES Y SUS ALTERNATIVAS

En dónde se usaba el BM



Preparación de compost, Marruecos

Desde que se inició el proceso de eliminación del BM fue visible que existían sectores que usaban este fumigante y necesitaban urgentemente alternativas. En algunos países, cultivos como el tomate, la fresa, el pimiento, la berenjena, las cucurbitáceas, las flores cortadas y distintos tipos de granos almacenados, fueron particularmente impactados por la eliminación del BM. La industria del tabaco generalmente usaba grandes cantidades de BM en la producción de semilleros. En muchos países, estructuras como molinos y bodegas eran frecuentemente desinfectadas mediante fumigación con BM. Los usos de suelo eran usualmente

mucho mayores que aquellos de poscosecha y estructuras (alrededor de un 90% vs. 10% del consumo total) pero la identificación de alternativas técnica y económicamente factibles era igualmente importante para estos sectores.

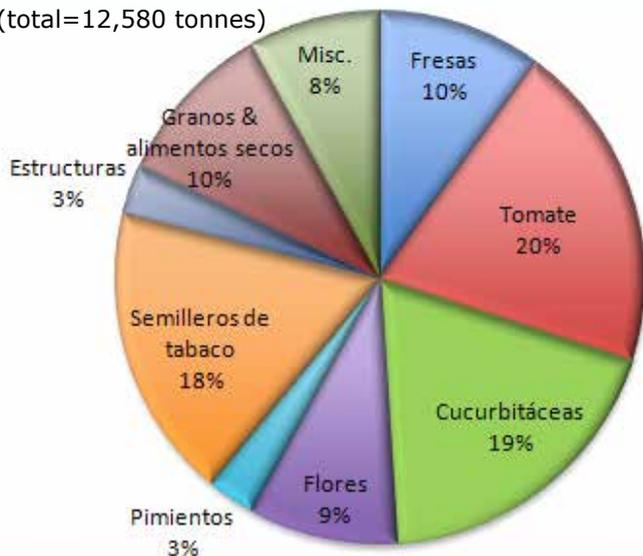
La Tabla 6 describe los usos históricos del BM tanto para usos controlados como exentos.

A medida que progresó la implementación de proyectos en los países A-5, la proporción de BM utilizado en los sectores claves ha cambiado, como puede verse en la Fig. 5.

Aplicación	Uso
En suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Como tratamiento en la pre-siembra, para controlar plagas asociadas al suelo (nematodos, hongos e insectos) y malezas, en cultivos de alto valor como flores cortadas, tomates, fresas (fruta), cucurbitáceas (melones, sandías, calabazas), pimientos y berenjenas; • Como tratamiento para la “enfermedad de la re-siembra” en viñedos, frutales caducifolios y almendros; • Como tratamiento en semilleros, principalmente contra hongos, para la producción de un amplio rango de plántulas, particularmente de tabaco y algunas hortalizas; • Como tratamiento contra plagas y enfermedades asociadas al suelo, en la producción de material de propagación, por ejemplo estolones de fresa y otros viveros de propagación, algunas veces sujetos a requisitos de certificación;
En productos duraderos	<ul style="list-style-type: none"> • Como tratamiento para el control de plagas cuarentenarias en productos de importación/ exportación o para restringir el daño causado por plagas cosmopolitas en productos almacenados como granos, nueces y frutos secos, cacao, café, hierbas aromáticas secas, especias y artefactos culturales y piezas de museo; • Como tratamiento de importación/ exportación para controlar plagas cuarentenarias y en algunos casos enfermedades cuarentenarias en productos duraderos como troncos (maderas rollizas), maderas, empaques de madera, artefactos y otros productos;
En perecederos	<ul style="list-style-type: none"> • Como tratamiento de importación/ exportación para controlar insectos, ácaros y otras plagas cuarentenarias en algunas frutas y vegetales frescos, tubérculos y flores cortadas;
En “semi-perecederos”	<ul style="list-style-type: none"> • Como tratamiento para controlar plagas cuarentenarias o cosmopolitas, para prevenir la fermentación o prevenir la germinación y el desarrollo de hongos en productos de alto (> 25%) o muy alto (>90%) contenido de humedad, por ejemplo dátiles muy húmedos, castañas frescas y algunos vegetales almacenados como batata y jengibre;
En estructuras y transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Como tratamiento para controlar insectos y roedores en molinos de harina, molinos de pasta, procesadoras de alimentos y otras edificaciones; • Como tratamiento para controlar plagas cuarentenarias y cosmopolitas y roedores en barcos y contenedores, vacíos o con carga.

Tabla 6. Usos históricos del bromuro de metilo alrededor del mundo (MBTOC 2006 Assessment Report)

2002 (total=12,580 tonnes)



2010 (total=4,040 tonnes)

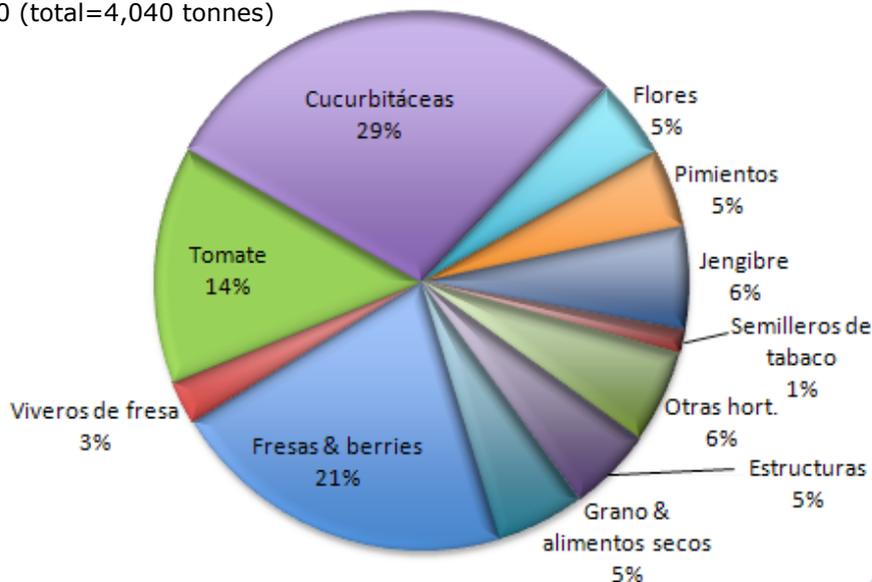


Fig 5. Sectores claves que usaban BM en 2002 y 2010 (MBTOC 2002 and 2010 Assessment Reports)

En algunos sectores como el de los semilleros de tabaco, fue posible reemplazar exitosa y rápidamente el bromuro de metilo; otros sectores han tomado más tiempo o han encontrado mayores retos al reemplazar el BM. Un factor clave que influyó en este proceso fue la voluntad política para implementar alternativas.

En el sector del tabaco por ejemplo, algunos grandes productores, particularmente en Brasil, comenzaron muy pronto a adoptar alternativas, alrededor de 1993/4. Los cambios técnicos y logísticos necesarios en este sector eran sustanciales, pues tanto el sistema como el enfoque de producción debían ser totalmente modificados. El cambio iba mucho más allá que la simple transición de un sistema de fumigación a otro.

El sistema de bandejas flotantes (ver p. 34) requería una gran cantidad de desarrollos técnicos auxiliares, por

ejemplo idear pequeñas herramientas manuales para sembrar las diminutas semillas, desarrollar tecnologías de peletización de semillas y de bandejas de enraizamiento, controlar el crecimiento de hongos en los sistemas flotantes, y en algunas regiones dar manejo al frío. Se presentaron muchos retos, así como ventajas y desventajas para diferentes segmentos de la industria tabacalera. Una fuerte voluntad política, que se inició en Brasil y gradualmente se extendió a la mayoría de regiones productoras de tabaco, fue un factor decisivo en la exitosa implementación de esta alternativa.

En 2013, los sectores claves remanentes son la fresa – en especial los viveros de fresa – el jengibre y algunos granos almacenados.



Propagación de rosas en sustratos, Uganda

Selección de las mejores alternativas

Se pueden considerar dos categorías amplias de alternativas al BM: 1) Alternativas directas, consistentes en reemplazar el BM con otro fumigante de efectos similares o comparables (e.g. dicloropropeno, cloropicrina, fosfina

y otros) y 2) sistemas indirectos o de sustitución que incluyen el cultivo en sustratos, almacenamiento hermético, tratamientos térmicos y otras opciones similares.

Alternativas indirectas:

MIP – el camino a la sustentabilidad

La sustitución del BM con frecuencia requiere adoptar un enfoque diferente al control de plagas y enfermedades, en ocasiones aún un cambio de actitud. Existen muchos sistemas que en situaciones particulares, arrojan los mismos resultados que el BM, y el reto es implementarlos a un costo económico aceptable y de manera sustentable. Con frecuencia, la mejor opción es combinar una serie de medidas diferentes.

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es un sistema probado y efectivo en todo el mundo para la protección de cultivos, y una excelente opción para reemplazar tanto el BM como otros fumigantes, que si bien están aún disponibles, tienen un creciente riesgo de ser restringidos y aún prohibidos en algunas regiones del mundo debido a su toxicidad e impacto ambiental.

Al mismo tiempo, en todo el mundo los productores buscan maneras de lograr una producción sostenible es decir, asegurarse de que pueden producir

de manera rentable y eficiente, en un mismo lugar, sin agotar los recursos naturales no renovables.

El MIP requiere que el productor, o las personas encargadas del control de plagas, recojan y utilicen información esencial sobre las plagas y enfermedades que causan problemas incluyendo:

- Identificar el agente causal (hongos, insectos, nematodos, etc.)
- ¿Cómo tiene lugar su ciclo de vida ?
- ¿Cómo se diseminan y reproducen ?
- ¿Cuál es el ambiente ideal para su desarrollo ?
- ¿Cuáles cultivares son los más susceptibles, y si existen cultivares resistentes ?

Es imprescindible detectar las plagas o enfermedades lo antes posible a través

de un buen programa de monitoreo e inspección, ya que así se podrán tratar rápidamente los focos de infección, y reducir la diseminación de los patógenos. La correcta identificación de los mismos permitirá además elegir la opción de control más indicada. El MIP requiere que los productores y las personas encargadas del manejo de plagas y enfermedades reconozcan los síntomas causados por el ataque de plagas o patógenos, entiendan su ciclo de vida, su epidemiología, su diseminación y supervivencia, conozcan los hospederos alternos y otros. Con este tipo de información será posible desarrollar una estrategia que mantenga las poblaciones de organismos nocivos en un nivel mínimo, usando diferentes herramientas. En esencia, el MIP comprende usar todos los recursos disponibles de manera racional – no solamente el control químico – para

reducir y prevenir la presencia y los efectos de una plaga o enfermedad particular. Cada uno de dichos recursos contribuirá en alguna medida a lograr el control necesario. Es posible que aún se necesiten los pesticidas, pero en cantidades menores (y claramente justificadas). En su aplicación práctica, el MIP ha mostrado excelentes resultados en todo el mundo, no solamente porque logra un buen control, sino porque aumenta la eficiencia del negocio, y con frecuencia reduce los costos asociados al control de plagas, si estos se comparan con el control basado exclusivamente en los productos químicos. El concepto del MIP es igualmente aplicable al control de enfermedades y plagas asociadas al suelo y al control de plagas en la poscosecha y estructuras.

Alternativas no directas para los usos de suelo

En el curso de los proyectos dirigidos a identificar las mejores opciones para reemplazar el BM en diferentes sectores productivos, se evaluaron diferentes tipos de alternativas. Fue importante abordar cada caso separadamente, ya que una alternativa exitosa en un lugar particular podía fallar en otro

como resultado de diferencias en costos, condiciones ambientales y otros factores. Las siguientes secciones proporcionan una descripción de las alternativas más importantes adoptadas para reemplazar el BM como fumigante de suelo (pre-siembra) en países A-5 alrededor del mundo.

Vapor

La pasteurización o esterilización con vapor es un proceso en el que se utiliza calor para eliminar plagas, enfermedades y malezas presentes en el suelo. En términos sencillos, la pasteurización comprende difundir vapor de agua a través del suelo mediante inyección u otro método, con la ayuda de una caldera y un sistema de conducción como tuberías o difusores, lo que conduce a la eliminación de los agentes patógenos.

Si se aplica adecuadamente, el vapor quizás sea la mejor alternativa al BM en la agricultura desde un punto de vista técnico, con resultados igualmente efectivos y algunas veces mejores. Sin embargo, muchas variables influyen sobre los resultados y la eficiencia económica del vapor: la caldera y el combustible en base al cual opera, los difusores utilizados, el tipo de suelo y su estructura, la preparación del suelo, si el tratamiento se aplica directamente al suelo o en bancos levantados, y otros factores.

El vapor es más efectivo y menos costoso cuando se trata una cantidad limitada de sustrato, y menos efectivo y más costoso cuando se trata el suelo, pues en este último caso se requiere que el vapor penetre a mucha mayor profundidad. Calentar el suelo a más de 30 cm exige un uso mucho más prolongado de la caldera, más mano de obra y cantidades de combustible que bien pueden llevar a que el vapor se convierta en una alternativa económicamente inaceptable.

El vapor puede ser económicamente factible si hace parte de un programa de MIP que ayude a mantener las plagas y enfermedades en un nivel de incidencia bajo. Así como cualquier

fumigante de amplio espectro, el vapor es un biocida generalizado, con el potencial de eliminar todos los organismos vivos presentes en el suelo. Esto deja lugar para que organismos que hayan quedado en el suelo, o sean reintroducidos al mismo, se multipliquen y diseminen sin competencia de parte de la biota natural. Por esta razón, el vapor funciona mejor cuando se agregan organismos benéficos y/o materia orgánica al suelo inmediatamente después de tratar (i.e. compost).

Un área o sustrato que han sido tratados con vapor, no permanecerá estéril por mucho tiempo si entra en contacto con material vegetal enfermo, si se deja sin plantar o utilizar durante períodos largos de tiempo, o si no se observan medidas higiénicas al manejarlo (que también incluyen a los operarios). También se debe considerar el hecho de que las altas temperaturas aumentan la solubilidad de algunos materiales, por ejemplo el manganeso, que en consecuencia se tornan disponibles en cantidades excesivas tornándose fitotóxicos. Las temperaturas demasiado altas también son nocivas para los organismos benéficos, por lo cual es importante no vaporizar en exceso. Adicionalmente, después de la pasteurización podrían liberarse altos niveles de amoníaco en suelos o sustratos ricos en materia orgánica, lo cual resulta tóxico para algunas plantas. Por ello es importante agregar 'enmiendas' de materia orgánica después y no antes del tratamiento con vapor.

Sustratos

Muchos cultivos como el tomate, los pimentones, las fresas, las flores cortadas, el melón y otras cucurbitáceas, las plántulas de hortalizas producidas en viveros, las plantas de fresa y las plántulas de tabaco, se producen en sustratos sin tierra en muchos lugares del mundo.

Este sistema de producción, algunas veces denominado producción hidropónica, ofrece varias ventajas incluyendo evitar la necesidad de esterilizar el suelo. La mayor parte de la producción en sustratos tiene lugar en ambientes protegidos o cubiertos (invernaderos). Una gran cantidad de materiales, naturales y artificiales, sirven de sustratos entre ellos la lana de roca, la escoria volcánica, los gránulos de arcilla, espumas sólidas (e.g. poliuretano), lana de vidrio, turba, materiales derivados de la corteza del coco, gravilla volcánica, corteza de pino, orujo de uva, bagazo de caña y otros.

Aunque la inversión inicial es generalmente más alta que aquella típicamente asociada con la producción tradicional en suelo, ésta usualmente se compensa con una mayor productividad y rentabilidad debidas a la posibilidad de usar densidades de siembra mayores, unida a una mejor calidad. La experiencia muestra que los sustratos

sin tierra son una buena alternativa al BM especialmente si se usan como parte de un programa de MIP. Es importante anotar que el simple hecho de aislar las plantas de suelo no previene la presencia de plagas y enfermedades, ya que estas también llegan a establecerse en los sustratos.

Un factor clave en el éxito de la producción sin tierra es la identificación de un sustrato idóneo, localmente disponible y de precio bajo, que mantenga el costo de esta técnica dentro de un rango razonable. Las relaciones planta/ agua, el manejo de plagas y la densidad de siembra deben ser cuidadosamente monitoreados. Una desventaja de esta técnica es su potencial para contaminar las aguas subterráneas cuando los efluentes de las soluciones nutritivas no son reciclados.

Los sustratos han reemplazado al BM por ejemplo en la producción de rosas en Kenia, en la producción de claveles en Turquía, en la producción de plantas de fresa en Marruecos y en muchos otros sectores.

Ejemplos de sustitución del bromuro de metilo con cultivo en sustratos

En la producción de rosas en Kenia



En Turquía en la producción de claveles y tomates



En la producción de plantas de fresa en Marruecos y en muchos otros



Bandejas flotantes

La técnica de las bandejas flotantes fue desarrollada a fines de la década de 1990 y fue adoptada por muchos miles de cultivadores de tabaco alrededor del mundo, que previamente utilizaban grandes cantidades de BM en la producción de plántulas. Para establecer este sistema, es necesario construir una pileta de poca profundidad sobre un suelo nivelado, con paredes bajas de ladrillo o madera (12 cm de alto), que luego se cubre con polietileno grueso de color negro. La pileta se llena entonces con agua limpia, a la que se agregan fertilizantes y alguicidas. Las semillas de tabaco son sembradas en bandejas de poliestireno de 288 celdas o menos (según las condiciones particulares de la localidad) que se han llenado previamente con sustrato. Las bandejas son colocadas dentro de las piletas, en donde flotan.

Las semillas de tabaco germinan rápidamente, y las plántulas resultantes son más uniformes y de mejor calidad que aquellas producidas en suelo fumigado con BM.

El sistema es también muy eficiente con respecto al espacio o tierra necesarios para desarrollar un vivero. Las bandejas flotantes fueron adoptadas a través de proyectos de BM en Brasil, Croacia, la Antigua República Yugoslava de Macedonia, Argentina, Zimbabue, Malawi y otros. La factibilidad económica de esta alternativa ha presentado retos en algunas instancias, en particular cuando los insumos necesarios tales como sustratos, bandejas o semillas peletizadas no se consiguen localmente y deben ser importados. También ha sido necesario entrenar grandes números de productores.



Plántulas de tabaco, Argentina



Producción de plántulas de tabaco en bandejas flotantes, Zimbabue

Compost

Las enmiendas orgánicas tales como el compost (composta), los abonos animales y verdes y distintos sub-productos derivados de las industrias agrícolas, forestales y de alimentos, se usan en muchos países para manejar algunas plagas asociadas al suelo como hongos y nematodos, que afectan diferentes cultivos. Aunque no pueden considerarse una alternativa directa al BM, existe clara evidencia de que dichas enmiendas alteran las poblaciones de microorganismos dentro del suelo, llevando en el largo plazo a una disminución en las poblaciones de patógenos del suelo. Esta es una estrategia de largo plazo, que puede ayudar a reducir la necesidad de fumigar, y que es un componente relevante de los programas de MIP.

Entre los factores que pueden limitar el uso del compost se encuentran la posible inconsistencia de los resultados obtenidos, la cual se debe principalmente a la variación en técnicas

de procesamiento, el requerimiento de grandes volúmenes de compost para que el tratamiento sea efectivo, los altos costos del transporte y la necesidad de desarrollar una logística adecuada para la producción de compost dentro de la finca. Se ha demostrado sin embargo que además de aportar microorganismos benéficos al suelo, el compost es un excelente fertilizante y un mejorador de la capacidad de retención de agua en el suelo. El compost enriquecido con organismos benéficos tales como *Trichoderma*, levaduras y bacterias benéficas, ejerce un buen control de algunos hongos del suelo con frecuencia asociados al monocultivo, y a otros factores como una mala estructura del suelo, una pobre aireación o un deficiente manejo del agua.

Es importante establecer una estación de compostaje apropiada y que pueda monitorearse de cerca, observando de manera rutinaria las condiciones ambientales (temperatura, pH, oxígeno,

aireación, humedad). Dependiendo de los tipos de plantas procesados, el proceso de compostaje puede tomar entre cuatro y cinco meses. El compost produce excelentes resultados por ejemplo en Marruecos, donde se han

realizado investigaciones para establecer la composición ideal de diferentes tipos de compost, las cantidades que se deben aplicar a diferentes cultivos, el momento óptimo de aplicación y otras variables.



Estación de compostaje, Ecuador



Biosolarización, Ecuador

Biofumigación y solarización

La solarización es un proceso mediante el cual el calor solar es atrapado bajo una película plástica transparente que se coloca sobre el suelo húmedo, lo cual aumenta la temperatura del suelo hasta niveles que resultan letales para las plagas y patógenos. Fue desarrollada originalmente en Israel, y utilizada allí y en otras regiones semiáridas con alta radiación y mínima pluviosidad, ya que estas condiciones parecían esenciales para que se acumulara la cantidad apropiada de calor en el suelo. Su uso se expande ahora a otras áreas con diferentes climas, donde se combina con otras opciones que contribuyen al control de los patógenos, por ejemplo la biofumigación (emisión de compuestos volátiles que se forman durante la descomposición de materia orgánica añadida al suelo). El proceso normalmente toma unas cuatro semanas, lo cual puede implicar una planeación acorde en la programación de las cosechas.

Injertos

En términos sencillos, un injerto es la unión de dos porciones de tejido vegetal que crecen juntos como una sola planta. Es posible injertar plantas con características comercialmente deseables, pero que son susceptibles a algunas enfermedades o plagas asociadas al suelo, sobre raíces resistentes que no son afectadas por estos problemas. El patrón (porción con raíz) puede ser de un cultivar diferente, una especie diferente y aún un género diferente de la misma familia que la planta susceptible. Los injertos otorgan una excelente protección contra los daños causados por los patógenos asociados al suelo en algunas hortalizas y frutales.

La solarización ha sido estudiada en más de 50 países alrededor del mundo en diferentes cultivos incluyendo tomate, tabaco, melón, pimiento, fresa y flores. Ha sido utilizada exitosamente en proyectos de eliminación del BM por ejemplo en Egipto, Jordania y Costa Rica, y más recientemente en Ecuador en combinación con biofumigación. Una adaptación interesante de la solarización, para casos en los que se requiere tratar cantidades relativamente pequeñas de sustrato es el “colector solar” ideado y utilizado en Brasil para reemplazar el BM que antes utilizaban miles de productores de plantas en maceta.

Los injertos se expandieron inicialmente en la agricultura de los países Mediterráneos, y en algunos países asiáticos como Corea y Japón.

Fueron implementados con gran éxito en proyectos de sustitución del BM por ejemplo en Turquía, Marruecos, Egipto, México, Guatemala y Honduras, en cultivos como tomates, pimientos, berenjenas, melones y sandías. Aunque la técnica es intensiva en mano de obra y generalmente supone costos de producción mayores que aquellos de la producción tradicional, este incremento generalmente se compensa con rendimientos más altos y mejor calidad. Las plantas injertadas son con frecuencia

más vigorosas, y se requieren menos plantas por hectárea para producir rendimientos iguales o mayores que los de las plantas sin injertar.

Cuando se combinan con un programa de MIP, que puede incluir fumigantes alternativos o fungicidas, las plantas injertadas constituyen una clara opción

al BM. La investigación reciente en este tema ha incrementado la cantidad de patrones disponibles para la mayoría de cultivos, y en muchos países se dispone ya de viveros que ofrecen plántulas injertadas de excelente calidad.



Vivero de plántulas de tomate injertadas, Honduras

Alternativas directas para los usos de suelo: Fumigantes

En la búsqueda de un reemplazo para el BM, se han llevado a cabo numerosos ensayos con fumigantes alternativos en todo el mundo, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. Su eficiencia varía con factores como los patógenos a controlar, las características del suelo, el clima y el método de aplicación utilizado. Se han evaluado distintos fumigantes, siendo el metam sodio, el dazomet y las mezclas de 1,3-dicloropropeno y cloropicrina,

los más estudiados y que más se han adoptado. Algunos factores que deben considerarse al usar fumigantes son:

- Su eficiencia depende en gran medida de las condiciones del suelo (temperatura, tipo de suelo, humedad) y del sistema de aplicación utilizado. Todos estos factores pueden influir sobre la forma en que un fumigante se dispersa a través del suelo.

- La combinación de fumigantes con otras alternativas (por ejemplo, biofumigación con metam sodio) con frecuencia trae buenos resultados y además permite reducir la dosis del fumigante utilizado.

La distribución en el suelo del metam sodio mejora significativamente al ser

inyectado con máquinas paleadoras, lo cual incide positivamente sobre su eficiencia y desempeño. Este sistema ha dado muy buenos resultados en el control de algunos patógenos asociados al suelo, por ejemplo en cultivos de fresa en México y Chile.

Alternativas indirectas para los usos de poscosecha

Al igual que con los usos de suelo, las alternativas al BM para usos de poscosecha debieron ser cuidadosamente evaluadas, teniendo siempre en cuenta las circunstancias particulares de cada caso. La alta humedad y las cálidas temperaturas características de algunos países tropicales por ejemplo, pueden convertir el control de plagas en todo un desafío.

Los productos almacenados y las plagas específicas a controlar también requieren consideración. En la siguiente sección se describen las principales alternativas adoptadas a través de los proyectos, comenzando por alternativas indirectas (es decir, alternativas que no pretenden reemplazar directamente el BM por otro fumigante de efecto comparable).

Calor

Para tratar estructuras, artefactos de museo y otros artículos similares, se utilizan distintos tipos de tratamiento térmico. En general, se requiere alcanzar una temperatura de al menos 55°C, que en muchos casos no debe exceder 60°C, para evitar daños a las piezas tratadas. Algunas piezas especialmente sensibles, pueden requerir control de humedad. Se han desarrollado métodos simples y de bajo costo para tratar artefactos, consistentes en envolver las piezas en plástico negro y colocarlas al sol, monitoreando cuidadosamente la temperatura para asegurar que se alcance el mínimo y no se exceda el máximo permitido.

Existen dos tipos generales de tratamientos: estructurales (completos)

y localizados o focales (tratando solamente los focos de infección, cuando se detecta un brote). El tratamiento completo implica subir la temperatura de la edificación o recinto a 50-60°C de manera gradual para reducir el riesgo de causar daños (i.e. a una tasa de 5°C por hora, y luego enfriar a una tasa de 5- 10°C por hora). Las temperaturas máximas no deben exceder 60°C, y se debe contar con suficientes calentadores para asegurar que se alcance la temperatura deseada en seis a diez horas.

Algunas consideraciones importantes asociadas al tratamiento térmico incluyen:

- Calcular la cantidad de energía

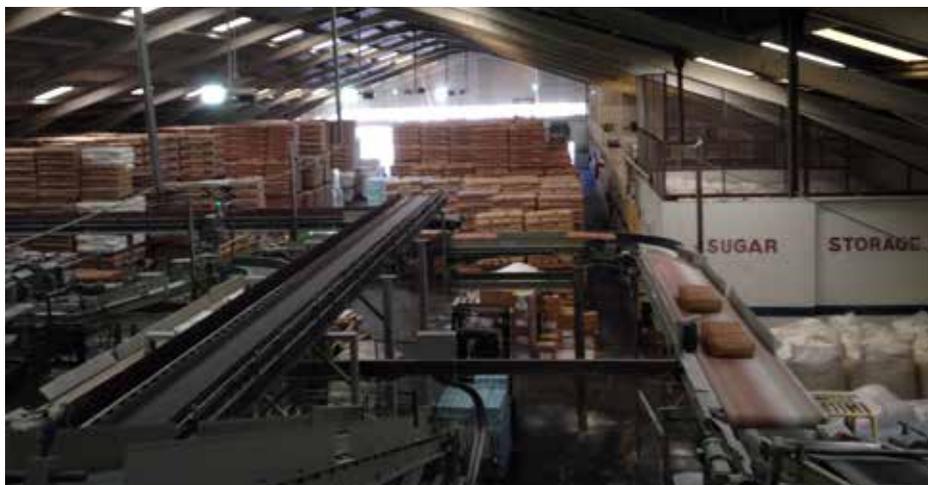
requerida una vez descontadas las pérdidas de calor (por ejemplo, a partir de superficies expuestas, equipos e infiltraciones);

- Usar ventiladores o difusores de aire para asegurar un calentamiento uniforme;
- Monitorear la temperatura durante el tratamiento, para asegurar que se alcance la temperatura deseada en todas partes.

Aunque las plagas presentes en los productos almacenados típicamente mueren en menos de una hora a 56°C, las estructuras tratadas deben mantenerse a esta temperatura durante períodos de 24-36 horas para asegurar una distribución uniforme e íntegra del calor. Las paredes y pisos de los sótanos, pueden resultar difíciles o aún imposibles de calentar al nivel necesario en construcciones de concreto, pues actúan como disipadores de calor. De ahí que puedan requerirse alfombras de aislamiento térmico, tierra de diatomáceas (diatomita) y/o aspersiones

con insecticidas para complementar el tratamiento en dichas superficies.

Los tratamientos focales se aplican a los equipos, o a un área determinada dentro de una planta de procesamiento. El aire caliente se difunde mediante ventiladores o es forzado dentro del recinto (creando una zona de alta presión) hasta alcanzar una temperatura de 55°C o más, durante el tiempo requerido. Para eliminar las plagas antes de que escapen del área caliente en busca de un refugio más fresco, se debe colocar una gruesa barrera de tierra de diatomeas (diatomita), asperjar con un insecticida o regar aceite mineral de grado comestible en el lugar de transición entre la zona caliente y la que permanece más fría. Los tratamientos focales son una buena opción para situaciones en las que un tratamiento completo no es practicable, o para retardar la necesidad de realizar de un tratamiento completo. Pueden utilizarse como un componente eficiente de un programa de MIP.



Molino de harina, Jamaica

Frío

El frío es ampliamente utilizado para almacenar semillas, frutos secos y granos (principalmente mediante aireación). También se utiliza extensamente para tratar artefactos de museo que contengan fibras (tales como alfombras) bajo condiciones muy controladas. El frío aplicado después de un proceso de desinfestación como la fumigación, puede proporcionar protección de largo plazo contra los daños causados por las plagas.

Atmósferas modificadas

El uso de sistemas y capullos al vacío, que crean atmósferas modificadas (alta concentración de CO₂, bajo nivel de oxígeno, mediante sellado hermético) se ha incrementado a nivel comercial en muchos países. El ambiente pobre en oxígeno previene el desarrollo de muchas plagas de los granos, frutos y otros productos. Es una tecnología generalmente de bajo costo y fácil de usar y que ha resultado exitosa por ejemplo en Turquía para frutos secos y en Vietnam para arroz, café en grano y otros productos. También se encuentra disponible y en uso en China.

Insecticidas de contacto

Los insecticidas de contacto pueden otorgar protección residual contra insectos de los granos almacenados a granel, maderas y productos de madera, artefactos de museo, y en bodegas de almacenamiento y vehículos de transporte. También se utilizan para tratar superficies, grietas y ranuras en los pisos y paredes de los cajones para almacenar granos, molinos de harina y bodegas de alimentos, y como tratamiento especial en lugares de almacenamiento.

Las temperaturas y los tiempos de exposición necesarios para lograr un control adecuado han sido ampliamente investigados y son conocidos para una gran variedad de plagas. Típicamente, la reproducción de las plagas que afectan los granos almacenados se detiene a más o menos 14°C. No obstante, algunas plagas como los ácaros pueden reproducirse, si bien lentamente, a temperaturas menores cuando la humedad es adecuada.

Las atmósferas controladas son aplicables a una gran variedad de productos como nueces, arroz, frutos secos, tabaco, y también arroz con cáscara de almacenamiento prolongado.

La técnica se basa en la creación de un ambiente bajo en oxígeno en el cual los insectos mueren. Se reporta como muy efectiva, con eliminación completa de todos los insectos en todos los estadios de desarrollo, cuando el período de exposición es adecuado.

Donde son permitidos, y donde el desarrollo de plagas resistentes no es problema, los insecticidas pueden proporcionar un útil método de control que evita las infestaciones extendidas.

Los insectos que atacan los productos almacenados varían considerablemente en su susceptibilidad a los insecticidas y los distintos estadios de un insecto pueden también responder de manera diferente, así que es muy importante contar con una correcta identificación

a nivel de especie y seleccionar insecticidas o estrategias de tratamiento basados en la plaga que se quiere eliminar.

Los compuestos organofosforados aún conforman un importante grupo de productos protectores de los granos en muchos países A-5; existe sin embargo preocupación por su toxicidad y la posible aparición de plagas resistentes a ellos. Los piretroides son un grupo de insecticidas sintéticos con una constitución química basada en los ingredientes activos de la piretrina natural. En contraste con los

organofosforados, los residuos de las aplicaciones de piretroides sintéticos son muy estables en los granos y no se descomponen al subir la temperatura. Entre los insecticidas piretroides utilizados en diferentes países se encuentran resmetrina, bioresmetrina, deltametrina, pifentrina y cyflutrina.

Otra clase de productos protectores es la de los reguladores del crecimiento insectario (IGRs por sus siglas en inglés). Un IGR ampliamente usado en granos almacenado es el metopreno.

Feromonas

Las feromonas son compuestos químicos producidos por un miembro de una especie, que son transmitidos externamente a otro miembro de esa misma especie, influyendo sobre su comportamiento o fisiología. La mayor parte de la investigación sobre este tema se ha centrado en las feromonas sexuales, incluyendo aquellas de muchas plagas de los productos almacenados, tanto escarabajos como polillas.

Las feromonas han sido utilizadas con muy buenos resultados por ejemplo en México y Jamaica, como señuelos trampa para monitorear la presencia de plagas de los productos almacenados;

en particular en el caso de las polillas, pueden utilizarse además como agentes de control directos, para atraparlas masivamente, diseminar patógenos o interrumpir el apareamiento. En general, se logra supresión, pero no desinfestación total de estas plagas, sin embargo son una importante herramienta para localizar infestaciones, y por ende un importante componente de los programas de MIP, con capacidad para reducir algunas infestaciones por plagas a niveles por debajo de los umbrales económicos establecidos.

Alternativas directas para usos de poscosecha: Fumigantes

Fosfina

La fosfina se encuentra registrada en todo el mundo para la desinfestación de productos duraderos y es ampliamente utilizada principalmente en cereales y leguminosas, frutos secos y nueces

así como hierbas y especias. Entre los países donde ha reemplazado exitosamente al BM se encuentran, Turquía, Indonesia, Irán, Jamaica, Vietnam, Filipinas, Tailandia y Camerún.

También se utiliza para desinfectar estructuras tales como bodegas y molinos en algunas situaciones, y aún para tratar objetos de museo hechos de madera o papel. La fosfina tiene el potencial de actuar como reemplazo directo del BM en muchas situaciones, pero también puede utilizarse como componente de un programa de MIP. Es un fumigante altamente tóxico, pero se usa a bajas concentraciones. Su acción contra las plagas es generalmente más lenta que la del BM, requiriéndose períodos de exposición más largos particularmente a bajas temperaturas, de manera que puede ser necesario implementar una logística de tratamiento diferente. Por lo general es inefectiva por debajo de 15°C.

La fosfina penetra bien los productos y puede removerse rápidamente mediante aireación después del tratamiento. Sin embargo, reacciona con metales como el cobre, lo cual en algunos casos puede limitar su uso, especialmente cuando hay equipos eléctricos presentes, ya que se produce un efecto corrosivo. Para evitar este problema algunas veces se utiliza una combinación de fosfina, CO₂ y calor. La fosfina mezclada con CO₂ ha sido adoptada con éxito por ejemplo en Egipto para desinfectar cereales almacenados, y en Turquía para tratar frutos secos.

La mayoría de las formulaciones sólidas de fosfina contienen fosforo de aluminio o, con menor frecuencia, fosforo de magnesio, formulados con carbamato de amonio o urea para reducir el riesgo de inflamabilidad. Más recientemente se dispone de generadores de fosfina y fosfina en cilindros, que permiten liberar el gas de forma controlada y evitan problemas como la disposición de residuos que se presentan con las formulaciones en tabletas.

Algunos lineamientos para el uso de fosfina son:

- La temperatura del producto a tratar debe estar por encima de 15°C en la mayoría de los casos, aunque ciertas plagas de poscosecha en los granos son sensibles a la fosfina hasta 10°C con períodos largos de exposición;
- Con frecuencia es necesario realizar tratamientos de exposición prolongada para lograr una efectiva acción contra todos los estadios de desarrollo de las plagas. Típicamente este período es de cinco días, pero se puede prolongar a 15 días o más, dependiendo del método utilizado para distribuir la fosfina, la temperatura y la especie de plaga a controlar;
- Es necesario usar técnicas apropiadas para evitar el desarrollo de resistencia. Las poblaciones de insectos son capaces de desarrollar resistencia a la fosfina con relativa facilidad. Se han observado altos niveles de resistencia particularmente en regiones tropicales, luego de fumigar frecuentemente con fosfina en condiciones de mala hermeticidad, lo que conduce a un control de plagas deficiente. Una correcta tecnología de aplicación y un tiempo de exposición apropiado son esenciales para prevenir la resistencia.

La resistencia a la fosfina supone un importante riesgo para el uso sostenible de este fumigante en países A-5, por lo que existe una urgente necesidad de desarrollar y registrar alternativas al BM como precaución, en caso de que la fosfina se torne inefectiva.



Fumigación de pilas de grano con fosfina, Egipto

Fluoruro de sulfuro

El fluoruro de sulfuro (SO_2F_2) es un gas no inflamable, inodoro e incoloro. Tiene un alto Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA). Debido a su bajo punto de ebullición y alta presión de vapor se vaporiza fácilmente bajo condiciones normales de fumigación, dispersándose rápidamente a través del recinto y de los productos almacenados. Normalmente no es corrosivo, de manera que se puede utilizar en lugares donde haya equipos sensibles y dispositivos electrónicos. Este fumigante fue desarrollado a fines de la década de 1950 en EEUU como fumigante para estructuras, principalmente para control de termitas. Ha sido comercializado desde 1961 para el control de plagas de la madera y estructuras, y desde 2003 para controlar plagas que afectan la industria alimentaria en algunas economías desarrolladas.

El fluoruro de sulfuro ha sido ensayado exitosamente en México y Egipto,

pero el registro de este producto no es aún amplio en los países en vías de desarrollo. Este fumigante fue considerado un reemplazo de los usos remanentes del bromuro de metilo para granos almacenados en China, pero no fue adoptado a pesar de que este país lo fabrica.

El fluoruro de sulfuro se puede usar para el tratamiento de edificaciones, mobiliarios, materiales de construcción y vehículos de transporte, para controlar un amplio rango de plagas incluyendo termitas de la madera seca, termitas subterráneas de Formosa, escarabajos de cuernos largos, escarabajos pulverizadores, escarabajos de los muebles y las alfombras, polillas de la ropa, cucarachas y roedores. Es altamente tóxico a los estadios post-embrionarios de los insectos, pero los huevos de muchas polillas y escarabajos son difíciles o imposibles de controlar por completo a las dosis permitidas,

especialmente a temperaturas bajas. Usualmente se logra obtener dosis efectivas para todos los estadios de vida variando la concentración y el período de exposición, pero en general se

requieren temperaturas más altas (por encima de 27°C) para obtener un grado satisfactorio de control a dosis prácticas.



Injertos, México



4 LECCIONES APRENDIDAS Y RETOS ENFRENTADOS

El proceso de eliminación del bromuro de metilo ha sido esencial para crear conciencia sobre la fragilidad de la capa de ozono y los pasos necesarios para protegerla. También ha generado una enorme cantidad de información, expandiendo conocimiento y pericia entre los integrantes claves de distintos sectores y con frecuencia aportando mejores y más modernas técnicas de producción y estrategias para el manejo de plagas.

Como resultado, muchos productores alrededor del mundo han logrado incrementar rendimientos y mejorar la calidad de sus productos; la eficiencia

de los negocios ha mejorado; y se ha trazado un claro camino hacia la sostenibilidad.

Quienes logran sostener la eliminación han logrado ventajas de mercado, ya que las prácticas de producción amigables al ambiente son cada vez más importantes, especialmente en países desarrollados (no A-5) donde se encuentran los mercados importadores para muchos países A-5.

Estos grandes logros no siempre han sido fáciles de alcanzar sin embargo, y aún quedan desafíos como se describe en las siguientes secciones.



Silos para el almacenamiento de granos, Zambia

Factores que influyen sobre la adopción de alternativas

Un obstáculo importante al momento de introducir alternativas es que este proceso con frecuencia debe llevarse a cabo contra el marco de un sistema conocido, en el que la infraestructura, los equipamientos, las cadenas de suministro y una buena reputación se encuentran ya establecidos.

El proceso para seleccionar las alternativas más idóneas, donde dichas alternativas fueron primero ensayadas y demostradas y en el que los participantes claves fueron involucrados, contribuyó a crear un buen nivel de aceptación hacia las alternativas propuestas. Aunque se han identificado alternativas técnicamente viables para prácticamente todos los usos del MB, pronto se hizo aparente que cada sistema alternativo debía ser juzgado contra el ambiente tanto biológico como comercial. También fue evidente que diferentes factores, más allá de la viabilidad económica, impactan la sustentabilidad a largo plazo de las alternativas propuestas. Por ejemplo:

- Directrices de mercado - ventanas específicas de mercado que requieren destrezas técnicas y empresariales muy precisas;
- Factores asociados al consumidor - preferencia por ciertos esquemas de certificación o eco-etiquetas;
- Capacidad instalada - por ejemplo, capacidad de carga aérea suficiente y económicamente viable y/o capacidad de almacenamiento en frío;
- Factores regulatorios - alternativas registradas y comercialmente disponibles;
- Volumen de consumo suficiente de los insumos, de manera que se desarrolle su mercado y se asegure la disponibilidad de la alternativa para la cual se requieren.

En resumen, es necesario adoptar un enfoque amplio, incluyendo el registro y la disponibilidad comercial de las alternativas exitosas, a costos factibles.

La adopción de alternativas también puede requerir cambios en los sistemas de producción y el manejo de procesos, con inversiones asociadas que pueden ser significativas. En consecuencia, es necesario contar con voluntad, compromiso y un enfoque proactivo; en ausencia de estos, se han presentado instancias donde la renuencia al cambio parece ser la mayor barrera a la adopción exitosa de las alternativas identificadas.

Una de las lecciones aprendidas a través del proceso de eliminación, es que la capacidad para adaptar las tecnologías alternativas a las condiciones locales es sumamente importante para asegurar su éxito. La experiencia de sectores similares en regiones o países similares, resulta ser crítica para la adopción de alternativas, pero también lo es su adaptación a las circunstancias locales. Se ha logrado adoptar alternativas exitosamente en períodos de dos a tres años, que algunas veces incluyeron el registro de alternativas químicas.

Capacitación, intercambio de información y participantes claves

La amplia participación de todos los actores claves de un sector y una firme voluntad política, fueron factores decisivos para el éxito de los proyectos destinados a reemplazar el BM. Los productores proactivos jugaron un papel esencial al liderar los ensayos y luego la adopción de alternativas, ayudando así a reducir la renuencia al cambio que algunas veces mostraban otros productores. También fue muy importante involucrar al personal técnico de las empresas y los consultores, investigadores e instructores de cada sector, para apoyar las actividades de los proyectos. Las instituciones gubernamentales - incluyendo autoridades agrícolas y ambientales, oficiales de aduana y funcionarios encargados del registro de pesticidas - brindaron apoyo adicional. La participación de proveedores de alternativas y aún de los importadores de BM también contribuyó al éxito de muchos proyectos.

La capacitación ha sido un componente esencial del proceso de eliminación y es un esfuerzo que debe continuar. Las actualizaciones en capacitación y la construcción de capacidad en el

cambiante escenario de las alternativas al BM son necesidades continuas, pues algunas de estas alternativas requieren conocimientos sustanciales. También es necesario proporcionar información sobre nuevos desarrollos y técnicas mejoradas, para apoyar a los recién llegados a este campo. La implementación de tecnologías alternativas con frecuencia requiere destrezas nuevas o actualizadas, y siempre es necesario contar con una correcta identificación y comprensión de las plagas y enfermedades específicas que atacan un cultivo. Adicionalmente, diversos sectores han experimentado una significativa expansión en momentos en que los proyectos ya estaban bien avanzados y aún han aparecido sectores nuevos que eran potenciales usuarios de BM. La diseminación de información, el suministro de materiales educativos y la promoción de un amplio intercambio de información entre los usuarios de las alternativas (no solamente a nivel local sino también regionalmente) deben ser una prioridad continua.



5 EL CAMINO A SEGUIR: COMO SOSTENER LA ELIMINACION

La eliminación del bromuro de metilo ha recorrido un largo camino en los países en vías de desarrollo, y dado que todos los países que aún reportan consumo están emprendiendo proyectos para apoyar y finalizar la adopción de alternativas, se espera que los usos remanentes puedan reemplazarse fácilmente a tiempo para la fecha límite del 2015. Sin embargo, el BM es único entre las SAO en cuanto a que siempre será posible - al menos teóricamente -

regresar a este fumigante aún después de haber adoptado alternativas, pues la capacidad productiva permanece en su lugar después de la fecha de eliminación para atender los usos exentos (QPS). En contraste, la sustitución de otras SAO por alternativas (por ejemplo refrigerantes) generalmente requiere que las plantas de producción emprendan conversiones tecnológicas significativas y regresar al sistema previo difícilmente tendría justificación.



Inspección de flores tropicales antes del empaque, Costa Rica

Factores que impactan la sostenibilidad

Como se ha descrito, los esfuerzos para reemplazar el BM han dejado claro que el objetivo no es encontrar un sustituto “uno a uno” para este fumigante, sino más bien, que la implementación de un sistema integrado, que combine distintas alternativas, es lo que produce los mejores resultados. Las alternativas seleccionadas deben ser rentables, técnicamente viables, y estar comercialmente disponibles; estos factores se deben considerar cuando se evalúa la sustentabilidad a largo plazo de dichas alternativas.

La **viabilidad técnica** se refiere a si la alternativa seleccionada genera un control suficiente de las plagas y enfermedades; es importante tener en cuenta que la técnica de aplicación o el proceso practicado, la dosis utilizada, el clima y otros, son todos factores que impactan la eficacia de las alternativas y la consistencia de los resultados.

La **viabilidad económica** va más allá del mero costo de una alternativa y requiere de un análisis completo. Por ejemplo, una alternativa que es más costosa que el BM puede estar justificada si no representa una alteración del mercado; podría de hecho incrementar la productividad y mejorar la calidad, compensando la inversión adicional y logrando una mejor aceptación comercial y una mayor penetración en el mercado del producto en cuestión. Existen ejemplos de este tipo en la producción en sustratos o al utilizar plantas injertadas. En el caso del MIP, la implementación de un

programa de este tipo puede requerir de infraestructura y capacitación especiales que inicialmente obligan a incurrir en costos adicionales, pero más tarde lleva a economías sustanciales a través del uso racional de pesticidas, fertilizantes y agua.

Los **factores de mercado** incluyen la aceptación de las alternativas por parte de los consumidores, pero además un adecuado acceso al mercado y una buena capacidad de acceder a las ventanas de mercado. La disponibilidad oportuna y económica de los insumos y servicios requeridos es también esencial, e influye directamente sobre la factibilidad económica.

La **capacidad institucional** para apoyar la eliminación lograda es muy importante. A través de los proyectos con frecuencia se han mejorado los servicios de asistencia técnica y extensión, así como la capacidad de investigación y capacitación. Adicionalmente, la integración de las Unidades Nacionales del Ozono y las autoridades locales a los proyectos ha sido de gran importancia, pues ellos son socios claves en la protección de la capa de ozono.

Diversos **asuntos políticos y regulatorios** impactan directamente la sustentabilidad de la eliminación. La mayoría de los proyectos de inversión incluye un acuerdo de parte del país que emprende la sustitución del BM, para eliminar completamente todos los usos controlados y fortalecer dicha

eliminación con un paquete de políticas que prohíba estos usos. La capacidad para dar seguimiento al uso real del BM, y específicamente para verificar que el BM importado para uso en aplicaciones de QPS no termine usado en aplicaciones controladas, es de gran importancia. El apoyo al registro de alternativas para asegurar que estén disponibles para los usuarios también debe ser una prioridad.

En resumen, el asunto no es solamente reemplazar el BM, sino más bien desarrollar estrategias de control de plagas viables en el largo plazo, con las opciones disponibles y con el fin de asegurar la sustentabilidad de la eliminación.

Algunas preocupaciones remanentes

La disponibilidad permanente del bromuro de metilo y la promoción de su uso

La eliminación del 2015 comprende los usos controlados del BM y excluye los usos para QPS, ya que estos últimos se clasifican actualmente como usos exentos bajo el Protocolo. Apenas un 10% de los usos globales totales de BM en 1992, los usos para QPS se han convertido en la actualidad en la emisión no controlada más grande de una SAO del Protocolo. Desde 2008, los usos exentos (QPS) del BM son más grandes que los usos controlados, y la brecha crece cada año a medida que los usos controlados se acercan a la eliminación total.

Siempre que no se hayan implementado controles para el uso de BM en cuarentena y pre-embarque, la producción abundante y continua de este fumigante para esos usos permitidos constituirá una base de

producción para la industria, capaz de mantener los precios del BM en un nivel donde es aún atractivo para fines distintos al QPS, sin alzas en precio asociadas a la escasez. Esta situación, frecuentemente combinada con esfuerzos bien financiados para promover el uso del BM, impacta negativamente la eliminación lograda y puede poner en riesgo su sostenibilidad. Las iniciativas que han tomado las Partes en años recientes para evaluar la factibilidad de adoptar alternativas para QPS, muestran que es posible reemplazar el BM al menos para algunos de estos usos.

Usos controlados vs. usos exentos del BM y posible comercio ilegal

Muchos países A-5 han expresado preocupación sobre el comercio y/o uso ilegal, y en particular, el desvío del BM importado para QPS hacia aplicaciones controladas. El consumo para QPS muestra una tendencia al alza en muchos países A-5 a lo largo de la última década. Aunque pueden existir distintas explicaciones para ello, incluyendo un incremento en el comercio internacional, con frecuencia se alude

también a la dificultad de hacer un seguimiento veraz al uso final del BM importado. Los esfuerzos permanentes para implementar y fortalecer sistemas de seguimiento acompañados de capacitación y otras opciones para asegurar que el BM importado para QPS realmente sea utilizado para este fin, parecen ampliamente justificados.

La viabilidad a largo plazo de algunas alternativas

El manejo de plagas y enfermedades es un proceso interactivo que puede presentar diversos desafíos. Una alternativa que ha sido exitosamente implementada puede enfrentar problemas de repente. Pueden surgir restricciones o prohibiciones que limitan alternativas antes consideradas viables, como resultado de riesgos ambientales o de salud (especialmente en el caso de las alternativas químicas) o se pueden dejar de conseguir algunos insumos necesarios para la aplicación de las alternativas.

Los cambios en los métodos de control (resultantes de los sistemas alternativos al BM) pueden hacer que se presenten con mayor frecuencia ciertas plagas o enfermedades que antes se consideraban secundarias (o que eran controladas en gran medida con BM). También pueden surgir plagas resistentes a las alternativas; esta es por ejemplo una posibilidad muy real en la fumigación de granos con fosfina, como ya se explicó antes.



Granos de cacao, Camerún

La continuidad de las actividades de capacitación y concientización

La alta rotación de oficiales de ozono que tiene lugar en algunos países, o un gran número de productores que llegan a un sector productivo en expansión después que los proyectos han terminado, pueden incrementar la necesidad de capacitación y disseminación de la información. Una deficiente integración o una pobre comunicación interinstitucional, junto con sistemas débiles para detectar y dar seguimiento a las importaciones de BM y su destino final, también pueden constituir un desafío para mantener la eliminación lograda.

También es necesario considerar la continuidad de los programas establecidos a través de los proyectos - en particular la asistencia técnica y la concientización. Ello debe además incluir riesgos a la salud asociados tanto al BM como a sus alternativas químicas, y en

particular a los efectos específicos sobre hombres y mujeres.

El aseguramiento de opciones de financiación para sostener la eliminación una vez finalizados los proyectos puede aparecer como una tarea difícil, pero en muchos casos la creación de vínculos con otras iniciativas ambientales o de sostenibilidad y la promoción del intercambio de información dentro de los sectores productivos tanto local como regionalmente, pueden constituir buenas opciones para ayudar a lograr esta meta. El hecho que las alternativas contribuyan a desarrollar destrezas y a ampliar las opciones laborales para las mujeres por ejemplo, no debe ser subestimado.

Las exenciones para usos críticos

El artículo 2H del Protocolo de Montreal incluye una provisión para solicitar Exenciones de Uso Crítico (EUC) para los países en vías de desarrollo (A-5) después de la fecha de eliminación. Esta opción ha estado disponible para los países no-A5 desde 2005, y aunque inicialmente se identificaron obstáculos a la adopción de alternativas en algunos

sectores, solo quedan cuatro EUC para el 2015 (de un número inicial de 115 en 2005).

Para 2015, tres Partes A-5 presentaron nominaciones para usos críticos, casi todos ellos en sectores donde las Partes no A-5 pidieron exenciones en el pasado.



El vapor ha reemplazado al BM por ejemplo en el sector de plantas ornamentales de México, donde los productores pasteurizan el sustrato antes de la siembra, con excelentes resultados.

Anexo 1-

Información Adicional

Durante los últimos 20 años se ha generado una enorme cantidad de información sobre alternativas al BM. A continuación aparecen algunos recursos útiles sobre este tema.

- El Comité de Opciones Técnicas al Bromuro de Metilo del Protocolo (MBTOC) desarrolla un trabajo muy completo sobre el BM y sus alternativas, tanto para usos controlados como exentos. Los Informes Cuadriales de Evaluación, los Informes Anuales de Progreso y otras publicaciones relevantes se encuentran en la página web de la Secretaría del Ozono: http://ozone.unep.org/new_site/en/assessment_docs.php?committee_id=6&body_id=6&body_full=Methyl%20Bromide%20Technical%20Options%20Committee&body_acronym=MBTOC
- El Programa Acción por el Ozono del PNUMA también ofrece diversos informes e información sobre bromuro de metilo que se encuentran en: <http://www.unep.org/ozonaction/Topics/MethylBromide/tabid/6221/Default.aspx>
- El Programa de Asistencia al Cumplimiento (PAC) del PNUMA proporciona asistencia a los Países A-5 del Protocolo de Montreal a través de sus Oficiales de Bromuro de Metilo en las oficinas regionales. Los contactos se encuentran en: <http://www.unep.org/ozonaction/AboutTheBranch/StaffContacts/tabid/6190/Default.aspx>
- El Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal ofrece reportes sobre actividades de monitoreo y evaluación desarrolladas sobre las SAO incluyendo el BM. Los cuales se pueden consultar en: <http://www.multilateralfund.org/Evaluation/evaluationlibrary/default.aspx>
- Otras Agencias de Implementación – ONUDI, el Banco Mundial y el PNUD – también ofrecen útiles fuentes de información en sus respectivos sitios web.
- El lector puede dirigirse además a los numerosos artículos científicos que se publican cada año y que reflejan estudios conducidos por equipos de investigación de todo el mundo, así como a los talleres y reuniones científicas que tienen lugar en muchos países (ver por ejemplo www.mbao.org).

Acerca de PNUMA, División de Tecnología, Industria y Economía

Creada en 1975, tres años después de que se creó el PNUMA, la División de Tecnología, Industria y Economía (DTIE) proporciona soluciones a los formuladores de políticas y ayuda a cambiar el ambiente de negocios, ofreciendo plataformas para el diálogo y la cooperación, opciones de políticas innovadoras, proyectos pilotos y mecanismos creativos de mercado.

DTIE juega un papel de liderazgo en tres de las seis prioridades estratégicas del PNUMA: **cambio climático, sustancias nocivas y residuos peligrosos, y eficiencia de los recursos.**

La Oficina Directora, con su base en París, coordina actividades a través de:

> **El Centro Internacional de Tecnología Ambiental** - IETC (Osaka, Shiga), promueve la recopilación y difusión de conocimientos sobre tecnologías ecológicamente racionales enfocadas a la gestión de residuos. El objetivo general es mejorar el conocimiento sobre la conversión de residuos en un recurso utilizable y reducir los impactos sobre la salud humana y el medio ambiente (tierra, agua y aire).

> **Departamento de Producción y Consumo Sostenibles** (París), el cual promueve patrones de consumo y producción sostenibles como una contribución al desarrollo humano a través de los mercados globales.

> **Departamento de Químicos** (Ginebra), el cual cataliza acciones globales para dar lugar al manejo seguro de químicos, así como al mejoramiento de la seguridad química en todas las regiones del mundo.

> **Departamento de Energía** (París y Nairobi), el cual fomenta políticas de energía y transporte a favor del desarrollo sostenible y alienta la inversión en la energía renovable y la eficiencia energética.

> **Departamento de OzonAction** (París), el cual apoya la desaparición de sustancias que provocan el adelgazamiento de la capa de ozono en los países en vías de desarrollo y en países con economías en transición, para así asegurar la implementación del Protocolo de Montreal.

> **Departamento de Economía y Comercio** (Ginebra), el cual ayuda a los países a integrar consideraciones ambientales en sus políticas económicas y de comercio. Así mismo, trabaja con el sector financiero para incorporar políticas de desarrollo sostenible. Este departamento está encargado también de producir los reportes de Economía Verde.

DTIE trabaja con muchos actores (otras agencias y programas de la ONU, organizaciones internacionales, gobiernos, organizaciones no gubernamentales, empresas, industria, medios de comunicación y el público) para crear conciencia, mejorar la transferencia de conocimientos e información, fomentar la cooperación tecnológica e implementar convenciones y acuerdos internacionales.

Más información,
www.unep.org/dtie

www.unep.org

United Nations Environment Programme
P.O. Box 30552 Nairobi, Kenya
Tel: ++254-(0)20-762 1234
Fax: ++254-(0)20-762 3927
E-mail: uneppub@unep.org



PNUMA

Para ampliar información contactar a:
UNEP DTIE
Programa Acción por el Ozono
15 rue de Milan, 75441 Paris CEDEX 09, France
Tel: +331 4437 1450
Fax: +331 4437 1474
ozonaction@unep.org
www.unep.org/ozonaction

Al acercarse la fecha final del 2015 para la eliminación del bromuro de metilo en los países A-5 se hace evidente un importante logro del Protocolo de Montreal: más del 85% de los usos controlados de este fumigante, otrora ampliamente utilizado, han sido reemplazados exitosamente y los usos remanentes están siendo sustituidos. Esta publicación analiza los esfuerzos emprendidos para llegar a este punto, los retos enfrentados, las lecciones aprendidas y las formas de asegurar la continuidad y sustentabilidad de la eliminación.



Multilateral Fund
for the Implementation of the Montreal Protocol