



**Convenio de Rotterdam sobre el
Procedimiento de Consentimiento
Fundamentado Previo Aplicable a
Ciertos Plaguicidas y Productos
Químicos Peligrosos Objeto de
Comercio Internacional**

Distr. general
15 de junio de 2023

Español
Original: inglés

**Comité de Examen de Productos Químicos
19ª reunión**

Roma, 3 a 6 de octubre de 2023

Tema 5 a) i) del programa provisional*

**Labor técnica: examen de los proyectos de documentos de
orientación para la adopción de decisiones: bromuro de metilo**

**Proyecto de documento de orientación para la adopción de
decisiones sobre el bromuro de metilo**

Nota de la Secretaría

I. Introducción

1. En sus reuniones 1ª y 18ª, el Comité de Examen de Productos Químicos examinó las notificaciones de medidas reglamentarias firmes sobre el bromuro de metilo presentadas por el Reino de los Países Bajos y Colombia, conjuntamente con la documentación justificativa a la que se hace referencia en ellas, y llegó a la conclusión de que las notificaciones habían cumplido todos los criterios del anexo II del Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional.
2. En su decisión CRC-18/3 el Comité aprobó el fundamento de la conclusión a la que había llegado respecto de la notificación de Colombia y recomendó, con arreglo al párrafo 6 del artículo 5 del Convenio, que la Conferencia de las Partes incluyese el bromuro de metilo en el anexo III del Convenio en la categoría de plaguicida. En el párrafo 4 de esa decisión, el Comité decidió, de conformidad con el párrafo 1 del artículo 7 del Convenio, preparar un proyecto de documento de orientación para la adopción de decisiones sobre el bromuro de metilo. El fundamento de su conclusión de que la notificación de medida reglamentaria firme presentada por el Reino de los Países Bajos con respecto al bromuro de metilo cumplía los criterios del anexo II del Convenio de Rotterdam se expone en la parte A del anexo V del informe del Comité de Examen de Productos Químicos sobre la labor realizada en su primera reunión (UNEP/FAO/RC/CRC.1/28).
3. De conformidad con la decisión CRC-18/3 y el plan de trabajo aprobado por el Comité para la preparación de los proyectos de documentos de orientación para la adopción de decisiones (UNEP/FAO/RC/CRC.18/15, anexo III), el grupo de redacción entre reuniones establecido en la 18ª reunión ha preparado un proyecto de documento de orientación para la adopción de decisiones sobre el bromuro de metilo que figura en el anexo de la presente nota, sin que haya sido objeto de revisión editorial oficial en inglés. En el documento UNEP/FAO/RC/CRC.18/INF/4 figura una recopilación de las observaciones formuladas en relación con el proyecto de documento de orientación para la adopción de decisiones recibidas de los miembros del Comité y los observadores, por ejemplo, información sobre la forma en que se trataron dichas observaciones.

* UNEP/FAO/RC/CRC.19/1/Rev.1.

II. Medida que se propone

4. El Comité tal vez deseará finalizar el proyecto de documento de orientación para la adopción de decisiones y remitirlo, conjuntamente con la recomendación de incluir el bromuro de metilo en la categoría de plaguicida del anexo III del Convenio, a la Conferencia de las Partes para que esta lo examine en su 12ª reunión.

Anexo

Proyecto de documento de orientación para
la adopción de decisiones

Bromuro de metilo

Convenio de Rotterdam

Aplicación del procedimiento de consentimiento fundamentado
previo a productos químicos prohibidos o rigurosamente
restringidos



**Secretaría del Convenio de Rotterdam sobre el
Procedimiento de Consentimiento Fundamentado
Previo Aplicable a Ciertos Plaguicidas y Productos
Químicos Peligrosos Objeto de Comercio
Internacional**

Introducción

El objetivo del Convenio de Rotterdam es promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las Partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a posibles daños y contribuir a su utilización ambientalmente racional, facilitando el intercambio de información acerca de sus características, estableciendo un proceso nacional de adopción de decisiones sobre su importación y exportación y difundiendo esas decisiones a las Partes. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ejercen conjuntamente las funciones de Secretaría del Convenio.

Los productos químicos propuestos¹ para su inclusión en el procedimiento de consentimiento fundamentado previo (CFP) del Convenio de Rotterdam son aquellos que han sido prohibidos o rigurosamente restringidos por una medida reglamentaria nacional en dos o más Partes² en dos regiones diferentes. La inclusión de un producto químico en el procedimiento de CFP se basa en las medidas reglamentarias adoptadas por las Partes que se han ocupado del problema que suponen los riesgos asociados con el producto químico prohibiéndolo o restringiéndolo rigurosamente. Es posible que existan otras formas de reducir o controlar esos riesgos. Sin embargo, la inclusión no implica que todas las Partes en el Convenio hayan prohibido o restringido rigurosamente ese producto químico. Para cada producto químico incluido en el anexo III del Convenio de Rotterdam y sujeto al procedimiento de CFP, se solicita a las Partes que decidan con fundamento si consienten o no su importación en el futuro.

En su [...] reunión, celebrada en [...] los días [...], la Conferencia de las Partes acordó incluir el bromuro de metilo en el anexo III del Convenio, y aprobó el documento de orientación para la adopción de decisiones a los efectos de que ese producto químico quedase sujeto al procedimiento de CFP.

El presente documento de orientación para la adopción de decisiones se transmitió a las autoridades nacionales designadas [...], de conformidad con los artículos 7 y 10 del Convenio de Rotterdam.

Finalidad del documento de orientación para la adopción de decisiones

Para cada producto químico incluido en el anexo III del Convenio de Rotterdam, la Conferencia de las Partes aprueba un documento de orientación para la adopción de decisiones. Estos documentos se envían a todas las Partes, a las que se solicita que adopten una decisión sobre las futuras importaciones del producto químico.

El Comité de Examen de Productos Químicos es el responsable de elaborar los documentos de orientación para la adopción de decisiones. El Comité consiste en un grupo de expertos designados por los Gobiernos según lo establecido en el artículo 18 del Convenio, que se encarga de evaluar los productos químicos propuestos para su posible inclusión en el anexo III del Convenio. Los documentos de orientación para la adopción de decisiones reflejan la información notificada por dos o más Partes que justifica las medidas reglamentarias adoptadas a nivel nacional para prohibir o restringir rigurosamente el producto químico. No se consideran la única fuente de información sobre un producto químico ni tampoco se actualizan ni revisan una vez aprobados por la Conferencia de las Partes.

Puede haber más Partes que hayan adoptado medidas reglamentarias para prohibir o restringir rigurosamente el producto químico, así como otras que no lo hayan hecho. Las evaluaciones del riesgo o la información sobre medidas alternativas de mitigación presentadas por dichas Partes pueden consultarse en el sitio web del Convenio de Rotterdam (www.pic.int).

Según se establece en el artículo 14 del Convenio, las Partes pueden intercambiar información científica, técnica, económica y jurídica relativa a los productos químicos incluidos en el ámbito de aplicación del Convenio, incluida información toxicológica, ecotoxicológica y sobre seguridad. Esta información puede transmitirse a las otras Partes directamente o por conducto de la Secretaría. La información enviada a la Secretaría se publicará en el sitio web del Convenio de Rotterdam.

Es posible que existan otras fuentes en las que también se pueda encontrar información sobre el producto químico.

Descargo de responsabilidad

El empleo de nombres comerciales en el presente documento tiene por objeto principalmente facilitar la correcta identificación del producto químico. No entraña aprobación o reprobación de ninguna empresa. Como no es posible

¹ Conforme al Convenio, se entiende por “producto químico” toda sustancia, sola o en forma de mezcla o preparación, ya sea fabricada u obtenida de la naturaleza, excluidos los organismos vivos. El término comprende las categorías siguientes: plaguicidas (incluidas las formulaciones plaguicidas extremadamente peligrosas) y productos químicos industriales.

² Conforme al Convenio, se entiende por “Parte” un Estado u organización de integración económica regional que haya consentido en someterse a las obligaciones establecidas en el Convenio y en los que el Convenio esté en vigor.

incluir en el presente documento todos los nombres comerciales que se utilizan actualmente, solo se incluyen algunos nombres comerciales comúnmente utilizados y publicados.

Aunque se estima que la información proporcionada es exacta según los datos disponibles a la fecha de preparación del presente documento de orientación para la adopción de decisiones, la FAO y el PNUMA declinan toda responsabilidad por las posibles omisiones o por las consecuencias que de ellas pudiesen derivarse. Ni la FAO ni el PNUMA serán responsables de lesiones, pérdidas, daños o perjuicios del tipo que fueren a que pudiese dar lugar la importación o prohibición de la importación de ese producto químico.

Las denominaciones utilizadas y la presentación del material en la presente publicación no suponen la expresión de opinión alguna, sea cual fuere, por parte de la FAO o el PNUMA, con respecto a la situación jurídica de ningún país, territorio, ciudad o región o sus autoridades, ni con respecto a la delimitación de sus fronteras o límites.

Lista básica de siglas y abreviaturas habituales

LISTA BÁSICA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS HABITUALES	
<	menor que
≤	menor que o igual a
>	mayor que
≥	mayor que o igual a
μg	microgramo
CAC	Comisión del Codex Alimentarius
CAS	Chemical Abstracts Service
CE	Comunidad Europea
CE ₅₀	concentración efectiva mediana
CIIC	Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer
CIPF	Convención Internacional de Protección Fitosanitaria
CL ₅₀	concentración letal media
cm	centímetro
COTBM	Comité de opciones técnicas sobre el bromuro de metilo
cP	centipoise
CSEO	concentración sin efectos observados
Ctgb	Junta Neerlandesa de Autorización de productos fitosanitarios y biocidas (en neerlandés: College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden)
DL ₅₀	dosis mediana letal
DR	dosis de referencia (para exposición oral crónica; comparable a la IDA)
DRA	dosis de referencia aguda
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
g	gramo
GETE	Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica
h	hora
ha	hectárea
IATA	Asociación de Transporte Aéreo Internacional
IDA	ingesta diaria admisible
IMDG	Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas
PISSQ	Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas
kg	kilogramo
K _{oc}	coeficiente de reparto carbono orgánico-agua
K _{ow}	coeficiente de partición octanol-agua
kPa	kilopascal
l	litro
LOAEL	nivel mínimo con efecto nocivo observado
mg	miligramo
ml	mililitro

LISTA BÁSICA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS HABITUALES

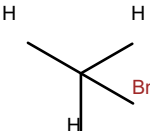
mmHg	milímetro de mercurio
ng	nanogramo
NOAEL	nivel sin efecto nocivo observado
NOEL	nivel sin efecto observado
°C	grado Celsius (centígrado)
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMS	Organización Mundial de la Salud
p	peso
pc	peso corporal
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
ppm	partes por millón (se utiliza únicamente con referencia a la concentración de un plaguicida en una dieta experimental. En todos los demás contextos se emplean los términos mg/kg o mg/l).
RID	Reglamento relativo al Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril
UE	Unión Europea
UIQPA	Unión Internacional de Química Pura y Aplicada
UV	ultravioleta

Documento de orientación para la adopción de decisiones relativo a un producto químico prohibido o rigurosamente restringido

Bromuro de metilo

Publicado:

1. Identificación y usos (véanse más detalles en el anexo 1 del documento de orientación para la adopción de decisiones)

Nombre común	Bromuro de metilo
Nombre químico y otros nombres o sinónimos	UIQPA: Bromometano Sinónimo: Monobromometano
Fórmula molecular	CH ₃ Br
Estructura química	
Núm. de CAS:	74-83-9
Código Aduanero del Sistema Armonizado	2903.61 (bromuro de metilo, bromometano) 3827.40 (fórmulas que contienen bromuro de metilo)
Otros números	Número CE 200-813-2 InChIKey: GZUXJHMPEANEGY-UHFFFAOYSA-N InChI: InChI=1S/CH3Br/c1-2/h1H3 (Fuente: http://www.bcpepesticidecompendium.org)
Categoría	Plaguicida
Categoría regulada	Plaguicida
Uso(s) en la categoría regulada	<p>En Colombia, el bromuro de metilo se empleaba como fumigante de suelos. El uso de formulaciones gaseosas de bromuro de metilo se sigue permitiendo para tratamiento cuarentenario en el control de plagas de cuarentena en productos agrícolas y embalajes en puertos y pasos fronterizos. Es obligatorio emplear cámaras de fumigación autorizadas y herméticas.</p> <p>En los Países Bajos, el bromuro de metilo se empleaba como fungicida y como desinfectante de suelos (fungicida/nematicida). Se sigue permitiendo la fumigación de espacios en salas a prueba de gases³.</p>
Nombres comerciales	<p>Dowfume; Halón 1001; M-B-R98; AB-01916; Bercema; Tri-Brom-Methyl-Bromide-Rodent-Fumigant; Brom-O-Sol; Caswell-No-555; Curafume; Detia Gas Ex-M; Dowfume MC-2; Dowfume MC-33; Dowfume MC-2 Soil Fumigant; Edco; Embafume; EPA-Pesticide-Chemical-Code-053201; M-B-C Fumigant; Brom-O-Gas; Brom-O-Gas Methyl Bromide Soil Fumigant; Haltox; Iscobrome; Kayafume; MB; MBC-Soil-Fumigant; MBC-33 Soil Fumigant; MBX; Dowfume MC-2R; Dowfume MC-2 Fumigant; MEBR; Metabrom; Meth-O-Gas; Methogas; Superior Methyl Bromide-2; Methyl-fume; Pestmaster; Pestmaster Soil Fumigant; Drexel-Plant-Bed-Gas; Rotox; Terabol; Terr-O-Gas; Zytox(HSDB); Celfume; Dawson 100; Metafume; Profume; R 40B I; número de desecho RCRA U029; Terr-O-Cide; Terr-0-Gas 67; Terr-O-Gas 100 (RTECS); Brozone; Isobrome, Mebrom 100, Desbrom, MBR-2, Methybrom, Methyl-o-gas, Sobrom 9B.</p> <p>Esta es una lista indicativa de nombres comerciales. No pretende ser exhaustiva.</p>

³ Según la documentación justificativa que aportaron los Países Bajos en 2005 (UNEP/FAO/RC/CRC.1/18/Add.2), en ese año aún estaba autorizado el uso del bromuro de metilo como fumigante de espacios. En 2009, la Junta Neerlandesa de Autorización de productos fitosanitarios y biocidas revocó la última autorización en los Países Bajos para el uso del bromuro de metilo en fumigaciones de espacios (Ctgb, 2023).

Tipos de formulaciones	Entre las formulaciones se cuentan las mezclas con otros fumigantes (los más habituales, la cloropicrina y los hidrocarburos) como diluyentes inertes. Al bromuro de metilo se le añaden cloropicrina (2 %) o amilacetato (0,3 %) para que actúen como agentes de advertencia. Ejemplo de formulaciones con cloropicrina: Bromopic, Sobrom 67, Terr-o-gas (de 80 % a 30 %, con una disminución del contenido de bromuro de metilo y un aumento del contenido de cloropicrina) (IPCS, 1995).
Usos en otras categorías	Uso como sustancia intermedia en la fabricación de distintos productos químicos industriales, entre ellos plaguicidas (UNEP, 1994).
Principales fabricantes	Dow, Intech Organics Ltd., Sarthi Chem Pvt. Ltd., Mebrom. Esta es una lista indicativa de los fabricantes actuales y anteriores. No pretende ser exhaustiva.

2. Razones para su inclusión en el procedimiento de consentimiento fundamentado previo

El bromuro de metilo figura en la categoría de plaguicidas en el procedimiento de CFP. Su inclusión se ha basado en las medidas reglamentarias firmes para restringir rigurosamente su uso notificadas por Colombia y los Países Bajos. Los datos de contacto de las autoridades nacionales designadas de estas dos Partes figuran en el anexo 3 del documento de orientación para la adopción de decisiones.

2.1 Medida reglamentaria firme (véanse más detalles en el anexo 2 del documento de orientación para la adopción de decisiones)

Colombia

En la resolución 2152 de 1996 del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia se restringió rigurosamente el bromuro de metilo y se autorizó su importación, comercialización y uso solo para tratamiento cuarentenario para el control de plagas exóticas en tejidos vegetales frescos a nivel de puertos y pasos fronterizos, hasta que se encuentre un sustituto viable que permita su reemplazo. Su aplicación debe practicarse en espacios herméticos y con un sistema cerrado de recuperación del plaguicida.

A fin de lograr un uso más controlado y restrictivo del bromuro de metilo, se introdujeron enmiendas al artículo 1 de la resolución 2152 mediante las resoluciones 00643 de 2004, 01800 de 2006, 03587 de 2008 y 5049 de 2008. La notificación indica que la resolución 2152 de 1996 y la resolución 5049 de 2008 están actualmente en vigor.

La resolución 5049 de 2008 restringe con mayor rigurosidad la importación, la comercialización y el uso del bromuro de metilo. A causa de esta intensificación de la restricción, el bromuro de metilo únicamente se puede utilizar en el tratamiento cuarentenario para el control de las plagas cuarentenarias en productos agrícolas y embalajes de madera a nivel de las zonas de influencia establecidas en un radio máximo de diez (10) kilómetros a partir del puerto o paso fronterizo. La fumigación debe llevarse a cabo en cámaras herméticas autorizadas.

(UNEP/FAO/RC/CRC.18/10, sección 2.2.1)

Razón: Salud humana y medio ambiente

Países Bajos

En 1981, se prohibió el uso del bromuro de metilo como desinfectante de suelos. El artículo 16a de la Ley de Plaguicidas neerlandesa de 1962 permitía que se otorgase una exención en respuesta a solicitudes individuales.

En 1992, se prohibió por completo el bromuro de metilo para su uso como desinfectante de suelos.

Solamente se siguen permitiendo los usos como fumigante de espacios en salas a prueba de gases⁴.

(UNEP/FAO/RC/CRC.1/18/Add.2, sección 2.2.1 y 1.7.1)

Razón: Salud humana y medio ambiente

2.2 Evaluación de riesgos (véanse más detalles en el anexo 1 del documento de orientación para la adopción de decisiones)

⁴ Según la documentación justificativa que aportaron los Países Bajos en 2005 (UNEP/FAO/RC/CRC.1/18/Add.2), en ese año aún estaba autorizado el uso del bromuro de metilo como fumigante de espacios. En 2009, la Junta Neerlandesa de Autorización de productos fitosanitarios y biocidas revocó la última autorización en los Países Bajos para el uso del bromuro de metilo en fumigaciones de espacios (Ctgb, 2023).

Colombia

De conformidad con la evaluación relacionada con la salud humana, se encontró la siguiente información:

- a) El bromuro de metilo es un gas irritante y vesicante, extremadamente tóxico para humanos que afecta diferentes órganos y sistemas y con un alto riesgo potencial de producir intoxicación aguda por inhalación y absorción a través de la piel y las mucosas.
- b) El bromuro de metilo se incluyó en el Protocolo de Montreal como sustancia que agota la capa de ozono en virtud de la Enmienda de Copenhague (1992).
- c) Al reducirse el uso de bromuro de metilo en Colombia, se contribuirá a disminuir las emisiones de un agente que agota la capa de ozono e, indirectamente, a reducir el riesgo de cáncer de piel debido al aumento de la radiación solar. Este supuesto está respaldado por el informe de 1989 del Grupo de Evaluación de los Efectos Ambientales del Protocolo de Montreal, en el que se afirma que, si bien “el cáncer de piel aumentará con cualquier incremento de la radiación UV-B, la relación entre el cáncer de piel y la disminución del ozono no es de uno a uno. Por cada 1 % de disminución del ozono total se producirá un aumento del 3 % en la incidencia de melanoma o cáncer de piel”. También se ha detectado que han aumentado la incidencia de cataratas y la gravedad de infecciones diversas, ya que el sistema inmunitario resulta inhibido a causa de la radiación.
- d) Se han notificado las cantidades de bromuro de metilo empleadas en Colombia en 1994 como fumigante de suelos en determinados cultivos (al menos 32.000 kg). Este uso se señaló como una fuente importante de emisiones al medio ambiente debido a que un análisis teórico predictivo que se expuso en el informe de 1992 del PNUMA (Albritton & Watson, 1992) y el informe de 1994 del PNUMA relativos a las evaluaciones científicas de la disminución de la capa de ozono señaló que entre el 45 % y el 53 % de la cantidad utilizada en actividades agrícolas podría liberarse a la atmósfera.

En consecuencia, la eliminación del uso del bromuro de metilo como fumigante de suelos contribuirá a la reducción de la incidencia del cáncer de piel y otras enfermedades asociadas a la disminución de la capa de ozono.

De conformidad con la evaluación relacionada con el medio ambiente, se encontró la siguiente información:

- a) El bromuro de metilo se incluyó en el Protocolo de Montreal como sustancia que agota la capa de ozono en virtud de la Enmienda de Copenhague.
- b) Se notificaron las cantidades de bromuro de metilo empleadas en Colombia en 1994 como fumigante de suelos en determinados cultivos. Este uso se señaló como una fuente importante de emisiones al medio ambiente debido a que un análisis teórico predictivo que se expuso en los informes de 1992 y 1994 del PNUMA determinó que entre el 45 % y el 53 % de la cantidad utilizada en actividades agrícolas podría liberarse a la atmósfera.

En consecuencia, la eliminación del uso del bromuro de metilo como fumigante de suelos contribuirá a la reducción de la destrucción de la capa de ozono.

Países Bajos

De conformidad con la evaluación relacionada con la salud humana, se encontró la siguiente información:

- a) La evaluación del riesgo de los Países Bajos se centró en el comportamiento y los efectos del bromuro de metilo en el aire, las aguas subterráneas y las aguas de superficie. Tuvo en cuenta toda la información pertinente relativa a esta sustancia en lo que se refiere a los datos fisicoquímicos, entre ellos el potencial de destrucción del ozono, y los datos sobre el potencial de lixiviación, es decir, la sorbción y la degradación en el suelo.
- b) Preocupación en torno a la posibilidad de que el bromuro de metilo se lixivie a las aguas subterráneas y las aguas de superficie. Ambos tipos de recursos hídricos se emplean para la captación de agua destinada a la producción de agua potable.
- c) La concentración estimada en aguas subterráneas alcanzó los 100 µg/l. Según el principio de precaución, las aguas subterráneas deberían estar libres de plaguicidas.
- d) Preocupación por el potencial de destrucción del ozono del bromuro de metilo.
- e) Preocupación por aspectos en materia de seguridad relacionados con el almacenamiento, el transporte y el uso (para la población general y los trabajadores).

De conformidad con la evaluación relacionada con el medio ambiente, se encontró la siguiente información:

- a) La evaluación del riesgo de los Países Bajos se centró en el comportamiento y los efectos del bromuro de metilo en el aire, las aguas subterráneas y las aguas de superficie. Tuvo en cuenta toda la información pertinente sobre la sustancia en lo que se refiere a los datos fisicoquímicos, entre ellos el potencial de destrucción del ozono, los datos sobre el potencial de lixiviación, es decir, la sorbción y la degradación en el suelo, y los datos de los efectos ecotoxicológicos del bromuro de metilo, por ejemplo, la toxicidad para los peces.
- b) Las concentraciones medidas en las aguas de superficie alcanzaron aproximadamente los 9 mg/l, por lo que se preveía que el riesgo para los peces fuese muy alto.

3. Medidas de protección aplicadas en relación con el producto químico

3.1 Medidas reglamentarias para reducir la exposición

Colombia

La resolución 2152 de 1996 restringió rigurosamente el bromuro de metilo, y la resolución 5049 de 2008 vino a intensificar esa restricción, al establecer que el bromuro de metilo únicamente se puede importar, comercializar y utilizar con fines de tratamiento cuarentenario para el control de plagas cuarentenarias en productos agrícolas y embalajes de madera a nivel de las zonas de influencia establecidas en un radio máximo de diez (10) kilómetros a partir del puerto o paso fronterizo. La fumigación debe llevarse a cabo en cámaras herméticas autorizadas.

Países Bajos

En 1981, se prohibió el uso del bromuro de metilo como desinfectante de suelos. El artículo 16a de la Ley de Plaguicidas neerlandesa de 1962 permitía que se otorgase una exención en respuesta a solicitudes individuales. En 1992, se prohibió por completo el bromuro de metilo para su uso como desinfectante de suelos.

Solamente se siguen permitiendo los usos como fumigante de espacios en salas a prueba de gases⁵.

3.2 Otras medidas para reducir la exposición

Colombia

Ninguna notificada.

Países Bajos

Ninguna notificada.

3.3 Alternativas

Colombia

Se notificó la siguiente información sobre alternativas:

En los tratamientos cuarentenarios, actualmente se utilizan las alternativas siguientes:

- Tratamiento con vapor caliente (T106-e) de la pitahaya amarilla y el mango Tommy Atkins infestados de huevos y larvas de la mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitis capitata* Wiedeman).
- Tratamiento cuarentenario en frío (T107-a-1) como medida de mitigación de *Anastrepha fraterculus* en los frutos de la feijoa.

En los tratamientos cuarentenarios, actualmente se están probando las alternativas siguientes:

- Se han realizado pruebas de evaluación y calidad de la fosfina con la albahaca y la feijoa.

(UNEP/FAO/RC/CRC.18/10, sección 2.5.3.2)

Países Bajos

No se notificó información sobre alternativas.

⁵ Según la documentación justificativa que aportaron los Países Bajos en 2005 (UNEP/FAO/RC/CRC.1/18/Add.2), en ese año aún estaba autorizado el uso del bromuro de metilo como fumigante de espacios. En 2009, la Junta Neerlandesa de Autorización de productos fitosanitarios y biocidas revocó la última autorización en los Países Bajos para el uso del bromuro de metilo en fumigaciones de espacios (Ctgb, 2023).

General

La evaluación de las alternativas al bromuro de metilo es un tema importante en el marco del Protocolo de Montreal del que se ocupa el Comité de opciones técnicas sobre el bromuro de metilo (COTBM). El COTBM es un comité de expertos del Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica (GETE), y lo fundaron las Partes en el Protocolo de Montreal. El COTBM señala alternativas al bromuro de metilo existentes y posibles. Aborda la viabilidad técnica de las alternativas químicas y no químicas para los usos como fumigante de suelos; como fumigante de productos básicos y estructuras de carácter duradero; y como fumigante en aplicaciones de cuarentena y previas al envío. El COTBM publicó informes en 2002 y 2018 (UNEP, 2002 and UNEP, 2018).

El GETE fundó un equipo de tareas sobre aplicaciones de cuarentena y previas al envío. El GETE, en consulta con la Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), examinó toda la información pertinente y actualmente disponible sobre el uso del bromuro de metilo para aplicaciones de cuarentena y previas al envío y las emisiones conexas, con el fin de evaluar las tendencias en los usos principales, las alternativas disponibles, otras opciones de mitigación y los obstáculos para la aprobación de alternativas, y de determinar qué información o medidas complementarias podrían ser necesarias para satisfacer esos objetivos con miras a aumentar la protección de la capa de ozono estratosférica. El equipo de tareas sobre aplicaciones de cuarentena y previas al envío publicó el informe definitivo en 2009 (UNEP, 2009).

La Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) publicó recomendaciones sobre la sustitución o la reducción del uso del bromuro de metilo como medida fitosanitaria (IPPC, 2017).

La FAO publicó un manual de alternativas de sustitución del bromuro de metilo para el control de plagas que se transmiten por el suelo en Europa Oriental y Central (FAO, 2008).

La Dirección General Australiana de Registro de Plaguicidas y Medicina Veterinaria registró en 2022 un nuevo fumigante para suelos que contiene yodometano, con el que se pretende sustituir la fumigación de suelos con bromuro de metilo (APVMA, 2022).

3.4 Efectos socioeconómicos

Colombia

No se notificaron evaluaciones sobre los efectos socioeconómicos.

Países Bajos

No se notificaron evaluaciones sobre los efectos socioeconómicos.

4. Peligros y riesgos para la salud humana y el medio ambiente

4.1 Clasificación de peligros	
OMS	Fumigante, sin clasificar
CIIC	Carcinógeno del grupo 3 (no clasificable)
Unión Europea	Según el sistema armonizado de clasificación y etiquetado (ATP02) aprobado por la Unión Europea, esta sustancia se clasifica del modo siguiente (ECHA, Substance Infocard). Gas a presión Toxicidad aguda 3, H301: Tóxico en caso de ingestión. Irritación cutánea 2, H315: Provoca irritación cutánea Irritación ocular 2, H319: Provoca irritación ocular grave Toxicidad aguda 3, H331: Tóxico en caso de inhalación STOT SE 3, H335: Puede irritar las vías respiratorias Mutagenicidad 2, H341: Se sospecha que provoca defectos genéticos STOT RE 2, H373: Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas Toxicidad aguda para organismos acuáticos 1, H400: Muy tóxico para los organismos acuáticos (factor M agudo = 100) Ozono 1, H420: Causa daños a la salud pública y el medio ambiente al destruir el ozono en la atmósfera superior.
EPA de los EE. UU.	Muy tóxico (EPA, 2000)

4.2 Límites de exposición

EPA de los Estados Unidos

IDA crónica	0,0014 mg/kg peso corporal/día
DR subcrónica	0,014 mg/kg peso corporal/día
DR crónica	0,0014 mg/kg peso corporal/día
DR de inhalación subcrónica	0,076 mg/kg peso corporal/día
DR de inhalación crónica	0,0076 mg/kg peso corporal/día

(EPA, 2007)


EFSA

IDA	0,001 mg/kg peso corporal/día
DRA	0,003 mg/kg peso corporal/día
Concentración Aceptable en el Aire: exposición única	2,7 ppm
Concentración Aceptable en el Aire exposición repetida	0,08 ppm
Concentración Aceptable en el Aire: exposición continua	0,025 ppm

(EFSA, 2011)

Valores en el agua potable

Estados Unidos: Estado de Nueva York: 5 µg/l (EPA, 1998)

4.3 Empaquetado y etiquetado	
El Comité de Expertos de las Naciones Unidas en Transporte de Mercaderías Peligrosas clasifica el producto químico en:	
Clase de peligro y grupo de embalaje:	Número ONU 1062 Clase de peligro de las Naciones Unidas: 2.3 Fuente: https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=es&p_card_id=0109&p_version=2
Designaciones de transporte de las Naciones Unidas	Transporte de mercancías peligrosas por carretera/RID/IMDG: BROMURO DE METILO IATA: Bromuro de metilo (SDS, 2021)
Etiquetado del Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (IMDG)	La marca de contaminante marino es obligatoria cuando se transporta en tamaños de >5 l o >5 kg  (IMO, 2012)
Tarjeta de emergencia para el transporte	Methyl-Bromide-Safety-Handbook.pdf (iclgroupv2.s3.amazonaws.com)

Es posible que en las Directrices de la FAO/OMS sobre buenas prácticas de etiquetado para plaguicidas (*Guidelines on Good Labelling Practice for Pesticides*) pueda obtenerse orientación específica sobre símbolos apropiados y advertencias en etiquetas aplicables a los productos que contienen bromuro de metilo (FAO, 2015).

4.4 Primeros auxilios

NOTA: Las siguientes recomendaciones se basan en información disponible de la Organización Mundial de la Salud y de los países notificantes y eran correctas a la fecha de publicación. Estas recomendaciones se formulan con carácter exclusivamente informativo y no se entiende que deroguen ningún protocolo nacional sobre primeros auxilios.

Fichas internacionales de seguridad química (ICSC): [ICSC 0109 – BROMURO DE METILO \(ilo.org\)](#).

Descripción de las medidas de primeros auxilios

¡Higiene estricta! ¡En todos los casos, consulte a un médico! Primeros auxilios: utilice protección personal			
	Síntomas	Prevención	Primeros auxilios
Inhalación	Tos. Dolor de garganta. Vértigo. Dolor de cabeza. Dolor abdominal. Vómitos. Debilidad. Jadeo. Confusión mental. Alucinaciones Pérdida del habla. Falta de coordinación. Convulsiones. Síntomas no inmediatos. Véanse las Notas.	Usar ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Posición semivertical. Puede ser necesaria respiración artificial. Proporcionar asistencia médica inmediatamente.
Piel	¡PUEDE ABSORBERSE! Sensación de hormigueo. Picor. Sensación de quemazón. Enrojecimiento. Ampollas. Dolor. EN CONTACTO CON LÍQUIDO: CONGELACIÓN. Además, véase Inhalación.	Guantes aislantes del frío. Traje de protección.	Aclarar la piel con agua abundante o ducharse. EN CASO DE CONGELACIÓN: aclarar con agua abundante, NO quitar la ropa. Proporcionar asistencia médica inmediatamente.
Ojos	Enrojecimiento. Dolor. Visión borrosa. Pérdida de visión temporal.	Utilizar gafas de protección de montura integral, pantalla facial o protección ocular en combinación con protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad). Proporcionar asistencia médica inmediatamente.
Ingestión			

Medidas de extinción de incendios

	Peligros	Prevención	Lucha contra incendios
Incendio y explosión	Combustible en condiciones específicas. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes. Riesgo de incendio y explosión en contacto con aluminio, cinc, magnesio u oxígeno.	Evitar las llamas. NO poner en contacto con aluminio, zinc, magnesio u oxígeno puro.	Cortar el suministro; si no es posible y no existe riesgo para el entorno próximo, dejar que el incendio se extinga por sí mismo; en otros casos apagar con agente de extinción adecuado. En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua.

Derrames y fugas

¡Evacuar la zona de peligro! ¡Consultar a un experto! Protección personal: traje de protección completo incluyendo equipo autónomo de respiración. Ventilar. No verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido.

Almacenamiento:

A prueba de incendios, si está en local cerrado. Separado de oxidantes fuertes, aluminio y botellas que contengan oxígeno. Fresco. Ventilación a ras del suelo.

Vías de exposición

La sustancia se puede absorber por inhalación y a través de la piel también como vapor.

Efectos de exposición de corta duración

La sustancia, como líquido, irrita gravemente la piel. La sustancia, como líquido, irrita los ojos y el tracto respiratorio. La inhalación puede causar edema pulmonar. Véanse las Notas. La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central y a los riñones. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata hasta 48 horas después. La exposición a concentraciones altas podría causar la muerte. Se recomienda vigilancia médica.

Riesgo de inhalación

Al producirse una pérdida de gas, se alcanzará muy rápidamente una concentración nociva del mismo en el aire.

Efectos de exposición prolongada o repetida

La sustancia puede afectar al sistema nervioso, a los riñones y al hígado. Esto puede dar lugar a alteraciones funcionales. La experimentación animal muestra que esta sustancia posiblemente cause efectos tóxicos en el desarrollo o la reproducción humana.

Límites de exposición laboral

VUL: 1 ppm como media ponderada en el tiempo; (piel); A4 (no clasificado como carcinógeno humano). MAK: categoría de limitación de pico: I(2); categoría de carcinógeno: 3; riesgo para el embarazo: grupo C.

Medio ambiente

La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos. Evítese la liberación al medio ambiente, debido a su impacto en la capa de ozono. Esta sustancia se libera normalmente al medio ambiente; no obstante, debería evitarse cuidadosamente cualquier entrada adicional, por ejemplo, por una eliminación inadecuada.

Notas

Está indicado un examen médico periódico en función del grado de exposición. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles. Los efectos tóxicos en el sistema nervioso pueden aparecer pasadas varias horas tras la exposición. Debería considerarse la inmediata administración de una terapia por inhalación adecuada por un médico o persona por él autorizada.

Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, gírese la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape.

4.5 Control de desechos

Las medidas reglamentarias para prohibir un producto químico no deberían dar lugar a la creación de existencias que requieran la eliminación de desechos. Para obtener orientación sobre la forma de evitar la creación de existencias de plaguicidas caducados se dispone de las siguientes publicaciones: *Directrices provisionales para evitar existencias de plaguicidas caducados* (FAO, 1995), *Manual sobre el almacenamiento y el control de existencias de plaguicidas* (FAO, 1996a) y *Directrices para el manejo de pequeñas cantidades de plaguicidas inutilizados y caducados* (FAO, 1999).

En todos los casos, los desechos deben eliminarse conforme a las disposiciones del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación (1996), las directrices formuladas en el marco de ese Convenio y los demás acuerdos regionales pertinentes.

El código de residuo del bromuro de metilo en la lista europea de residuos es 160504*: Gases en recipientes a presión (incluidos los halones) que contienen sustancias peligrosas.

El bromuro de metilo es un gas que se suministra en cilindros. El producto sin usar del cilindro debe devolverse al proveedor. Se debe contactar con el proveedor si se precisa asistencia.

No se debe liberar a la atmósfera.

Las cantidades grandes se tienen que incinerar mediante métodos eficientes y seguros como pueden ser las cámaras de combustión adecuadas.

La eliminación de productos fumigantes que contengan bromometano, aguas de lavado de equipos o enjuague no debe contaminar el agua ni liberarse a esta, pues este plaguicida es tóxico para los mamíferos y las aves ([perfil toxicológico del bromuro de metilo \(cdc.gov\)](#)).

Se pueden acumular vertidos en espacios situados en un nivel inferior, debido a que este gas es más pesado que el aire; para que los expertos cualificados puedan eliminar los vertidos, tienen que usar indumentaria de protección completa y un aparato de respiración autónomo que les proporcionen protección individual; la ventilación es fundamental, y nunca se debe usar un chorro de agua directo sobre los vertidos que contengan bromometano ([perfil toxicológico del bromometano \(cdc.gov\)](#)).

5. Referencias

Regulatory actions

Colombia

Resolution 2152 of 1996 of the Ministry of Health and Social Protection of Colombia.

and

Resolution 5049 of 2008

Netherlands

Decree of Ministry of Agriculture and Fisheries, Ministerial Order of 31 December 1980/5 January 1981.

Supporting Documentation

Supporting documentation provided by Columbia. UNEP/FAO/RC/CRC.18/INF/19

Supporting documentation provided by the Netherlands. UNEP/FAO/RC/CRC.1/18/Add.2

Other Documents

APVMA (2022). Public Release Summary on the evaluation of iodomethane in the product MIPIC 990 Soil Fumigant. https://apvma.gov.au/sites/default/files/publication/104621-public_release_summary_on_iodomethane_in_the_product_mipic_990_soil_fumigant.pdf

ATSDR (1992). Toxicological profile for Bromomethane. U.S. Department of Health & Human Services, Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, September 1992.

Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal 1996. Available at: www.basel.int

BUA (1996). Gesellschaft Deutscher Chemiker, GDCh-Advisory Committee on Existing Chemicals of Environmental Relevance (BUA) BUA Report 133 (Supplementary Reports II) S. Hizek.

Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. 1996.

CCPR (2021). Report of the 52nd session of the Codex Committee on Pesticide Residues, 2021, https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/ar/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-718-52%252FREPORT%252FFINAL%2BREPORT%252FREP21_PR52e.pdf

Commission of the European Communities, agriculture. Reports of the Scientific Committee for Pesticides (third series) Report EUR 13081 EN, 1990.

Ctgb, 2023. Communication from the Dutch Board for the Authorisation of plant protection products and biocides (in Dutch: College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb)) referring to 2008/753/EC: Commission Decision of 18 September 2008 concerning the non-inclusion of methyl bromide in Annex I to Council Directive 91/414/EEC and the withdrawal of authorisations for plant protection products containing that substance (notified under document number C(2008) 5076).

EPA (1998). New York State Human Health Fact Sheet, [ny_hh_204_w_03121998.pdf](#) (epa.gov)

EPA (2000). Methyl Bromide, [methyl-bromide.pdf](#) (epa.gov)

EPA (2007). Provisional Peer Reviewed Toxicity Values for bromomethane, [Provisional Peer Reviewed Toxicity Values for Bromomethane \(CASRN 74-83-9\)](#) (epa.gov)

European Chemicals Agency (ECHA), Substance Infocard, [Substance Information - ECHA](#) (europa.eu)

European Food Safety Authority (EFSA) (2011). Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance methyl bromide, [Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance methyl bromide - - 2011 - EFSA Journal - Wiley Online Library](#)

FAO (2008) Alternatives to replace methyl bromide for soil-borne pest control in East and Central Europe, [Alternatives to replace methyl bromide for soil-borne pest control in East and Central Europe](#) (fao.org)

Gesellschaft Deutscher Chemiker, GDCh-Advisory Committee on Existing Chemicals of Environmental Relevance (BUA) Bromomethane, BUA Report 14, December 1987.

HSDB Hazardous Substances Data Bank, National Library of Medicines.

Hallier, E., Deutschmann, S., Reichel, C., Bolt, H.M. & Peter, H. (1990) A comparative investigation of the metabolism of methyl bromide and methyl iodide in human erythrocytes. *Int. Arch. occup. environ. Health*, 62, 221–225

Hallier, E., Langhof, T., Dannappel, D., Leutbecher, M., Schröder, K.R., Goergens, H.W., Muller, A. & Bolt, H.M. (1993) Polymorphism of glutathione conjugation of methyl bromide, ethylene oxide and dichloromethane in human blood: influence on the induction of sister chromatid exchanges (SCE) in lymphocytes. *Arch. Toxicol.*, 67, 173–178

IARC (1999) monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human, volume 71 [pp01-42.qxd](#) (who.int)

IARC (1986). World Health Organization, IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Some halogenated hydrocarbons and pesticide exposures Volume 41 [mono 41](#)

Lyon, France, 1986.

IARC (1987). World Health Organization, IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Overall evaluations of carcinogenicity: an updating of IARC monographs volumes 1-42. Supplement 7. Lyon, France, 1987.

ICSC (2009) International Chemical Safety Cards, [ICSC 0109 - METHYL BROMIDE](#) (ilo.org)

IMO (2012). [MSC 328 90](#) (imo.org)

IPCS (1995) Environmental Health Criteria 166 Methyl Bromide. World Health Organization,

Geneva, 1995.

IPPC (2017). Recommendation on: Replacement or reduction of the use of methyl bromide as a phytosanitary measure, [R_03_En_2017-04-26_Combined.pdf \(ippc.int\)](#)

Iwasaki, K. (1988a) Determination of S-methylcysteine in mouse hemoglobin following exposure to methyl bromide. *Ind. Health*, 26, 187–190

Iwasaki, K. (1988b) Individual differences in the formation of hemoglobin adducts following exposure to methyl bromide. *Ind. Health*, 26, 257–262

Iwasaki, K., Ito, I. & Kagawa, J. (1989) Biological exposure monitoring of methyl bromide workers by determination of hemoglobin adducts. *Ind. Health*, 27, 181–183

Jaskot, R.H., Grose, E.C., Most, B.M., Menache, M.G., Williams, T.B. & Roycroft, J.H. (1988) The distribution and toxicological effects of inhaled methyl bromide in the rat. *J. Am. Coll. Toxicol.*, 7, 631–635

JMPR (1992) Pesticide residues in food 1992, Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues, 116, 67-68, [Pesticide residues in food 1992 - Report 1992 \(fao.org\)](#)

Norman, S.E., and P.M. Dolinger Methyl Bromide Monograph number three environmental health evaluation of California restricted insecticides. Peter M. Dolinger Associates Chemical Regulatory Consultants, Meno Park, California 94025, 1977

NTP (1992). National Toxicological Program, Technical Report Series No. 385. Toxicology and Carcinogenesis studies of ethyl Bromide (CAS NO 74-83-9) in B6C3F1 mice (inhalation studies). U.S Department of Health and Human Services. National Institute of Health,

March, 1992.

OECD (2001) SIDS Initial Assessment Report [OECD SIDS Methyl bromide](#)

Pemble, S., Schröder, K.R., Spencer, S.R., Meyer, D.J., Hallier, E., Bolt, H.M., Ketterer, B. & Taylor, J.B. (1994) Human glutathione S-transferase theta (GSTT1): cDNA cloning and the characterization of a genetic polymorphism. *Biochem. J.*, 300, 271–276

Rademaker, BC, Linders, JBHJ (1996) Decision support system for industrial pollution control. Volume 3. Estimated concentrations of no concern of polluting agent, in drinking water and air for humans. RIVM, The Netherlands.

RIVM/CSR (1982). Evaluatie van de carcinogeniteit van methyl bromide. Van der Heijden, C.A., A.G.A.C. Knaap, and F.L. van Velzen (authors). Rijksinstituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven,

November 1982.

RIVM/CSR (1987), Evaluation of methyl bromide (confidential). 9 January 1987.

RIVM/CSR (1992). Methyl bromide (definitieve versie). Adviesrapport 91/670104/011. National Institute of Public Health and the Environment 14-07-1992.

Schröder, K.R., Hallier, E., Peter, H. & Bolt, H.M. (1992) Dissociation of a new glutathione S-transferase activity in human erythrocytes. *Biochem. Pharmacol.*, 43, 1671–1674

Schröder, K.R., Hallier, E., Meyer, D.J., Wiebel, F.A., Muller, A.M. & Bolt, H.M. (1996) Purification and characterization of a new glutathione S-transferase, class theta, from human erythrocytes. *Arch. Toxicol.*, 70, 559–566

SDS (2021). [295485 \(sigmaaldrich.com\)](#)

UNEP (1989). Environmental effects panel report, pursuant to article 6 of the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer [KEEPDTIEPR000394-20171129163416 \(unep.org\)](#)

UNEP (1992). Albritton, D. L., and R.T. Watson, Methyl bromide and the ozone layer: A summary of current understanding, in *Methyl Bromide: Its Atmospheric Science, Technology, and Economics, Montreal Protocol Assessment Supplement*, edited by R.T. Watson, D.L. Albritton, S. O. Anderson, and S. Lee-Bapty,

Nairobi, Kenya, 3-18.

UNEP (1994). Scientific Assessment of Ozone Depletion: Global Ozone Research and Monitoring Project (GORMP), WMO Report N° 37, [Scientific assessment of ozone depletion : \(un.org\)](#)

UNEP (2002). Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer: report of the Methyl Bromide Technical Options Committee (MBTOC) [Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer : \(un.org\)](#)

UNEP (2018). Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer : report of the Methyl Bromide Technical Options Committee (MBTOC) [MONTREAL PROTOCOL \(unep.org\)](#)

UNEP (2009). Report of the Technology and Economic Assessment Panel Quarantine and Preshipment Task Force Final Report [Microsoft Word - teap-qpstf-october2009.doc \(unep.org\)](#)

WHO (World Health Organisation) /FAO, 1966 Evaluations of Some Pesticides in Food. Rome; FOA, pll2.

Anexos del documento de orientación para la adopción de decisiones

- Anexo 1 **Información adicional sobre el bromuro de metilo**
- Anexo 2 **Pormenores de las medidas reglamentarias firmes comunicadas**
- Anexo 3 **Direcciones de las autoridades nacionales designadas**

Anexo 1 del documento de orientación para la adopción de decisiones: información adicional sobre el bromuro de metilo

La información presentada en este anexo refleja las conclusiones de las Partes notificantes: Colombia y los Países Bajos. La notificación de Colombia se publicó en la circular LII de CFP de diciembre de 2020. La notificación de los Países Bajos se publicó por primera vez en la circular XV de CFP de junio de 2002. En el documento UNEP/FAO/RC/CRC.1/18/Add.2 se incluyó, en CRC1, una segunda notificación que sustituía la primera.

Las propiedades fisicoquímicas presentadas provienen de ambas notificaciones. Siempre que ha sido posible, la información sobre los peligros proporcionada por las Partes notificantes se ha presentado de manera conjunta, mientras que la evaluación de los riesgos, específica de las condiciones locales de las Partes notificantes, se ha presentado por separado. Esta información procede de las notificaciones de las medidas reglamentarias firmes para prohibir el bromuro de metilo y los documentos justificativos.

Además, se ha tenido en cuenta la información del volumen 71 de los monográficos del CIIC sobre la determinación de riesgos de carcinógenos para los seres humanos y la Serie de Datos para la Selección de Información de la OCDE de 2001.

1. Propiedades fisicoquímicas

1.1	Identidad	UIQPA: Bromometano
1.2	Fórmula	CH ₃ Br
1.3	Color y textura	Gas incoloro
1.4	Peso molecular	94,94 g/mol
1.5	Punto de congelación	-94,1 °C -93 °C
1.6	Punto de ebullición	3,56 °C (1.013 hPa)
1.7	Presión de vapor	1.400 mmHg (20 °C) 2.600 mmHg (40 °C) 190 kPa (20 °C, Base de Datos de Propiedades de los Plaguicidas)
1.8	Constante de la ley de Henry	0,533 kPa m ³ mol ⁻¹ (calculada con la presión atmosférica)
1.9	Densidad relativa	1,732 (0 °C)
1.10	Densidad de vapor	~3,27 (760 mmHg, 0 °C, aire = 1)
1.11	Viscosidad	0,397 cP (0 °C)
1.12	Solubilidad en agua	1,75 g/100 g (20 °C) 1,34 g/100 g (25 °C) 16 a 18,5 g/l (20 °C)
1.13	Solubilidad en disolventes orgánicos	Totalmente soluble en alcohol, cloroformo, éter, disulfuro de carbono y benceno
1.14	Coefficiente experimental de separación octanol/agua (log K_{ow})	1,19
1.15	logK_{oc}	1,155

2. Propiedades toxicológicas

2.1	General	
2.1.1	Modo de acción	Acción respiratoria (Base de Datos de Propiedades de los Plaguicidas)
2.1.2	Síntomas de intoxicación	Entre los signos de toxicidad del bromuro de metilo tras una exposición aguda figuran los siguientes: irritación de los ojos y las vías respiratorias, temblores, falta de coordinación, depresión del sistema nervioso central y convulsiones. La exposición a largo plazo provoca congestión pulmonar, efectos en el sistema nervioso central y lesiones renales y hepáticas. Tras la administración por vía oral en ratas, se observaron hiperplasia e hiperqueratosis (y carcinomas de las células escamosas) en el estómago de los animales (IARC, 1986).

- Inhalación** Tos. Dolor de garganta. Vértigo. Dolor de cabeza. Dolor abdominal. Vómitos. Debilidad. Jadeo. Confusión mental. Alucinaciones. Pérdida del habla. Falta de coordinación. Convulsiones. Síntomas no inmediatos. Véanse las Notas (ICSC, 2009)
- Piel** ¡PUEDE ABSORBERSE! Sensación de hormigueo. Picor. Sensación de quemazón. Enrojecimiento. Ampollas. Dolor. EN CONTACTO CON LÍQUIDO: CONGELACIÓN. Además, véase Inhalación (ICSC, 2009)
- Ojos** Enrojecimiento. Dolor. Visión borrosa. Pérdida de visión temporal (ICSC, 2009)

2.1.3 Absorción, distribución, excreción y metabolismo en mamíferos

IARC, 1999

Seres humanos

No se disponía de ningún estudio en el que se describiese la toxicocinética del bromuro de metilo en seres humanos *in vivo* que se pudiese evaluar. En los eritrocitos humanos *in vitro*, el bromuro de metilo se consume, probablemente con la formación de un conjugado de glutatión. En esta reacción interviene una enzima glutatión-S-transferasa que metaboliza los haluros de metilo. No se ha hallado esta enzima en los eritrocitos de ratones, ratas, reses, ovejas, cerdos o macacos Rhesus. Esta enzima solo está presente en una parte de la población humana: de las 45 personas estudiadas, únicamente 27 conjugaban el glutatión con el bromuro de metilo. La enzima de los eritrocitos de los conjugadores difiere de otras glutatión-S-transferasas en lo que respecta a la especificidad del sustrato, la cromatografía de afinidad y las características de inhibición; se la ha denominado glutatión-S-transferasa θ (Hallier et al., 1990; Schröder et al., 1992; Hallier et al., 1993; Pemble et al., 1994; Schröder et al., 1996). Las diferencias interindividuales en la capacidad de los seres humanos de conjugar el bromuro de metilo son indicativas de que la enzima glutatión-S-transferasa humana polimorfa que está presente en los eritrocitos tiene un papel en la eliminación del bromuro de metilo en humanos. Iwasaki et al. (1989) describieron un estudio sobre el terreno de los trabajadores del bromuro de metilo en el Japón, cuyos niveles de aductos de hemoglobina derivados del bromuro de metilo (S-metilcisteína en la hemoglobina) fueron objeto de medición. En un subgrupo de 7 trabajadores con los mayores niveles de exposición (que rellenan latas de aerosoles y cilindros de gas), 3 tenían unos niveles de aductos elevados (los mayores de todo el estudio), mientras que los otros 4 trabajadores del mismo subgrupo de exposición presentaban niveles cercanos a los de referencia en personas no expuestas (Iwasaki, 1988a,b; Iwasaki et al., 1989)

Animales de experimentación

Varios estudios en ratas y perros han demostrado que el bromuro de metilo inhalado se absorbe rápidamente a través de los pulmones. En las ratas, también se absorbe velozmente tras la exposición por vía oral. Después de la absorción, el bromuro de metilo o sus metabolitos se distribuyen con rapidez entre numerosos tejidos, entre ellos los pulmonares, los de las glándulas suprarrenales, los renales, los hepáticos, los de los cornetes nasales, los cerebrales, los testiculares y los adiposos. En un estudio de inhalación en ratas, las concentraciones de bromuro de metilo en los tejidos alcanzaron el máximo tras una hora de exposición, pero descendieron con rapidez. Es probable que el bromuro de metilo se metabolice mediante la conjugación con glutatión; el S-metilglutatión resultante sigue una secuencia catabólica por la que se convierte en S-metil-L-cisteína primero y, por último, dióxido de carbono. Se ha observado metilación de proteínas y lípidos en los tejidos de varias especies, entre ellas la humana, tras la exposición por inhalación. También se han detectado bases de ADN metiladas tras la exposición al bromuro de metilo de roedores *in vivo* o de células de roedores *in vitro*. En estudios de inhalación en los que se ha empleado bromuro de metilo marcado con ^{14}C , la exhalación del $^{14}\text{CO}_2$ fue la principal vía de eliminación del ^{14}C . En la orina se excretó una cantidad de ^{14}C menor. Tras la administración por vía oral, la excreción urinaria fue la principal vía de eliminación del ^{14}C (IARC, 1986). Tras la exposición de varias ratas CD macho (solo el hocico) a 55 ppm [213 mg/m³] [^{14}C] de bromuro de metilo durante 3

minutos, las ratas exhalaban el 43 % de la radiactividad durante un período de observación de 32 horas (Jaskot et al., 1988).

2.2 Estudios toxicológicos

2.2.1 Toxicidad aguda

- En ratas, una concentración de 51.400 mg/m³ es letal en 6 min, mientras que una concentración de 884 mg/m³ produce la muerte en 26 horas. Con 432 mg/m³ no murió ninguna rata después de 22 horas (RIVM/CSR, 1992).
- Los signos de toxicidad tras una sola exposición de ocho horas fueron: descensos en la temperatura corporal, el peso corporal y la actividad locomotriz a una concentración igual o superior a 500 mg/m³; no se observó ningún efecto a 250 ng/m³ (RIVM/CSR, 1992).
- Entre los efectos tóxicos agudos en ratones expuestos a la inhalación de bromuro de metilo durante una hora en concentraciones que oscilaron entre 870 y 5.930 mg/m³ se observaron los siguientes: lesiones renales a partir de 3.500 mg/m³, una disminución del peso de los pulmones y el hígado con 2.200 y 2.700 mg/m³ y una disminución de la coordinación motriz con 5.770 mg/m³ (HSDB).
- El bromuro de metilo (bromometano) presenta una toxicidad aguda moderada en las vías oral e inhalatoria. La DL₅₀ en ratas osciló entre 104 y 214 mg/kg. La toxicidad en la vía inhalatoria depende tanto del tiempo como de la concentración. En ratones, los valores de la CL₅₀ oscilaron entre 1.770 ppm (6.630 mg/m³) en una exposición de 30 minutos y 405 ppm (1.575 mg/m³) en una exposición de 4 horas. De igual forma, se ha informado de que, en ratas, la CL₅₀ en una exposición de 30 minutos fue de 2.833 ppm (11.049 mg/m³), mientras que la de una exposición de 8 horas fue de 302 ppm (1.178 mg/m³) (OECD, 2001).

2.2.2 Toxicidad a corto plazo

Órgano afectado/efecto crítico:

Vía oral

- Varios gatos a los que se alimentó con cacahuets fumigados que contenían bromuro de metilo en concentraciones de entre 0,5 y 1,25 mg/día durante cuatro meses no presentaron ningún cambio en las respuestas motoras (HSDB).
- Se observó durante 1 año a varios perros a los que se alimentó con pienso fumigado con bromuro de metilo a unas dosis equivalentes a 35, 75 y 150 mg/kg/día durante un período de entre 6 y 8 semanas, y se encontró que presentaban pocos indicios de toxicidad o ninguno con 35 y 75 mg/kg/día. Con 150 mg/kg/día, los animales mostraban signos de letargia, salivación ocasional y diarrea, pero no se apreciaron cambios en las analíticas de sangre, la hematología, los análisis de orina o las histologías (HSDB).
- En varias reses a las que se alimentó con pienso que contenía bromuro de metilo en concentraciones de entre 170, 511, 1.062, 2.633 y 4.650 mg/kg durante 49 días se observó falta de coordinación en los movimientos y la marcha, así como postración (HSDB).

Inhalación

- En un estudio de toxicidad subaguda con ratas macho expuestas por inhalación a 582, 776, 1.164 o 1.552 mg/m³ de bromuro de metilo, se observaron parálisis de las extremidades y ataxia con 1.164 y 1.552 mg/m³. Todas las concentraciones produjeron necrosis cardíaca (HSDB).
- En los análisis bioquímicos de ratas macho expuestas de manera continua por inhalación a 4, 19,4 o 39 mg/m³ de bromuro de metilo durante tres semanas se detectaron cambios en la glucemia, la creatinina-fosfoquinasa, la hemoglobina, el glutatión, la alanina aminotransferasa, la aminotransferasa aspartato, la lactato deshidrogenasa y la proteína sérica total con 19,4 y 39 mg/m³ (HSDB). Solamente se observaron efectos neurológicos con 39 mg/m³.
- La exposición por inhalación de una rata macho de 10 semanas de edad a 776 o 1.164 mg/m³ de bromuro de metilo, 4 h/día, 5 días/semana durante 3 semanas dio lugar a una disfunción relativamente prolongada de los nervios periféricos y alteraciones en la actividad de los ritmos circadianos espontáneos en el caso de 1.164 mg/m³. No se observaron anomalías macroscópicas ni microscópicas en el SNC ni en los nervios periféricos (HSDB).
- En ratas y conejos expuestos por inhalación a 252 mg/m³ de bromuro de metilo durante 5 horas/día, 5 días/semana durante 4 semanas, hubo en los conejos un

descenso significativo en las respuestas de parpadeo y en la velocidad de conducción nerviosa, mientras que en las ratas no se produjo ningún efecto (HSDB).

- En un estudio de inhalación subaguda estándar con ratones se observaron temblores, tendencia a los sobresaltos y parálisis en todas las concentraciones probadas. Los efectos fueron leves en el caso de 48 y 100 mg/m³, pero resultaron obvios a concentraciones \geq 200 mg/m³. Estos efectos no se reflejaron en anomalías histopatológicas (RIVM/CSR, 1992).
- En un estudio de inhalación subaguda en ratas a las que se administró bromuro de metilo en concentraciones de 0, 70, 200 o 600 mg/m³ durante 6 h/día, 5 o 7 días/semana durante 4 semanas, se observó marcha irregular en todos los animales a una concentración igual o superior a 200 mg/m³ y en 3/12 de los animales expuestos a 70 mg/m³. Además, con 600 mg/m³, se observaron mortalidad y anomalías sanguíneas morfológicas, hubo elevaciones en los niveles de enzimas en suero y se produjeron cambios histopatológicos en el corazón y los pulmones (RIVM/CSR, 1992).
- Las ratas macho expuestas por inhalación a 0, 350, 680, 970 o 1.260 mg/m³ de bromuro de metilo durante 6 h/día a lo largo de 5 días presentaron diarrea, hemoglobinuria y, en algunos casos, alteraciones de la marcha para la exposición a 970 o 1.260 mg/m³. A partir de los 680 mg/m³, se observaron degeneración vacuolar de la zona fasciculata de las glándulas suprarrenales, degeneración de los granulocitos cerebelosos y degeneración de las células sensoriales olfativas nasales. Solamente con 1.260 mg/m³ se observaron degeneración corticocerebral y alteraciones de escasa importancia en las características histológicas de los testículos. Con 970 y 1.260 mg/m³ se observó degeneración hepatocelular. No hubo cambios en los riñones ni el epidídimo (HSDB).

2.2.3 Genotoxicidad (incluida la mutagenicidad)

In vitro

- Se observaron resultados positivos en la cepa TA100 de *Salmonella typhimurium* a concentraciones de entre 0,02 % y 0,2 % en desecadores sin activación metabólica (IARC).
- Se obtuvieron resultados positivos en la cepa T100 de *Salmonella typhimurium* en un ensayo en líquido (de 10 a 100 mg/l) y en un ensayo en placa (recipientes cerrados con 500 a 5.000 mg/m³) con activación metabólica (IARC).
- El bromuro de metilo analizado en un recipiente cerrado a concentraciones entre 500 y 5.000 mg/m³ era mutagénico para las cepas TA1535 y TA100 de *Salmonella typhimurium* (pero no para las cepas TA1537, TA1538 o TA98) y *Escherichia coli* WP2 *hcr* en ausencia de activación metabólica (IARC).
- El bromuro de metilo (solución acuosa de 0,5 a 6 mM) indujo mutaciones en la independencia de la estreptomina de *E. coli* (IARC).
- En una prueba de fluctuación, el bromuro de metilo (entre 950 y 19.000 mg/m³) indujo mutaciones en la resistencia a la estreptomina en *Klebsiella pneumoniae* (IARC).
- El tratamiento de granos de cebada con 1,4 mM de bromuro de metilo durante 24 horas en depósitos cerrados provocó unas pocas mutaciones de la clorofila (IARC).
- En cultivos primarios de hepatocitos de rata, tratados en frascos herméticos, el bromuro de metilo no indujo la síntesis de ADN no programada (IARC).
- El tratamiento de células de linfoma de ratón L5178Y con 0,030 a 30 mg/l de bromuro de metilo en frascos herméticos dio lugar a un aumento asociado a la dosis de los mutantes resistentes a la 6-tioguanina y la bromodeoxiuridina (IARC).
- La exposición de cultivos de linfocitos humanos a un 4,3 % de bromuro de metilo durante 100 segundos aumentó la frecuencia de los intercambios de cromátidas hermanas de 10,0 a 16,8 por célula (IARC).

In vivo

- En una prueba de letalidad recesiva ligada al sexo con *Drosophila melanogaster* (cepa Berlin K) expuesta a concentraciones de bromuro de metilo de entre 70 y 750 mg/m³ en períodos crecientes, aumentaron de forma significativa las frecuencias de las mutaciones a las concentraciones no tóxicas más elevadas (IARC).

- Tras la exposición de larvas de *Drosophila melanogaster* a bromuro de metilo en concentraciones de entre 0 y 20 mg/l, aumentó la incidencia de manchas en las alas, tanto gemelas como individuales (IARC).
- Los ratones expuestos a ¹⁴C-bromuro de metilo por inhalación o inyección intraperitoneal presentaron alquilación de la guanina-N-7 en el ADN del hígado y el bazo (IARC).
- En células de la médula ósea de ratas expuestas por inhalación durante 6 h/día, 5 días/semana durante 2 semanas, la incidencia de eritrocitos policromáticos con micronúcleos se multiplicó por 10 en los machos y por 3 en las hembras con la exposición a 1.311 mg/m³ (IARC).
- Se observaron aumentos de los intercambios de cromátidas hermanas y los micronúcleos en células de la médula ósea de ratones expuestos por inhalación a 778 mg/m³ de bromuro de metilo 6 horas/día, 5 días/semana durante 14 días. Los aumentos fueron más pronunciados en las hembras (IPCS, 1995).
- No se observaron aumentos de los intercambios de cromátidas hermanas ni de los micronúcleos en células de la médula ósea de ratones expuestos por inhalación a 467 mg/m³ de bromuro de metilo durante 13 semanas.
- En células de la médula ósea y en células de la sangre periférica de ratones expuestos por inhalación durante 6 h/día, 5 días/semana a lo largo de 2 semanas, la incidencia de eritrocitos policromáticos con micronúcleos en células de la médula ósea se multiplicó por 10 en los machos expuestos a 776 mg/m³ y por 6 en las hembras expuestas a 600 mg/m³, mientras que en las células de la sangre periférica se multiplicó por 32 en los machos con 776 mg/m³ y por 3 en las hembras con 600 ng/m³ (IARC).

2.2.4 Toxicidad a largo plazo y carcinogenicidad

IARC, 1999

El bromuro de metilo, administrado por sonda (50 mg/kg, 5 días por semana) durante 13 semanas a ratas Wistar, provocó inflamación, acantosis, fibrosis y una elevada incidencia de hiperplasia pseudoepiteliomatosa estomacal; esos cambios se agravaron con la administración continua durante un total de 25 semanas, momento en el que las 11 ratas examinadas presentaron cambios hiperplásicos. En los grupos en los que se interrumpió el tratamiento al cabo de 13 semanas, hubo reversión de los cambios, pero las adherencias, la fibrosis y la acantosis leve persistieron durante 12 semanas (semana 25 del experimento).

Al exponer por inhalación a ratas Sprague-Dawley macho durante 4 horas al día, 5 días a la semana, a 150 ppm [580 mg/m³] durante 11 semanas o 200, 300 o 400 ppm [780, 1.160 o 1.550 mg/m³] durante 6 semanas, hubo mortalidad a unos niveles de exposición \geq 330 ppm. Entre los efectos observados figuraban zonas necróticas en el cerebro y el corazón, degeneración de la grasa del hígado, necrosis celular acinar aislada en el páncreas y, a las concentraciones más elevadas, cambios atróficos en los testículos. Tras una exposición por inhalación a corto plazo a 160 ppm [620 mg/m³] de bromuro de metilo (6 horas al día, 5 días a la semana, hasta 6 semanas), se descubrió que los ratones B6C3F1 eran más vulnerables que las ratas Fischer 344/N: el 50 % de los ratones macho murió después de 8 exposiciones y el 50 % de los ratones hembra después de 6 exposiciones, mientras que en las ratas macho se observó una mortalidad similar solo tras 14 exposiciones. En ambas especies se observaron necrosis neural y degeneración testicular; se detectó nefrosis en casi todos los ratones, mientras que la necrosis del epitelio olfativo fue más pronunciada en las ratas. Hubo degeneración miocárdica en las ratas y, en menor medida, en los ratones macho. En la corteza suprarrenal, hubo vacuolización citoplasmática en las ratas y atrofia de la zona interna en los ratones hembra.

En un estudio de inhalación en el que se expuso a ratas Wistar a 3, 30 o 90 ppm [12, 120 o 350 mg/m³] durante 6 horas al día, 5 días a la semana, durante 29 meses, se produjo un aumento en función de la dosis de la hiperplasia de las células basales del epitelio olfativo en ambos sexos; el fenómeno se pudo observar después de 12 meses, y ni su frecuencia ni su gravedad aumentaron de forma significativa a los 24 o 29 meses. En el grupo con la dosis más elevada, hubo una mayor incidencia de trombos cardíacos en hembras y machos; se detectó degeneración miocárdica en las hembras y metaplasia cartilaginosa en ambos sexos. La incidencia de hiperqueratosis por asfixia fue elevada en los machos y las hembras tratados, pero

solamente fue significativa en machos del grupo con la dosis más alta. La hiperqueratosis estomacal fue más frecuente en el grupo con la dosis más elevada, pero no se produjo un aumento importante de los casos. Se observó una destrucción de grandes proporciones del epitelio olfativo en las ratas Fischer 344 macho expuestas a 200 ppm [780 mg/m³] de bromuro de metilo, 6 horas al día durante 5 días. El día 3, a pesar de la exposición continua, hubo sustitución del epitelio olfativo por una capa de células escamosas, seguida de una reorganización progresiva hacia una arquitectura normal, y, en la semana 10, entre el 75 % y el 80 % del epitelio presentaba un aspecto normal desde el punto de vista histológico. La multiplicación de las células del epitelio olfativo fue máxima el día 3 de exposición; la tasa en los especímenes marcados fue del 14,7 % en comparación con el 0,7 % en los controles. También se observaron degeneración y la consiguiente regeneración en un experimento de inhalación con ratas Fischer 344 expuestas a 175 ppm [680 mg/m³] durante 6 horas 2 veces, separadas por un intervalo de 28 días. Se observó degeneración de las células olfativas nasales a niveles de exposición \geq 175 ppm [680 mg/m³] cuando se expuso a ratas Fischer 344 a bromuro de metilo 6 horas al día durante 5 días (IARC, 1999)

Vía oral

Como el bromuro de metilo tiende a volatilizarse y a temperatura ambiente su forma es principalmente la gaseosa, solamente se han realizado algunos estudios (sub)crónicos de la vía oral (ATSDR, 1992).

- En dos estudios subcrónicos con sonda en ratas, el efecto principal fue irritación de estómago. En el estudio de 13 semanas de Danse et al. (1984) se obtuvo un NOAEL de 0,4 mg/kg pc/día y un LOAEL de 2 mg/kg pc/día (ATSDR, 1992). Boorman et al. (1986) y Hubbs y Harrington (1986) presentaron resultados similares. En estudios posteriores, se demostró que aquellos efectos se revertían tras la finalización del tratamiento (IPCS, 1995).
- Se sometió a varias ratas a un régimen de alimentos fumigados con 80, 200 o 500 mg de bromuro de metilo total por kg de alimento durante dos años. Se observó una leve pérdida de peso corporal en los machos de la semana 60 en adelante. Se pudo determinar un NOAEL de 200 mg/kg de alimento (IPCS, 1995).

Inhalación

- Se expuso por inhalación a ratones a 0, 39, 128 y 389 mg/m³ de bromuro de metilo durante 6 horas/día, 5 días/semana durante 2 años. Se observó un aumento de la incidencia de lesiones no neoplásicas en el cerebro, los huesos, el corazón y el hocico a todas las dosis. Con 389 mg/m³: alta mortalidad, pérdida de peso corporal y de peso del timo, temblores, postura anómala y parálisis de las extremidades (NTP, 1992; citado en IPCS, 1995).
- Se expuso a ratones a 0, 16, 62 o 250 mg/m³ de bromuro de metilo durante 6 horas/día, 5 días/semana durante 2 años. Hubo disminución de la ganancia de peso corporal, cambios en la bioquímica de la sangre (aumentos de la creatina fosfoquinasa, el P inorgánico y el cloro, y descenso de la albúmina) y atrofia de la capa granular del cerebelo con 250 mg/m³. Se observó que el NOAEL era de 62 mg/m³ (IPCS, 1995).
- En un estudio de toxicidad crónica/carcinogenicidad, se expuso a ratas a 0, 12, 116 o 349 mg/m³ de bromuro de metilo por inhalación 6 horas/día, 5 días/semana durante 29 meses. Se observó un aumento de la incidencia de cambios degenerativos e hiperplásicos del epitelio olfativo nasal en todos los grupos. La exposición a 349 mg/m³ dio lugar a lesiones en el corazón y a hiperqueratosis en el esófago y el estómago proximal. Véase también “carcinogenicidad” (IPCS, 1995).
- Se expuso a ratas y cobayas a concentraciones de entre 130 y 850 mg/m³ de bromuro de metilo durante entre 7,5 y 8 horas/día, 5 días/semana durante 6 meses. Todos los animales murieron tras unas pocas exposiciones a 850 mg/m³; entre los signos clínicos de toxicidad en ratas a 420 mg/m³ figuraban mal aspecto en general, pérdida de peso, congestión pulmonar y lesiones renales y hepáticas. No se observó ningún efecto a 130 y 250 mg/m³ en ratas y cobayas (IARC). El NOAEL es de 250 mg/m³.

- Se expuso a ratas a 16, 78 o 389 mg/m³ de bromuro de metilo 6 horas/día, 5 días/semana durante 2 años. Se observó inflamación de la cavidad nasal en los machos a todas las dosis. A partir de 78 mg/m³, descendió la proteinuria en los machos. Con 389 mg/m³, hubo cambios en los parámetros hematológicos y de la bioquímica de la sangre, así como necrosis y metaplasia respiratoria del epitelio olfativo (IPCS, 1995).
- No se observó ningún efecto en la velocidad de conducción nerviosa, la actividad o la coordinación en campo abierto en ratas expuestas a bromuro de metilo a 214 mg/m³, 6 horas/día, 5 días/semana, 36 semanas a lo largo de 12 meses (IPCS, 1995).
- Se expuso a conejos a bromuro de metilo por inhalación en concentraciones de entre 65 y 850 mg/m³ entre 7,5 y 8 horas/día, 5 días/semana a lo largo de 6 meses. Los conejos expuestos a 130 y 250 mg/m³ empezaron a sufrir una parálisis de las patas característica y murieron tras varias exposiciones; los animales toleraron la exposición repetida a 65 mg/m³ (IARC). El NOAEL es de 65 mg/m³.
- Se expuso a ratas y ratones a bromuro de metilo por inhalación durante 12 o 13 semanas. Los efectos observados fueron mortalidad, retraso del crecimiento, cruce y enroscamiento de las extremidades inferiores, aumento de peso de los testículos y disminución de la motilidad espermática. En los ratones, se determinaron un nivel mínimo con efecto nocivo observado y un NOEL de 160 y 80 mg/m³, respectivamente. En las ratas, el nivel mínimo con efecto nocivo observado y el NOEL fueron de 240 y 120 mg/m³, respectivamente (RIVM/CSR, 1992).
- En ratas expuestas por inhalación a bromuro de metilo durante 13 semanas, se observó un aumento en el recuento de leucocitos y descensos en la albúmina plasmática, la fosfatasa alcalina, el peso del hígado y los hepatocitos pequeños con citoplasma eosinofílico a 170 mg/m³; no se detectó ningún efecto a 26 mg/m³ (RIVM/CSR, 1992).
- Se expuso a monos a bromuro de metilo por inhalación a concentraciones de entre 130 y 420 mg/m³ entre 7,5 y 8 horas/día, 5 días/semana durante 6 meses. La exposición a 250 mg/m³ dio lugar a hiperactividad, pérdida de equilibrio, incapacidad de tenerse en pie, convulsiones y parálisis. No se observó ninguno de esos efectos a 130 mg/m³ (IARC).
- Se expuso a conejos a 105 y 252 mg/m³ de bromuro de metilo por inhalación; los animales estuvieron expuestos a la sustancia 900 horas en total a lo largo de un período de 8 meses. No hubo signos de toxicidad a 105 mg/m³.
- A 252 mg/m³, se observaron pérdidas neuromusculares graves, disfunción de los reflejos de parpadeo y pérdidas de peso corporal (HSDB).

Carcinogenicidad

- En un estudio de 13 semanas en ratas a las que se administró con sonda bromuro de metilo disuelto en aceite de cacahuete a concentraciones de 0, 0,4, 2, 10 o 50 mg por kg pc, se observó un aumento asociado a la dosis de la hiperplasia y la hiperqueratosis del epitelio del estómago proximal en ambos sexos. A 50 mg/kg pc, se observaron papilomas del estómago proximal en 2/10 machos y carcinomas de las células escamosas (acompañados de hiperplasia marcada, hiperqueratosis, inflamación y ulceración) en 7/10 machos y 6/10 hembras. A 10 mg/kg pc, se observó hiperplasia, mientras que en el grupo con la dosis más baja (2 mg/kg pc) se produjo una leve hiperplasia. A 0,4 mg/kg pc no hubo efectos (RIVM/CSR, 1987).
- En ratas expuestas por inhalación a bromuro de metilo en concentraciones de 0, 12, 120 o 360 mg/m³ durante 6 h/día, 5 días/semana durante 28 meses, los signos de toxicidad con 360 mg/m³ fueron mortalidad, disminución del crecimiento, aumento de la incidencia de hemotórax y aumento de la incidencia de degeneración miocárdica y trombos en el corazón. Además, con 120 mg/m³ se elevaron los casos de hiperqueratosis en el esófago y el estómago. La incidencia de cambios degenerativos e hiperplásicos en la cavidad nasal guardaba relación con la dosis y aumentó en todos los niveles de dosis. No se observó ningún aumento de la incidencia de tumores. En este estudio, 12 mg/m³ tuvieron un nivel de efecto marginal (RIVM/CSR, 1987).

- Se expuso a ratones a bromuro de metilo por inhalación en concentraciones de 0, 39, 128 o 390 mg/m³ durante 6 h/día, 5 días/semana durante 103 semanas. Hubo mortalidad a 390 mg/m³; los ratones supervivientes de ese grupo mostraron signos de neurotoxicidad (temblores, postura anómala, taquipnea y parálisis de las extremidades inferiores), cambios neuroconductuales (menor actividad y mayor sensibilidad en la respuesta de alarma), lesiones no neoplásicas en el cerebro, el corazón, el esternón y el hocico, cambios degenerativos en el cerebelo y el cerebro, degeneración miocárdica y cardiomiopatía, aumento de la incidencia de la necrosis del epitelio olfativo y metaplasia en la cavidad nasal. No se observaron signos de carcinogenicidad (NTP, 1992).

2.2.5 Efectos sobre la reproducción

Vía oral

- La exposición por vía oral de ratas hembra a bromuro de metilo en concentraciones de 0, 3, 10 o 30 mg/kg pc/día durante los días 6 a 15 de gestación y de conejos hembra a 0, 1, 3 o 10 mg/kg pc/día durante los días 6 a 18 de gestación dio lugar a toxicidad materna en las hembras de ambas especies con las dosis más elevadas (disminución del peso corporal y del consumo de alimentos y lesiones erosivas en el estómago y los órganos adyacentes), mientras que a los fetos no les afectó (DOSE).
- Se administró bromuro de metilo en aceite de cacahuete a ratas gestantes en concentraciones de 0, 0,5, 5, 25 o 50 mg/kg pc durante los días 5 a 20 de la gestación. Se observaron signos de toxicidad materna a 25 y 50 mg/kg pc (el NOAEL es de 5 mg/kg pc). Se observó reabsorción total de los embriones a 50 mg/kg pc, probablemente a causa del mal estado de salud de las hembras gestantes. No se observó ningún efecto en el esqueleto ni en los órganos internos a 25 mg/kg pc.

Inhalación

- En un ensayo de anomalía espermática se expuso a ratones machos a bromuro de metilo por inhalación en concentraciones de 0, 78 o 272 mg/m³, 7 horas/día, durante 5 días. No se detectaron anomalías en los espermatozoides (IPCS, 1995).
- En ratas macho expuestas a 778 o 1.167 mg/m³ de bromuro de metilo, 4 horas/día, 5 días/semana, durante 6 semanas, ambas concentraciones causaron atrofia del epitelio seminal, espermatogénesis incompleta y células gigantes en los túbulos seminales (IPCS, 1995).
- Se expuso a ratas a 0, 78 o 272 mg/m³ de bromuro de metilo por inhalación durante el período pregestacional, el gestacional o ambos 7 h/día, 5 días/semana, a lo largo de 21 y 19 días, respectivamente. Los pesos corporales maternos se redujeron durante la gestación en los grupos expuestos a 272 mg/m³ antes de la preñez y durante esta. No se observaron efectos tóxicos ni anomalías en los fetos (IARC).
- Se expuso a conejos hembra a bromuro de metilo por inhalación en concentraciones de 0, 78 o 272 mg/m³, 7 h/día, durante la gestación. Debido a la elevada mortalidad materna en el grupo de dosis alta, la exposición se interrumpió a los 15 días. No se pudieron examinar los fetos de este grupo de dosis. No se observó toxicidad materna o fetal a 78 mg/m³ (IARC).
- Se expuso por inhalación a ratas macho (de entre 11 y 13 semanas) a 0 o 776 mg/m³ de bromuro de metilo 6 h/día durante 5 días; los animales fueron sacrificados los días 1, 3 y 5, y los grupos adicionales los días 6, 10, 17, 24, 38, 52 y 73. La concentración plasmática de testosterona y el contenido de sulfhidrilos no proteicos del hígado y los testículos se redujeron durante la exposición, pero volvieron a valores normales el día 8. Los índices reproductivos no se vieron afectados en ningún momento del examen (HSDB).
- Se expuso a ratas y ratones macho a 622 mg/m³ de bromuro de metilo 6 horas/día, 5 días/semana durante un máximo de 6 semanas. Se observó, de forma más acusada en las ratas que en los ratones, degeneración testicular con separación y desprendimiento de espermatoцитos, espermátides en fase tardía y células gigantes intratubulares, y atrofia testicular con pérdida variable de todos los componentes del epitelio espermatogénico (IPCS, 1995).
- Ratones macho expuestos por inhalación a bromuro de metilo en concentraciones de 39, 156 o 467 mg/m³ durante 13 semanas presentaron una disminución del

peso corporal y un aumento del peso del epidídimo y los testículos. También se observó una reducción de la densidad espermática y un incremento del porcentaje de espermatozoides anómalos (IPCS, 1995).

- En ratas macho expuestas por inhalación a bromuro de metilo en concentraciones de 117, 233 o 467 mg/m³ durante 13 semanas se produjo una disminución del peso corporal y del peso de la cola del epidídimo, y un aumento del peso de los testículos. También se observó una disminución de la motilidad espermática (IPCS, 1995).
- En un experimento con varias generaciones, se expuso por inhalación a ratas a 0, 12, 117 o 350 mg/m³ de bromuro de metilo, 6 horas/día, 5 días/semana durante alrededor de 8 meses. El peso corporal de los machos se redujo en los períodos de observación previos al apareamiento y en el sacrificio final con la exposición a 350 mg/m³. No hubo efectos sobre el peso corporal en la generación F1. En la camada F2a se observó un ligero descenso del peso corporal en las hembras gestantes y lactantes expuestas a 350 mg/m³, y el índice de fertilidad de las hembras expuestas a 117 y 350 mg/m³ se redujo marginalmente. En la generación F1a, la supervivencia de las crías al final de la lactancia se redujo con la exposición a 350 mg/m³. El peso corporal de las crías se redujo en las generaciones F1a, F2a y F2b expuestas a 117 y 350 mg/m³. Se observó una disminución del peso cerebral en los machos F0 y en los machos y hembras F1 expuestos a 350 mg/m³. Los pesos corporales finales se redujeron en los machos F2b expuestos a 350 mg/m³ y en las hembras F2b expuestas a 117 y 350 mg/m³. El análisis de los órganos de la progenie F2b reveló disminuciones en el cerebro, el corazón y los riñones de las hembras con la exposición a 350 mg/m³, y en el hígado con la exposición a 117 y 350 mg/m³ (IPCS, 1995). El NOAEL es de 12 mg/m³.

2.2.6 Neurotoxicidad/ neurotoxicidad tardía. Estudios especiales disponibles

- Si bien la toxicidad crónica del bromuro de metilo suele limitarse al sistema nervioso central, se ha notificado una leve elevación de los niveles séricos de aminotransferasa hepática en trabajadores industriales (HSDB).
- Un fumigador expuesto crónicamente a bromuro de metilo desarrolló parestesia en las extremidades, disestesias y deficiencia visual secundaria a atrofia óptica (HSDB).
- Se detectó una disfunción neurológica leve (disminución de la sensibilidad de los dedos, reducción del desempeño cognitivo y anomalías de comportamiento) en fumigadores de suelos (HSDB).
- La inhalación de bromuro de metilo dio lugar, pasadas entre 3 y 12 horas, a los siguientes signos de toxicidad: 1) mareos y dolor de cabeza, 2) anorexia, náuseas, vómitos y dolor abdominal, 3) lasitud, debilidad profunda, dificultad para hablar y marcha tambaleante, 4) visión borrosa transitoria, diplopía, estrabismo y ceguera temporal, 5) confusión mental, manía, temblores y convulsiones epilépticas; 6) taquipnea asociada a signos de edema pulmonar grave, cianosis, palidez y colapso; 7) coma, arreflexia y muerte: por colapso respiratorio o circulatorio (HSDB).
- Un caso de breve exposición cutánea a un aerosol de bromuro de metilo rápidamente descontaminado no produjo quemaduras, pero dio lugar a graves alteraciones neuromusculares retardadas (temblores musculares, crisis epilépticas, convulsiones) y lesiones cerebrales permanentes (cerebelo y tracto piramidal) (HSDB).

2.2.7 Resumen de la toxicidad en mamíferos y evaluación global

Entre los principales signos clínicos de toxicidad tras la inhalación de bromuro de metilo figuran las manifestaciones neurológicas (temblores musculares y parálisis), la irritación de las membranas mucosas, y cambios histopatológicos en cerebro, corazón, hígado y testículos. El NOAEL global para la exposición por inhalación es de 26 mg/m³.

Según FAO/OMS (1988), el nivel que no causa efectos en animales de experimentación es de 12 mg de bromuro de metilo/kg pc/día (IPCS, 1995).

El bromuro de metilo ha demostrado ser mutagénico en varios métodos de ensayo *in vitro* e *in vivo*. Induce mutaciones letales recesivas ligadas al sexo en *Drosophila melanogaster* y mutaciones en células de mamíferos cultivadas. No provoca síntesis de ADN no programada ni transformación celular en células de mamífero cultivadas. Se observó metilación del ADN del hígado y el bazo en ratones a los que

se administró bromuro de metilo por diversas vías. Se indujeron micronúcleos en células de médula ósea y sangre periférica de ratas y ratones (IPCS, 1995).

Los estudios de inhalación a largo plazo en ratas y ratones no arrojaron ninguna prueba de carcinogenicidad. En un estudio posterior se demostró que lesiones interpretadas originalmente como carcinomas del estómago proximal en ratas tras la administración por sonda remitían tras la interrupción del tratamiento, y no se consideraron pertinentes para la evaluación del riesgo en seres humanos (IPCS, 1995).

No se han observado efectos teratogénicos en ratas o conejos. Solo se produjo toxicidad embrionaria en ratas y conejos a dosis que también eran tóxicas para la madre. En un estudio con varias generaciones de ratas se observó una reducción del índice de fertilidad en la segunda generación (IPCS, 1995).

Los principales problemas para la salud provienen de la exposición aguda. Puede producirse aparición tardía de los síntomas. Se han registrado intoxicaciones mortales por exposición a concentraciones relativamente altas (a partir de 33.000 mg/m³ o 8.600 ppm) de vapores de bromuro de metilo. Se han producido intoxicaciones no mortales por exposición a concentraciones tan bajas como 390 a 1.950 mg/m³. Entre los órganos afectados por la exposición figuran el sistema nervioso, los pulmones, la mucosa nasal, los riñones, los ojos y la piel. No existen datos epidemiológicos sobre toxicidad reproductiva y carcinogenicidad en humanos. No hay datos sobre los efectos en la salud humana de los residuos de bromuro de metilo en los alimentos o el agua potable (IPCS, 1995),

3 Exposición humana/evaluación de los riesgos

3.1 Alimentos

No hay datos sobre los efectos en la salud humana de los residuos de bromuro de metilo en los alimentos o el agua potable (IPCS, 1995)

En 1966, la FAO/OMS estableció una ingesta diaria admisible (IDA) de 1 mg/kg de peso corporal como ión bromuro. En 1988 se confirmó esta IDA (FAO/OMS, 1988; citado en IPCS, 1995).

En 2021, en su 44º período de sesiones, la Comisión del Codex Alimentarius (CAC) refrendó la recomendación del Comité del Codex sobre Residuos de Plaguicidas de revocar los límites máximos de residuos para el ion bromuro en el Codex (CCPR, 2021).

Se pusieron a disposición de la reunión datos sobre residuos de bromuro de metilo procedentes de un amplio conjunto de ensayos supervisados que se habían realizado en varios lugares de los Estados Unidos entre 1987 y 1990. Los cultivos habían alcanzado su primera madurez en suelos que habían sido tratados con bromuro de metilo, generalmente a unas dosis de entre 335 y 380 kg de ingrediente activo por hectárea. Los cultivos incluidos en los ensayos fueron los siguientes: arándano, frambuesa, fresa, zanahoria, patata, rábano, remolacha azucarera, taro, cebolla, espárrago, apio, lechuga arrepollada, lechuga, espinaca, brécol, col, coliflor, judías de mata, judías verdes, guisantes, soja, quimbombó, maíz dulce, pimientos dulces, tomates, pepino, sandía, melón cantalupo, calabaza de verano, cacahuete, piña, jengibre, alfalfa, trébol y heno de cacahuete. No se detectaron residuos de bromuro de metilo en ninguna muestra de este programa de tratamiento de suelos. El límite de determinación era de 0,005 o 0,01 mg/kg (JMPR, 1992).

3.2 Aire

Concentración estimada sin riesgo de agentes contaminantes en el aire para los seres humanos: la concentración estimada sin riesgo se deriva del NOAEL de 12 mg/m³ en el estudio de reproducción de 128 días y se corrige para la exposición continua a 2,1 mg/m³. Al aplicar un factor de incertidumbre de 100 se establece una concentración estimada sin riesgo de 20 µg/m³ para el aire (Rademaker & Linders, 1996).

Sobre la base del NOAEL subcrónico de 0,4 mg/kg de peso corporal en ratas, la ATSDR estableció un límite máximo de residuos de mediana duración de 0,003 ajustando el NOAEL para la exposición intermitente y utilizando un factor de incertidumbre de 100 (ATSDR).

En 1987, el Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente de los Países Bajos (RIVM, por sus siglas en neerlandés) estableció una directriz de 0,7 mg/m³ para

- exposiciones de corta duración sobre la base de un nivel de efecto marginal de 70 mg/m³ obtenido de un estudio de exposición subcrónica en ratas y utilizando un factor de incertidumbre de 100.
- Se determinó una directriz de 0,1 mg/m³ para exposiciones de larga duración, basada en un nivel de efecto marginal de 12 mg/m³ obtenido de un estudio de exposición crónica en ratas utilizando un factor de incertidumbre de 100 (RIVM/CSR, 1987).
- 3.3 Agua** Concentración estimada sin riesgo de agentes contaminantes en el agua potable para los seres humanos: la concentración estimada sin riesgo se deriva del NOAEL de 12 mg/m³ en el estudio de reproducción de 128 días y se corrige para la exposición continua a 2,1 mg/m³. La concentración estimada sin riesgo para el agua potable (suponiendo un peso corporal humano de 70 kg, un volumen de agua potable de 2 litros al día y una asignación del 10 %) es de 3,5 mg/l. (Rademaker & Linders, 1996).
- Países Bajos**
- Antes de la medida reglamentaria firme, la concentración estimada en las aguas subterráneas ascendía a 100 µg/l, y se registraban concentraciones en las aguas superficiales de aproximadamente 9 mg/l.
- 3.4 Exposición ocupacional** **IARC, 1999**
- Según la Encuesta Nacional de Exposición Ocupacional de 1981-83 (NOES, 1997), aproximadamente 5.000 trabajadores en los Estados Unidos estaban potencialmente expuestos al bromuro de metilo (véase la sección de observaciones generales). La exposición ocupacional puede producirse en su fabricación, en el control de plagas de hortalizas y frutas y en la fumigación del suelo.
- 3.5 Datos médicos utilizados para adoptar la decisión reglamentaria** **Países Bajos/Colombia** No se han notificado efectos adversos en trabajadores ni incidentes que involucren intoxicaciones.
- 3.6 Exposición pública** **Países Bajos**
- En los Países Bajos, las aguas subterráneas se utilizan para la producción de agua potable, por lo que deben permanecer libres de plaguicidas (principio de precaución).
- Antes de la medida reglamentaria firme, la concentración estimada en las aguas subterráneas alcanzaba los 100 µg/l.
- IARC, 1999**
- Se han notificado más de 950 intoxicaciones por bromuro de metilo, con víctimas mortales, envenenamiento sistémico, irritación de la piel, los ojos y las vías respiratorias, y daños en el sistema nervioso central, el hígado y los riñones (IARC, 1986). También se han publicado varios informes sobre intoxicaciones tras exposiciones de corta y larga duración a bromuro de metilo, algunas de ellas mortales.
- 3.7 Resumen y evaluación global de los riesgos** **Colombia**
- Al reducirse el uso de bromuro de metilo en Colombia, se contribuirá a disminuir las emisiones de un agente que agota la capa de ozono e, indirectamente, a reducir el riesgo de cáncer de piel debido al aumento de la radiación solar. Este supuesto se basa en la evidencia de que el cáncer de piel aumenta con cualquier incremento de la radiación UV-B, y de que la relación entre el cáncer de piel y la disminución del ozono no es de uno a uno, ya que por cada 1 % de disminución del ozono total se produce un aumento del 3 % en la incidencia de melanoma o cáncer de piel. También se ha detectado que han aumentado la incidencia de cataratas y la gravedad de infecciones diversas, ya que el sistema inmunitario resulta inhibido a causa de la radiación.
- Se han notificado las cantidades de bromuro de metilo empleadas en Colombia en 1994 como fumigante de suelos en determinados cultivos (al menos 32.000 kg). Este uso se señaló como una fuente importante de emisiones al medio ambiente

debido a que un análisis teórico predictivo al que se hizo referencia en los informes de 1992 y 1994 del PNUMA determinó que entre el 45 % y el 53 % de la cantidad de bromuro de metilo utilizada en actividades agrícolas podría liberarse a la atmósfera.

En consecuencia, la eliminación del uso del bromuro de metilo como fumigante de suelos contribuirá a la reducción de la incidencia del cáncer de piel y otras enfermedades asociadas a la disminución de la capa de ozono.

Países Bajos

La evaluación del riesgo de los Países Bajos se centró en el comportamiento y los efectos del bromuro de metilo en el aire, las aguas subterráneas y las aguas de superficie. Tuvo en cuenta toda la información pertinente sobre la sustancia en lo que se refiere a los datos fisicoquímicos, entre ellos el potencial de destrucción del ozono, los datos sobre el potencial de lixiviación, es decir, la sorción y la degradación en el suelo, y los datos de los efectos ecotoxicológicos del bromuro de metilo, por ejemplo, la toxicidad para los peces.

Se estimó que el bromuro de metilo podría lixiviarse a las aguas subterráneas y las aguas de superficie. Ambos tipos de recursos hídricos se emplean para la captación de agua destinada a la producción de agua potable. Antes de la medida reglamentaria firme, la concentración estimada en las aguas subterráneas alcanzaba los 100 µg/l. Según el principio de precaución, las aguas subterráneas deberían estar libres de plaguicidas.

Las concentraciones medidas en las aguas de superficie alcanzaban aproximadamente los 9 mg/l, por lo que se preveía que el riesgo para los peces fuese muy alto.

La eliminación del uso de bromuro de metilo como fumigante de suelos reducirá significativamente las emisiones a la atmósfera y a las aguas subterráneas o superficiales. En consecuencia, se reducirá de forma considerable el riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

4 Destino y efectos ambientales

4.1 Destino

- | | |
|-------------------------------|---|
| 4.1.1 Suelo | Se espera que el bromuro de metilo liberado al suelo se pierda principalmente por volatilización. El bromometano también puede lixiviarse debido a su débil adsorción al suelo. En las hipótesis de exposición ambiental formuladas por los Países Bajos se utilizó una constante de sorción (baja) de aproximadamente 2,5 l/kg (RIVM/CSR, 1992). En el suelo también pueden producirse hidrólisis del bromuro de metilo a metanol e iones de bromuro y biodegradación. (HSDB). |
| 4.1.2 Agua | Se espera que la liberación de bromuro de metilo al agua dé lugar principalmente a volatilización. La hidrólisis a metanol e iones de bromuro se producirá con un período de semidesintegración de entre 20 y 26,7 días. (HSDB). |
| 4.1.3 Aire | Un análisis teórico predictivo determinó que entre el 45 % y el 53 % de la cantidad de bromuro de metilo utilizada en las actividades agrícolas podría liberarse a la atmósfera (Albritton and Watson, 1992). |
| 4.1.4 Bioconcentración | No se espera que la bioconcentración sea significativa (HSDB). |
| 4.1.5 Persistencia | La hidrólisis a metanol e iones de bromuro se producirá con un período de semidesintegración de entre 20 y 26,7 días (HSDB). En las hipótesis de exposición ambiental formuladas por los Países Bajos se consideró un período de semidesintegración en el suelo de alrededor de 15 días (RIVM/CSR, 1992). |

4.2	Efectos sobre organismos no destinatarios	<p>El bromuro de metilo aplicado bajo plástico a los organismos del suelo en concentraciones de 300.000 mg/m³ mató a todos los insectos; sobrevivieron un pequeño número de algunos nematodos y ácaros (HSDB).</p> <p>El bromuro de metilo no provocó cambios permanentes en la actividad de las enzimas del suelo ni afectó al desarrollo de las raíces micorrícicas de las plántulas de pino (IPCS, 1995).</p> <p>No se observaron efectos a largo plazo sobre las bacterias aeróbicas del suelo y los actinomicetos tras la aplicación de 22.000 mg/m² de bromuro de metilo (IPCS, 1995).</p>
4.2.1	Vertebrados terrestres	<p>Las gallinas alimentadas con dietas fumigadas con bromuro de metilo experimentaron un retraso en la madurez sexual. La sustancia afectó negativamente el sabor de los huevos y de la carne (IPCS, 1995).</p>
4.2.2	Especies acuáticas	<p><i>Algas</i> CE₅₀ a las 48 h para dos especies 3,2 a 5,0 mg/l (RIVM/CSR, 1992)</p> <p><i>Crustáceos</i> CE₅₀ a las 48 h <i>Daphnia magna</i> 1,7 mg/l (RIVM/CSR, 1992) CSEO a los 12 d (mort. reprod.) <i>Daphnia magna</i> 0,06 mg/l (RIVM/CSR, 1992)</p> <p><i>Peces</i> CL₅₀ a las 96 h <i>Menidia beryllina</i> 4,68 mg/l (BUA) a 11 mg/l (DOSE) CL₅₀ a las 96 h <i>Lepomis macrochirus</i> 4,18 mg/l (BUA) a 12 mg/l (DOSE) CL₅₀ a las 48 h <i>Poecilia reticulata</i> 1,2 mg/l (BUA) CL₅₀ a las 96 h <i>Poecilia reticulata</i> y <i>Oryzias Latipes</i> 0,8 mg/l (RIVM/CSR, 1992) CSEO a las 96 h (mortalidad) <i>Poecilia reticulata</i> 0,56 mg/l (IPCS, 1995) CSEO a las 96 h (mortalidad) <i>Oryzias latipes</i> 1,0 mg/l (IPCS, 1995) CSEO a 1 mes (mortalidad) <i>Poecilia reticulata</i> 0,06 mg/l (RIVM/CSR, 1992) CSEO a 1 mes (mortalidad) <i>Oryzias latipes</i> 0,40 mg/l (RIVM/CSR, 1992) CSEO a los 3 meses (mortalidad) <i>Poecilia reticulata</i> y <i>Oryzias latipes</i> 0,32 mg/l (IPCS, 1995)</p> <p>También se evaluaron los posibles efectos del principal producto de degradación del bromuro de metilo, el bromuro inorgánico:</p> <p><i>Algas</i> CE₅₀ a las 24 a 96 h (crecimiento) <i>Scenedesmus pannonicus</i> 5.800 a 10.000 mg Br/l CSEO a las 24 a 96 h (crecimiento) <i>Scenedesmus pannonicus</i> 2.500 mg Br/l</p> <p><i>Crustáceos</i> CE₅₀ a las 48 h <i>Daphnia magna</i> 5.800 mg Br/l CSEO a las 48 h <i>Daphnia magna</i> 4.300 mg Br/l</p> <p><i>Peces</i> Los valores de CL₅₀ a las 96 h oscilan entre 16.000 y 24.000 mg Br/l CSEO a las 96 h (mortalidad) 7.800 mg Br/l CSEO a las 96 h (comportamiento anormal) oscila entre 25 y 250 mg Br/l</p> <p>Los valores de CSEO obtenidos en ensayos de toxicidad a mediano plazo utilizando bromuro sódico y 11 especies distintas de agua dulce van desde 10 mg/l para el efecto sobre la reproducción de <i>Daphnia magna</i> y <i>Lymnea stagnalis</i> hasta 10.000 mg/l para el efecto sobre la eclosión y el crecimiento en <i>Oryzias latipes</i> (IPCS, 1995).</p>
4.2.3	Abejas melíferas y otros artrópodos	<p>El bromuro de metilo se considera no tóxico para las abejas (DOSE).</p> <p>La CL₅₀ a las 24 h para los coleópteros se ha establecido en 4,51 mg/l (DOSE).</p> <p>Los valores de DL₅₀ para 32 insectos diferentes oscilan entre 9 y 32.000 mg/m³ (IPCS, 1995).</p>
4.2.4	Lombrices de tierra	<p>El bromuro de metilo es muy tóxico para las lombrices de tierra (concentración no indicada) (IPCS, 1995).</p>
4.2.5	Microorganismos del suelo	<p>DL₅₀ a las 24 h</p> <p style="padding-left: 40px;"><i>Phialophora cinerescens</i> <i>Verticilium alboartum</i> <i>Fusarium oxysporium</i> 6 mg/l (BUA)</p>

El bromuro de metilo se probó en varios grupos de microbios del suelo morfológica y funcionalmente diferentes. En muestras de suelo aisladas, tratadas y mantenidas a temperatura (22 °C a 23 °C) y humedad (16 % a 18 %) constantes, se contaron los microorganismos a los 2, 21, 54 y 87 días de la fumigación con 300 g de bromuro de metilo/m³. Al cabo de 2 días, la mayoría de las bacterias estaban muertas; después de 87 días, había recuentos muy bajos de hongos, bacterias aerobias fijadoras de nitrógeno, nitrificantes y celulolíticas, mientras que las bacterias desnitrificantes, proteolíticas, amilolíticas y amonificantes experimentaron un acusado resurgimiento en la recolonización. Los efectos de la fumigación con bromuro de metilo sobre una determinada población de microbios en el suelo parecen ser más importantes por su acción selectiva que por el impacto en el número de microbios (IPCS, 1995).

En un estudio sobre la flora bacteriana implicada en el ciclo del nitrógeno, se llevó a cabo una fumigación en caliente con bromuro de metilo en concentraciones de 80 g/m³ en invernaderos de seis emplazamientos diferentes. Siete meses después del tratamiento, el recuento total de bacterias mesófilas aerobias y de bacterias aerobias fijadoras de nitrógeno, amonificantes, oxidantes del amoníaco y oxidantes del nitrito alcanzó siempre valores más altos en los suelos fumigados que en los suelos de control no fumigados. La recolonización fue más pronunciada en las muestras de suelo de la capa superior a una profundidad de entre 0 y 30 cm, en las que la proliferación de bacterias amonificantes y nitrificantes fue muy significativa (IPCS, 1995).

En un estudio se describió la recolonización de suelos esterilizados en laboratorio y devueltos a sus lugares originales de pastizales y bosques, en cuatro tipos diferentes de condiciones del campo. El muestreo se realizó a lo largo de 166 días (de pleno verano a mediados de invierno), con precipitaciones moderadas en 2 de los lugares y elevadas en los otros 2. Tanto la biomasa microbiana como la actividad de la deshidrogenasa se recuperaron rápidamente, pero en los cuatro sitios siguieron siendo sistemáticamente más bajas en las muestras fumigadas que en las no tratadas. El número de bacterias también se recuperó con rapidez. La longitud de las hifas fúngicas era un 25 % inferior en el suelo fumigado. La fumigación no produjo efectos detectables en las tasas subsiguientes de mineralización del nitrógeno y apenas repercutió en las tasas de nitrificación. La fumigación eliminó casi por completo los protozoos, cuyo número se recuperó más rápidamente en el suelo forestal húmedo y con más dificultad en el suelo de pasto seco. La fumigación erradicó los nematodos; la recolonización se detectó por primera vez el día 26. Las poblaciones (10 y 62/g, respectivamente) y las especies (10 y 31, respectivamente) se mantuvieron en cifras muy inferiores en el suelo fumigado en comparación con el no tratado (IPCS, 1995).

Tras la esterilización del suelo de invernaderos con bromuro de metilo (75 g/m²), se produjeron profundas alteraciones cualitativas y cuantitativas hasta una profundidad del suelo de 30 cm; se aislaron de 7 a 9 especies de micoflora del suelo fumigado en comparación con 107 de los suelos de control. La capa de suelo a 31 a 40 cm de profundidad no se vio afectada por la desinfestación. Al cabo de dos meses, solo se había producido una recolonización de entre el 35 % y el 40 % en términos de especies y de entre el 60 % y el 63 % en términos de densidad de la microflora primaria (IPCS, 1995).

4.2.6 Plantas terrestres

El bromuro de metilo puede tener efectos tanto negativos como positivos en las plantas.

Los efectos fitotóxicos del bromuro de metilo como esterilizante del suelo pueden deberse a:

- 1) la acción sobre las plantas del propio bromuro de metilo;
- 2) la acción del bromuro inorgánico formado por la descomposición del bromuro de metilo en el suelo;
- 3) la acción indirecta a través de los efectos del bromuro de metilo o del bromuro inorgánico sobre la microflora, la estructura o la composición del suelo (IPCS, 1995).

5 Exposición ambiental/evaluación de los riesgos

5.1	Vertebrados terrestres	<u>Colombia/Países Bajos</u> No había información sobre los riesgos o la exposición en relación con los vertebrados terrestres.
5.2	Especies acuáticas	<u>Países Bajos</u> Según la evaluación realizada por los Países Bajos en relación con el medio ambiente, se prevé un riesgo muy elevado del bromuro de metilo para los peces.
5.3	Abejas melíferas	<u>Colombia/Países Bajos</u> No había información sobre los riesgos o la exposición en relación con las abejas melíferas.
5.4	Lombrices de tierra	<u>Colombia/Países Bajos</u> No había información sobre los riesgos o la exposición en relación con las lombrices de tierra.
5.5	Microorganismos del suelo	<u>Colombia/Países Bajos</u> No había información sobre los riesgos o la exposición en relación con los microorganismos del suelo.
5.6	Resumen y evaluación global de los riesgos	<p data-bbox="534 784 1449 1019"><u>Colombia</u> Se notificaron las cantidades de bromuro de metilo empleadas en Colombia en 1994 como fumigante de suelos en determinados cultivos. Este uso se señaló como una fuente importante de emisiones al medio ambiente debido a que un análisis teórico predictivo al que se hizo referencia en los informes de 1992 y 1994 del PNUMA determinó que entre el 45 % y el 53 % de la cantidad utilizada en actividades agrícolas podría liberarse a la atmósfera.</p> <p data-bbox="534 1030 1449 1097">En consecuencia, la eliminación del uso del bromuro de metilo como fumigante de suelos contribuirá a la reducción de la destrucción de la capa de ozono.</p> <p data-bbox="534 1108 1449 1377"><u>Países Bajos</u> La evaluación del riesgo de los Países Bajos se centró en el comportamiento y los efectos del bromuro de metilo en el aire, las aguas subterráneas y las aguas de superficie. Tuvo en cuenta toda la información pertinente sobre la sustancia en lo que se refiere a los datos fisicoquímicos, entre ellos el potencial de destrucción del ozono, los datos sobre el potencial de lixiviación, es decir, la sorbción y la degradación en el suelo, y los datos de los efectos ecotoxicológicos del bromuro de metilo, por ejemplo, la toxicidad para los peces.</p> <p data-bbox="534 1388 1449 1449">Sobre la base de una concentración medida en las aguas superficiales de aproximadamente 9 mg/l, se preveía un riesgo muy elevado para los peces.</p>

Anexo 2 del documento de orientación para la adopción de decisiones: pormenores de las medidas reglamentarias firmes comunicadas

Nombre del país: Colombia

1	Fecha(s) efectiva(s) de entrada en vigor de las medidas Referencia al documento reglamentario	12 de diciembre de 2008 Resolución 5049 de 2008 del Ministerio de la Protección Social, Bogotá D. C., 12 de diciembre de 2008.
2	Detalles sucintos de la(s) medida(s) reglamentaria(s) firme(s)	<p>En la resolución 2152 de 1996 del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia se restringió rigurosamente el bromuro de metilo y se autorizó su importación, comercialización y uso solo para tratamiento cuarentenario para el control de plagas exóticas en tejidos vegetales frescos a nivel de puertos y pasos fronterizos, hasta que se encuentre un sustituto viable que permita su reemplazo. Su aplicación debe practicarse en espacios herméticos y con un sistema cerrado de recuperación del plaguicida.</p> <p>A fin de lograr un uso más controlado y restrictivo del bromuro de metilo, se introdujeron enmiendas al artículo 1 de la resolución 2152 mediante las resoluciones 00643 de 2004, 01800 de 2006, 03587 de 2008 y 5049 de 2008. La notificación indica que la resolución 2152 de 1996 y la resolución 5049 de 2008 están actualmente en vigor.</p> <p>La resolución 5049 de 2008 restringe con mayor rigurosidad la importación, la comercialización y el uso del bromuro de metilo. A causa de esta intensificación de la restricción, el bromuro de metilo únicamente se puede utilizar en el tratamiento cuarentenario para el control de las plagas cuarentenarias en productos agrícolas y embalajes de madera a nivel de las zonas de influencia establecidas en un radio máximo de diez (10) kilómetros a partir del puerto o paso fronterizo. La fumigación debe llevarse a cabo en cámaras herméticas autorizadas.</p>
3	Razones para la adopción de medidas	<p><u>Resolución 2152 de 1996</u>: dado que el bromuro de metilo agota la capa de ozono, la reglamentación tenía por objeto reducir de manera considerable las emisiones a la atmósfera prohibiendo la fumigación de suelos y permitiendo únicamente el tratamiento cuarentenario para el control de las plagas cuarentenarias en productos agrícolas y embalajes de madera a nivel de puertos o pasos fronterizos. Una reducción significativa de las emisiones a la atmósfera de bromuro de metilo, agente que agota el ozono, atenuará la destrucción de la capa de ozono. Cabe esperar que, en consecuencia, se reduzca el riesgo de repercusiones negativas en la salud derivadas de la radiación solar.</p> <p><u>Resolución 5049 de 2008</u>: Colombia señaló en 1996 que, para las acciones sanitarias en cuarentenas vegetales, el bromuro de metilo era el único fumigante habilitado para el tratamiento de tejidos vegetales frescos a nivel de puertos de entrada y salida. Habida cuenta de lo indicado por el Grupo de Expertos del Protocolo de Montreal, era necesario un uso en condiciones herméticas con un sistema cerrado de recuperación del plaguicida. Posteriormente, se abordaron aspectos dirigidos a mejorar el proceso de fumigación con el fin de reducir el riesgo para el medio ambiente y la salud. Concretamente, se señaló que las fumigaciones con bromuro de metilo se realizaban en carpas. Este tipo de fumigación causaba inquietud por las posibles emisiones al medio ambiente y la exposición de los trabajadores al pesticida. En consecuencia, se aprobó la Resolución 5049 de 2008, más restrictiva que la resolución 2152 de 1996.</p>
4	Fundamentos para la inclusión en el anexo III	La medida reglamentaria firme se adoptó para proteger la salud humana y el medio ambiente. La medida reglamentaria se basó en una evaluación del riesgo en la que se tuvieron en cuenta las condiciones imperantes en Colombia.
4.1	Evaluación del riesgo	<p>De conformidad con la evaluación relacionada con la salud humana se encontró la siguiente información (UNEP/FAO/RC/CRC.18/10, sección 2.4.2.1):</p> <p>a) El bromuro de metilo es un gas irritante y vesicante, extremadamente tóxico para humanos que afecta diferentes órganos y sistemas y con un alto riesgo</p>

potencial de producir intoxicación aguda por inhalación y absorción a través de la piel y las mucosas.

- b) El bromuro de metilo se incluyó en el Protocolo de Montreal como sustancia que agota la capa de ozono en virtud de la Enmienda de Copenhague.
- c) Al reducirse el uso de bromuro de metilo en Colombia, se contribuirá a disminuir las emisiones de un agente que agota la capa de ozono e, indirectamente, a reducir el riesgo de cáncer de piel debido al aumento de la radiación solar. Este supuesto está respaldado por el informe de 1989 del Grupo de Evaluación de los Efectos Ambientales del Protocolo de Montreal, en el que se afirma que, si bien “el cáncer de piel aumentará con cualquier incremento de la radiación UV-B, la relación entre el cáncer de piel y la disminución del ozono no es de uno a uno. Por cada 1 % de disminución del ozono total se producirá un aumento del 3 % en la incidencia de melanoma o cáncer de piel”. También se ha detectado que han aumentado la incidencia de cataratas y la gravedad de infecciones diversas, ya que el sistema inmunitario resulta inhibido a causa de la radiación.
- d) Se han notificado las cantidades de bromuro de metilo empleadas en Colombia en 1994 como fumigante de suelos en determinados cultivos (al menos 32.000 kg). Este uso se señaló como una fuente importante de emisiones al medio ambiente debido a que un análisis teórico predictivo que se expuso en el informe de 1992 del PNUMA (Albritton y Watson, 1992) y el informe de 1994 del PNUMA relativos a las evaluaciones científicas de la disminución de la capa de ozono señaló que entre el 45 % y el 53 % de la cantidad utilizada en actividades agrícolas podría liberarse a la atmósfera.

En consecuencia, la eliminación del uso del bromuro de metilo como fumigante de suelos contribuirá a la reducción de la incidencia del cáncer de piel y otras enfermedades asociadas a la disminución de la capa de ozono.

De conformidad con la evaluación relacionada con el medio ambiente se encontró la siguiente información (UNEP/FAO/RC/CRC.18/10, sección 2.4.2.2):

- a) El bromuro de metilo se incluyó en el Protocolo de Montreal como sustancia que agota la capa de ozono en virtud de la Enmienda de Copenhague.
- b) Se han notificado las cantidades de bromuro de metilo empleadas en Colombia en 1994 como fumigante de suelos en determinados cultivos (UNEP/FAO/RC/CRC.18/10, sección 2.4.2.1, cuadro 3). Este uso se señaló como una fuente importante de emisiones al medio ambiente debido a que un análisis teórico predictivo que se expuso en los informes de 1992 y 1994 del PNUMA señaló que entre el 45 % y el 53 % de la cantidad utilizada en actividades agrícolas podría liberarse a la atmósfera (UNEP/FAO/RC/CRC.18/INF/19, pág. 179).

En consecuencia, la eliminación del uso del bromuro de metilo como fumigante de suelos contribuirá a la reducción de la destrucción de la capa de ozono.

4.2 Criterios aplicados

Importancia para otros Estados y para la región

Riesgos para la salud humana y el medio ambiente

Según la notificación: algunos países, principalmente países en desarrollo o países con economías en transición, pueden seguir utilizando bromuro de metilo. Si se usa como se hacía en Colombia, podría tener repercusiones sobre la salud y el medio ambiente.

Según la información publicada en el sitio web del Protocolo de Montreal, en el informe de 2018 del Comité de opciones técnicas sobre el bromuro de metilo del Protocolo de Montreal publicado por el PNUMA se hace referencia al hecho de que 50 países siguen utilizando regularmente bromuro de metilo para aplicaciones de cuarentena y previas al envío. Además, el informe menciona que casi todos los tratamientos estructurales y de mercancías con bromuro de metilo se llevan a cabo con fines de cuarentena y previas al envío. Por consiguiente, el uso de bromuro de metilo para aplicaciones de cuarentena y previas al envío no se limita a una zona geográfica y representa uno de los principales usos de este plaguicida en muchos países. Además, en el informe se alude al hecho de que, en todo el mundo, muchas

fumigaciones siguen realizándose en recintos que no son debidamente herméticos, lo que provoca elevados índices de fugas y pérdidas de gas.

Cabe esperar que, por razones similares a las mencionadas en la notificación colombiana (reducción al mínimo de las emisiones de un gas altamente tóxico y que agota la capa de ozono), otros países que todavía utilizan el bromuro de metilo para aplicaciones de cuarentena y previas al envío en recintos que no son debidamente herméticos consideren la posibilidad de introducir normativas para sustituir el bromuro de metilo o adoptar tecnologías que capturen el fumigante o reduzcan al mínimo su emisión.

5 Alternativas

Se notificó la siguiente información sobre alternativas:

En los tratamientos cuarentenarios, actualmente se utilizan las alternativas siguientes:

- Tratamiento con vapor caliente (T106-e) de la pitahaya amarilla y el mango Tommy Atkins infestados de huevos y larvas de la mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitis capitata* Wiedeman).
- Tratamiento cuarentenario en frío (T107-a-1) como medida de mitigación de *Anastrepha fraterculus* en los frutos de la feijoa.

En los tratamientos cuarentenarios, actualmente se están probando las alternativas siguientes:

- Se han realizado pruebas de evaluación y calidad de la fosfina con la albahaca y la feijoa.

Véase también la sección 3.3.

6 Control de desechos

No se ha presentado información. Véase la sección 4.5.

7 Otros

No se ha presentado información.

Nombre del país: Países Bajos

1	Fecha(s) efectiva(s) de entrada en vigor de las medidas	1992, modificada por última vez el 24 de diciembre de 2004
	Referencia al documento reglamentario	Decreto del Ministerio de Agricultura y Pesca, Orden Ministerial del 31 de diciembre de 1980/5 de enero de 1981.
2	Detalles sucintos de la(s) medida(s) reglamentaria(s) firme(s)	<p>En 1981, se prohibió el uso del bromuro de metilo como desinfectante de suelos. El artículo 16a de la Ley de Plaguicidas neerlandesa de 1962 permitía que se otorgase una exención en respuesta a solicitudes individuales. En 1992, se prohibió por completo el bromuro de metilo para su uso como desinfectante de suelos.</p> <p>Solamente se sigue permitiendo el uso como fumigante de espacios en salas a prueba de gases⁶.</p>
3	Razones para la adopción de medidas	<p>A finales de 1980, la presencia de bromuro de metilo en varias tuberías de agua potable privadas, junto con nuevos datos toxicológicos (una serie de pruebas positivas de mutagenicidad), fue motivo suficiente para iniciar la adopción de medidas de reglamentación. Además, existía preocupación acerca de aspectos en materia de seguridad relacionados con el almacenamiento, el transporte y el uso del bromuro de metilo (posibilidad de emisión a la atmósfera) y el potencial de lixiviación (lixiviación a las aguas superficiales o subterráneas). En los Países Bajos, las aguas subterráneas y superficiales pueden utilizarse para la producción de agua potable, por lo que deben permanecer libres de plaguicidas (principio de precaución). El efecto en la capa de ozono también era motivo de preocupación. El bromometano y el bromuro (especies activas de bromo) son en parte responsables de la destrucción de la ozonósfera. El bromuro de metilo figura en el Protocolo de Montreal.</p>
4	Fundamentos para la inclusión en el anexo III	La medida reglamentaria firme se adoptó para proteger la salud humana y el medio ambiente.
4.1	Evaluación del riesgo	<p>De conformidad con la evaluación relacionada con la salud humana se encontró la siguiente información (UNEP/FAO/RC/CRC.1/18/Add.2, sección 2.4.1):</p> <ol style="list-style-type: none"> a) La evaluación del riesgo realizada por los Países Bajos se centró en el comportamiento y los efectos del bromuro de metilo en el aire, las aguas subterráneas y las aguas de superficie. Tuvo en cuenta toda la información pertinente relativa a esta sustancia en lo que se refiere a los datos físicoquímicos, entre ellos el potencial de destrucción del ozono, y los datos sobre el potencial de lixiviación, es decir, la sorbción y la degradación en el suelo. b) Preocupación en torno a la posibilidad de que el bromuro de metilo se lixivie a las aguas subterráneas y las aguas de superficie. Ambos tipos de recursos hídricos se emplean para la captación de agua destinada a la producción de agua potable. c) La concentración estimada en aguas subterráneas alcanzaba los 100 µg/l. Según el principio de precaución, las aguas subterráneas deberían estar libres de plaguicidas. d) Preocupación por el potencial de destrucción del ozono del bromuro de metilo. e) Preocupación por aspectos en materia de seguridad relacionados con el almacenamiento, el transporte y el uso (para la población general y los trabajadores).

⁶ Según la documentación justificativa que aportaron los Países Bajos en 2005 (UNEP/FAO/RC/CRC.1/18/Add.2), en ese año aún estaba autorizado el uso del bromuro de metilo como fumigante de espacios. En 2009, la Junta Neerlandesa de Autorización de productos fitosanitarios y biocidas revocó la última autorización en los Países Bajos para el uso del bromuro de metilo en fumigaciones de espacios (Ctgb, 2023).

De conformidad con la evaluación relacionada con el medio ambiente se encontró la siguiente información (UNEP/FAO/RC/CRC.1/18/Add.2):

- a) La evaluación del riesgo realizada por los Países Bajos se centró en el comportamiento y los efectos del bromuro de metilo en el aire, las aguas subterráneas y las aguas de superficie. Tuvo en cuenta toda la información pertinente sobre la sustancia en lo que se refiere a los datos fisicoquímicos, entre ellos el potencial de destrucción del ozono, los datos sobre el potencial de lixiviación, es decir, la sorbción y la degradación en el suelo, y los datos de los efectos ecotoxicológicos del bromuro de metilo, por ejemplo, la toxicidad para los peces.
- b) Las concentraciones medidas en las aguas de superficie alcanzaban aproximadamente los 9 mg/l, por lo que se preveía que el riesgo para los peces fuese muy alto.

4.2	Criterios aplicados	Riesgos para la salud humana y el medio ambiente
	Importancia para otros Estados y para la región	En la notificación se indica que los Estados vecinos también habían restringido rigurosamente el uso de bromuro de metilo.
5	Alternativas	No se ha presentado información. Véase la sección 3.3.
6	Control de desechos	No se ha presentado información. Véase la sección 4.5.
7	Otros	No se ha presentado información.

Annex 3 to the decision guidance document – Addresses of designated national authorities***Colombia***

Rotterdam Convention Designated national authority for pesticides (DNA P)

Name: Ms. Gilma Sandra Molina Galindo
 Job title: Directora Técnica de Inocuidad e Insumos Agrícolas
 Department: Dirección Técnica de Inocuidad e Insumos Agrícolas
 Institution: Instituto Colombiano Agropecuario - ICA

Postal address: Calle 68 A #24 B-10, Bogota DC, Colombia

Phone: + 57 1 332 3700 ext. 1339

Email: gilma.molina@ica.gov.co,
direccion.insumosagr@ica.gov.co

Netherlands

Rotterdam Convention Designated national authority for industrial chemicals and pesticides (DNA CP), Stockholm Convention National focal point (NFP)

Name: Ms. Nicolette Bouman
 Job title: Chemicals Coordinator
 Institution: Ministry of Infrastructure and Water Management

Postal address: P.O. Box 20901

2500 EX The Hague

Netherlands

Phone: +31 6 2116 0206

Email: nicolette.bouman@minienw.nl,
postbus.chemwaste@minienw.nl

C Industrial chemicals

CP Pesticides and industrial chemicals

P Pesticides