

Distr. general  
8 de noviembre de 2017

Español  
Original: inglés



**Convenio de Estocolmo  
sobre Contaminantes  
Orgánicos Persistentes**

---

**Comité de Examen de los Contaminantes  
Orgánicos Persistentes  
13ª reunión**  
Roma, 17 a 20 de octubre de 2017

**Informe del Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos  
Persistentes sobre la labor realizada en su 13ª reunión**

**Adición**

**Evaluación de la gestión de los riesgos sobre el dicofol**

En su 13ª reunión, con arreglo a su decisión POPRC-13/1, el Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes aprobó una evaluación de la gestión de los riesgos sobre el dicofol sobre la base del proyecto que figura en la nota de la Secretaría (UNEP/POPS/POPRC.13/2) y que fue revisado durante la reunión. El texto de la evaluación de la gestión de los riesgos, en su forma aprobada, se reproduce en el anexo de la presente adición. El documento no ha sido objeto de revisión editorial oficial.

**Anexo**

**DICOFOL**

**EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS  
RIESGOS**

18 de octubre de 2017

# Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>4</b>
<b>1 Introducción.....</b>	<b>5</b>
1.1 Identidad química del dicofol.....	6
1.2 Producción y usos.....	6
1.3 Conclusiones del Comité de Examen en relación con la información solicitada en el anexo E.....	7
1.4 Fuentes de datos.....	8
1.4.1 Sinopsis de los datos presentados por las Partes y los observadores .....	8
1.4.2 Otras fuentes de datos .....	8
1.5 Situación del producto químico en los convenios internacionales .....	8
1.6 Medidas de control adoptadas a nivel nacional o regional .....	9
<b>2 Resumen de la información relativa a la evaluación de la gestión de los riesgos .....</b>	<b>10</b>
2.1 Definición de las medidas de control que pueden adoptarse .....	10
2.2 Eficacia y eficiencia de las medidas de control que pueden adoptarse para lograr la reducción de los riesgos .....	10
2.2.1 Viabilidad técnica .....	10
2.2.2 Determinación de los usos críticos.....	16
2.2.3 Costos y beneficios de la aplicación de medidas de control .....	17
2.3 Información sobre las alternativas (productos y procesos).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1 Sinopsis de las alternativas .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.2 Alternativas químicas.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.3 Alternativas no químicas.....	23
2.3.4 Resumen de las alternativas .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Resumen de la información sobre los efectos en la sociedad de la aplicación de las posibles medidas de control .....	26
2.4.1 Salud pública, ambiental y laboral .....	26
2.4.2 Agricultura, acuicultura y silvicultura.....	26
2.4.3 Biota (diversidad biológica).....	27
2.4.4 Aspectos económicos.....	27
2.4.5 Avances hacia el desarrollo sostenible.....	27
2.4.6 Costos sociales (empleo, etc.).....	28
2.5 Otras consideraciones.....	28
2.5.1 Acceso a la información y educación del público.....	28
2.5.2 Estado de la capacidad de control y vigilancia .....	29
<b>3 Resumen de la información .....</b>	<b>30</b>
<b>4 Conclusión.....</b>	<b>32</b>

## Resumen

1. En su 12ª reunión, el Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes examinó y aprobó un proyecto revisado de perfil de riesgo sobre el dicofol. El Comité llegó a la conclusión de que es probable que el dicofol, en caso de transporte a larga distancia en el medio ambiente, tenga importantes efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente que justifiquen la adopción de medidas a nivel mundial. Por tanto, se necesita una evaluación de la gestión de los riesgos que contenga un análisis de las medidas que podrían adoptarse para controlar el dicofol de conformidad con el anexo F del Convenio. Se invitó a las Partes y a los observadores a que presentasen a la Secretaría la información especificada en el anexo F antes del 9 de diciembre de 2016.

2. Han enviado respuestas a la solicitud de la información especificada en el anexo F del Convenio de Estocolmo Austria, el Canadá, Colombia, la India, el Japón, Mónaco y Serbia (Partes) y la Red de Acción de Plaguicidas y la Red Internacional de Eliminación de COP (observadores). La evaluación de la gestión de los riesgos se basa principalmente en esas respuestas y en otros trabajos publicados sobre el tema.

3. El dicofol es un plaguicida organoclorado que se usa en diversos cultivos. Empezó a comercializarse en 1955 y sus usos previstos abarcan frutas, verduras, plantas ornamentales, cultivos herbáceos, algodón, té y plantaciones de árboles de Navidad. Se estima que entre 2000 y 2007 se producían en todo el mundo de 2.700 a 5.500 toneladas de dicofol al año, pero desde entonces la producción ha sufrido un marcado descenso debido a que los países siguientes han dejado de producir y usar la sustancia: Arabia Saudita, Benin, Brasil, Canadá, Colombia, los Estados miembros de la Unión Europea, Estados Unidos de América, Guinea, Indonesia, el Japón, Mauritania, Omán, Sri Lanka y Suiza. Hoy solo se fabrica dicofol en un pequeño número de países, sobre todo en una sola planta de la India y, al parecer, en una planta de Israel. El producto también está autorizado para usos específicos en México. Hasta hace poco, China era uno de los principales productores mundiales de DDT y dicofol técnicos, y entre 1988 y 2002 fabricó unas 97.000 toneladas de DDT técnico, con las que se fabricaron unas 40.000 toneladas de dicofol. El último fabricante de dicofol técnico de China dejó de producir la sustancia en 2014. El dicofol se fabrica sobre todo en la India, en un sistema cerrado y por lotes; en el bienio 2015-2016 se produjeron 93 toneladas. Se ha ampliado hasta mayo de 2024 el plazo para poner fin a la producción y el uso de DDT como intermediario en un sistema cerrado y limitado a un emplazamiento en la producción de dicofol (UNEP/POPS/COP.7/4/Rev.1).

4. En la actualidad se aplica una amplia gama de medidas de control, como la prohibición y la restricción de la producción, el uso, la importación y la exportación de dicofol; su sustitución por alternativas químicas y no químicas; el establecimiento de límites a la exposición en el lugar de trabajo; la gestión ambientalmente racional de las existencias obsoletas; y la limpieza de sitios contaminados.

5. El éxito de la prohibición de la producción, la venta y el uso de dicofol por un gran número de países de distintas zonas geográficas, con diversas condiciones climáticas y en cultivos diferentes indica que existen alternativas viables de índole química y no química, aunque no hay información suficiente para demostrar que ello sea así en todos los casos. La restricción de la producción y el uso es menos eficaz para proteger el medio ambiente y la salud humana que la prohibición total, pero podría reducir la cantidad total de dicofol en uso y la posible exposición en determinadas situaciones. La producción y el uso de dicofol han disminuido, pero la sustancia se ha fabricado en cantidades considerables, destinadas a una gama variada de posibles aplicaciones y usuarios finales. Esta diversidad supone una dificultad para la detección, recogida y destrucción en condiciones de seguridad de las existencias obsoletas de dicofol. Puede que la identificación del dicofol haya mejorado en algunos lugares gracias a un etiquetado adecuado que permita reconocer los contenidos, pero algunos estudios indican que hace falta emprender una campaña de concienciación y actividades concertadas con las comunidades agrícolas y otros usuarios finales para ayudar a gestionar la recogida y destrucción de las existencias en condiciones de seguridad a fin de evitar liberaciones. Como ejemplo de las medidas que pueden adoptarse para proteger el medio ambiente, la Unión Europea ha definido unas concentraciones ambientales máximas para el agua. Por otro lado, la exposición en el lugar de trabajo podría reducirse mediante la imposición de restricciones al tipo de fabricación (por ejemplo, autorizando únicamente los sistemas cerrados) y a las actividades de los trabajadores (por ejemplo, exigiendo el uso de equipos de protección personal apropiados en todas las zonas geográficas del mundo). No obstante, según algunos estudios, los plaguicidas altamente peligrosos pueden entrañar riesgos importantes para la salud humana o el medio ambiente, sobre todo en los países en desarrollo, porque las medidas de reducción de los riesgos, como la prescripción del uso de equipos de protección

personal o del mantenimiento y calibrado de los equipos de aplicación de plaguicidas, no son fáciles de llevar a la práctica o no son eficaces (FAO)<sup>1</sup>.

6. Muchos países han dejado ya de usar dicofol a raíz de su prohibición, entre ellos un destacado consumidor de la sustancia, que ha sido capaz de abandonar su uso por completo al gestionarla con las medidas de transición apropiadas. En la información presentada por las Partes y los observadores en respuesta a la solicitud del anexo F no se aportó ningún ejemplo concreto de usos críticos; este tipo de usos no se ha determinado por ninguna otra vía.

7. Hay toda una gama de alternativas químicas y no químicas al dicofol disponibles y accesibles en diversas regiones geográficas. Esas alternativas, que se consideran viables desde el punto de vista técnico, comprenden más de 25 plaguicidas químicos, agentes de control biológico (patógenos y depredadores), preparados botánicos (extractos de plantas) y prácticas agroecológicas (como las usadas en agroecología, agricultura orgánica y manejo integrado de plagas (MIP)). La gama de alternativas refleja las diversas combinaciones de cultivos y plagas para las que se usa o se ha usado dicofol, en regiones con condiciones climáticas y cultivos muy diferentes. Todas las alternativas descritas se consideran viables desde el punto de vista técnico y están disponibles en varios países. Ahora bien, hoy por hoy, los datos disponibles (que proceden, sobre todo, de las respuestas a la solicitud del anexo F) no bastan para establecer a ciencia cierta la viabilidad económica de esas alternativas en todos los contextos en que sigue usándose dicofol. Al mismo tiempo, ningún dato indica que no pueda aplicarse alguna alternativa en todos esos casos. Esta exigencia pone de relieve la necesidad de seguir evaluando la sustancia en las condiciones locales y examinando los ecosistemas agrarios específicos y las prácticas agrícolas concretas que se aplican, dando prioridad a los enfoques de lucha contra las plagas basados en los ecosistemas.

8. Se ha demostrado que algunos procesos y productos no químicos, más concretamente ciertas prácticas agroecológicas e integradas de manejo de plagas, son alternativas eficaces al dicofol en varios países (Australia, China y la India) y en distintos cultivos, como el algodón, el té, los cítricos y las manzanas. No obstante, los datos hoy disponibles no bastan para corroborar esa eficacia en todos los casos en que se usa dicofol.

9. De conformidad con el párrafo 9 del artículo 8 del Convenio, el Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes recomienda a la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo que examine la posibilidad de incluir el dicofol y especificar las medidas de control conexas con arreglo al Convenio en el anexo A sin exenciones específicas.

## 1 Introducción

10. En mayo de 2013, la Unión Europea y sus Estados miembros que son Partes en el Convenio de Estocolmo propusieron a la novena reunión del Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes la inclusión del dicofol en los anexos A, B o C del Convenio (UNEP/POPS/POPRC.9/3). El Comité evaluó más detenidamente la propuesta en sus reuniones 10ª y 11ª, celebradas en Roma en octubre de 2014 y octubre de 2015, respectivamente.

11. Tras examinar la propuesta, el Comité decidió (POPRC-10/3) que el dicofol cumplía los criterios del anexo D del Convenio y estableció un grupo de trabajo entre reuniones para analizar la propuesta más a fondo y preparar un proyecto de perfil de riesgo.

12. En su 12ª reunión, celebrada en septiembre de 2016, el Comité, tras examinar el perfil de riesgo del dicofol y de conformidad con el párrafo 7 a) del artículo 8 del Convenio, decidió (decisión POPRC-12/1) que es probable que el dicofol, en caso de transporte a larga distancia en el medio ambiente, tenga importantes efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente que justifiquen la adopción de medidas a nivel mundial. El Comité también estableció un grupo de trabajo entre reuniones encargado de preparar una evaluación de la gestión de los riesgos en la que se analicen las medidas de control que podrían adoptarse en relación con el dicofol.

13. Se invitó a las Partes y a los observadores a que presentasen a la Secretaría la información especificada en el anexo F antes del 9 de diciembre de 2016. En el presente documento se examinan la información presentada y otros datos pertinentes.

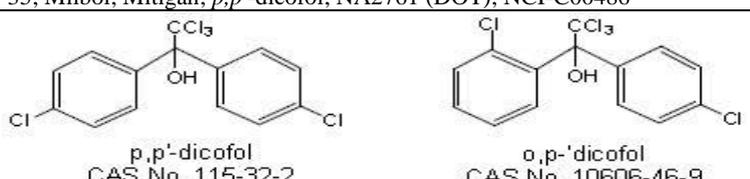
<sup>1</sup> <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/code/hhp/en/>.

## 1.1 Identidad química del dicofol

14. El dicofol es un plaguicida organoclorado que consta de dos isómeros (*p,p'*-dicofol y *o,p'*-dicofol). El producto técnico (con un 95% de pureza) es un aceite viscoso y marrón compuesto en un 80% a un 85% de *p,p'*-dicofol y en un 15% a un 20% de *o,p'*-dicofol, además de hasta 18 impurezas registradas. Generalmente, la forma más pura tiene más de un 95% de dicofol que a su vez contiene menos de un 0,1% de diclorodifeniltricloroetano (DDT) y compuestos afines (ΣDDT, es decir, DDT, DDE y DDD) (WHO, 1996). En el cuadro 1.1 se reseñan los datos fundamentales que se usan para establecer la identidad química del dicofol.

Cuadro 1.1

### Información relativa a la identidad química del dicofol

Nombre común	<u>Dicofol</u>	
Nomenclatura IUPAC	2,2,2-tricloro-1,1-bis(4-clorofenil)etanol 4-cloro- $\alpha$ -(4-clorofenil)- $\alpha$ -(triclorometil)-bencenmetanol 4-cloro- $\alpha$ -(4-clorofenil)- $\alpha$ -(triclorometil)benceno-metanol 1,1-bis(4'-clorofenil)-2,2,2-tricloroetanol	
Otros nombres	1,1-bis(4-clorofenil)-2,2,2-tricloroetanol y 1-(2-clorofenil)-1-(4-clorofenil)-2,2,2-tricloroetanol-2,2,2 (isómero <i>p,p'</i> - e isómero <i>o-p'</i> )	
Fórmula molecular	C <sub>14</sub> H <sub>9</sub> Cl <sub>5</sub> O	
Peso molecular	370,49	
Número de CAS	dicofol; <i>p,p'</i> -dicofol <i>o,p'</i> -dicofol	115-32-2 10606-46-9
Nombres comerciales	1,1-bis(clorofenil)-2,2,2-tricloroetanol; 4-cloro- $\alpha$ -(4-clorofenil)- $\alpha$ -(triclorometil); Acarin; AK-20 HC Free; bencenmetanol; Carbox; Cekudifol; CPCA; Decofol; Dicaron; Dichlorokelthane; Dicomite; Difol; DTMC; ENT 23648; FW293; Hilfol; Hilfol 18.5 EC; Kelthane; Kelthanethanol; Kelthane A; Kelthane (DOT); Kelthane Dust Base; Kelthane 35; Milbol; Mitigan; <i>p,p'</i> -dicofol; NA2761 (DOT); NCI-C00486	
Fórmulas estructurales de los isómeros	 <p style="text-align: center;"> <i>p,p'</i>-dicofol CAS No. 115-32-2         </p> <p style="text-align: center;"> <i>o,p'</i>-dicofol CAS No. 10606-46-9         </p>	

## 1.2 Producción y usos

### Producción

15. El dicofol puede fabricarse por hidroxilación de DDT (van de Plassche *et al.*, 2003) o directamente, sin aislamiento de DDT, mediante la reacción de cloral (tricloroacetaldehído) con monoclorobenceno en presencia de óleum (SO<sub>3</sub> y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), seguida de deshidrocloración, cloración e hidrólisis. Se calcula que entre 2000 y 2007 se fabricaron de 2.700 a 5.500 toneladas de dicofol al año en todo el mundo (OSPAR, 2002; Hoferkamp *et al.*, 2010), pero la producción ha disminuido notablemente desde 2007 porque varios países han decretado la eliminación de la fabricación y el uso del producto.

16. En la actualidad solo fabrican dicofol algunas empresas de unos pocos países. En la India, uno de los fabricantes es Hindustan Insecticides Limited (HIL), mientras que hay un segundo inscrito en la Junta Central de Insecticidas para la fabricación de dicofol<sup>2</sup>, pero que actualmente no está en producción (Indofil Industries Limited) (Comunicado de la India, 2017). Además, en Israel la empresa Adama<sup>3</sup> (la antigua Makhteshim Agan) ha registrado un producto que contiene dicofol (Acarin T 285). Según la información aportada en las respuestas relativas al anexo F, la producción actual procede principalmente de una fábrica de la India, aunque no se ha encontrado más información sobre la planta de Israel. En 2015-2016, la planta de la India produjo 93 toneladas de dicofol (India, 2016) en un sistema cerrado y mediante un proceso discontinuo. El plazo para poner fin a la producción y el uso de DDT como intermediario en un sistema cerrado y limitado a un emplazamiento en la producción de dicofol se ha ampliado hasta mayo de 2024 en virtud de la decisión SC-7/1(UNEP/POPS/COP.7/36).

<sup>2</sup> [www.cibrc.nic.in/biopesticides.doc](http://www.cibrc.nic.in/biopesticides.doc).

<sup>3</sup> <http://www.pcpb.or.ke/cropproductsviewform.php>.

17. En su día, China era uno de los principales productores de DDT y dicofol técnicos. Se calcula que de 1988 a 2002 se fabricaron 97.000 toneladas de DDT técnico, unas 54.000 de las cuales se destinaron a la fabricación de dicofol (se produjeron 40.000 t de dicofol) (Qiu *et al.*, 2005). En 2014 se notificó que el último productor de dicofol técnico de China dejaba de fabricar la sustancia.

18. Hasta 2010, Brasil producía unas 90 toneladas de dicofol al año, pero en 2014 dejó de fabricarlo por completo. Estaba previsto que las existencias remanentes en el país se hubiesen consumido o destruido totalmente antes de 2015 (Brasil, 2016). Hasta 2006, España era el principal fabricante y consumidor europeo de dicofol (90 t en 2006) merced a un único productor, la empresa Montecinca S.A. de Barcelona, contratada por Dow Agro Sciences (van de Plassche *et al.*, 2003). Además, una planta italiana también fabricaba productos a base de dicofol (OSPAR, 2008). Ningún Estado miembro de la Unión Europea produce ya dicofol. Se calcula que en los Estados Unidos de América se fabricaron 160 toneladas anuales de 1999 a 2004 (Hoferkamp *et al.*, 2010).

#### Usos

19. El dicofol es un plaguicida organoclorado que se usa en muchos países para luchar contra los ácaros en diversos cultivos. Empezó a comercializarse en 1955 (WHO, 1996) y se ha usado principalmente en Asia Oriental y Sudoriental, la costa del Mediterráneo y en América del Norte y Centroamérica (Li *et al.*, 2014a). Los usos previstos de la sustancia abarcan frutas, verduras, plantas ornamentales como las orquídeas, cultivos agrícolas, algodón, té, plantaciones de árboles de Navidad y estructuras y edificios al aire libre no destinados a la agricultura (US EPA, 1998, Li *et al.*, 2014a). En México hay 17 inscripciones para el dicofol (usos potenciales). Está autorizada la aplicación del producto en berenjenas, chiles, fresas, limas, manzanas, naranjas, peras, sandías, mandarinas, pomelos, uvas, cítricos, plantas ornamentales y viveros (Mexico, 2015). En el Brasil se usaba dicofol como acaricida en cultivos de algodón, cítricos y manzanas, pero en 2015 se prohibió todo uso de la sustancia como plaguicida (Brazil, 2016).

20. Según las estimaciones de Li *et al.* (2014a), basadas en una combinación de investigaciones bibliográficas, estudios de campo y comunicaciones personales, en los 13 años que van de 2000 a 2012 se usaron 28.200 toneladas de dicofol en todo el mundo, la mayoría en Asia (21.719 toneladas; el 77% del uso mundial), seguida de América del Norte (1.817 t), Europa (1.745 t), América Latina (1.538 t), África (1.434 t) y Oceanía (13 t). El mayor usuario de dicofol en ese período fue China (69% del total mundial).

21. Sin embargo, se calcula que, entre 2000 y 2012, el uso de dicofol se redujo un 75% en China (de 2.013 t a 530), un 69% en la India (de 145 t a 43 t) y un 90% en los Estados Unidos de América (de 323 t a 33 t), la mayoría de cuyo consumo del producto tenía lugar en California, la Florida y Georgia en dicho período. Se estima que el consumo mundial cayó un 80% aproximadamente de 2000 (3.350 t) a 2012 (730 t). En Europa, según las estimaciones, el uso de dicofol disminuyó de 317 t a 32 t entre 2000 y 2009 (Li *et al.*, 2014a). De acuerdo con las estimaciones de emisiones publicadas por Van der Gon *et al.* (2007), los principales consumidores europeos de dicofol en 2000 eran España, Italia, Turquía, Rumania y Francia. La sustancia se ha usado en Ucrania, aunque la situación actual no está clara (UNECE, 2010).

22. Es de prever que haya proseguido la reducción del uso de dicofol que se registró a nivel mundial en el período 2000-2012; por tanto, se calcula que en la actualidad se consumen mucho menos de 1.000 toneladas anuales en todo el mundo.

### 1.3 Conclusiones del Comité de Examen en relación con la información solicitada en el anexo E

23. En su décima reunión, celebrada en octubre de 2014, el Comité llegó a la conclusión de que el dicofol cumplía los criterios de selección especificados en el anexo D (POPRC-10/3). El Comité decidió también establecer un grupo de trabajo especial para seguir examinando la propuesta y preparar un proyecto de perfil de riesgo de conformidad con el anexo E del Convenio.

24. En su 11ª reunión, celebrada en octubre de 2015, el Comité examinó el proyecto de perfil de riesgo del dicofol (UNEP/POPS/POPRC.11/3), las observaciones y respuestas conexas (UNEP/POPS/POPRC.11/INF/8) y la información adicional sobre la sustancia (UNEP/POPS/POPRC.11/INF/15) y convino en aplazar su decisión sobre el proyecto de perfil de riesgo hasta la 12ª reunión del Comité (decisión POPRC-11/2).

25. En su 12ª reunión, celebrada en septiembre de 2016, el Comité aprobó el perfil de riesgo del dicofol (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.1) y, de conformidad con el párrafo 7 a) del artículo 8 del Convenio, decidió (decisión POPRC-12/1) que es probable que el dicofol, en caso de transporte a larga distancia en el medio ambiente, tenga importantes efectos adversos en la salud humana y el medio

ambiente que justifiquen la adopción de medidas a nivel mundial; estableció un grupo de trabajo especial encargado de preparar una evaluación de la gestión de los riesgos, en la que se analizaran las medidas que podrían introducirse para controlar el dicofol con arreglo al anexo F del Convenio; e invitó a las Partes y a los observadores a que presentasen a la Secretaría la información especificada en el anexo F antes del 9 de diciembre de 2016.

## 1.4 Fuentes de datos

### 1.4.1 *Sinopsis de los datos presentados por las Partes y los observadores*

26. Esta evaluación de la gestión de los riesgos se basa principalmente en la información presentada por las Partes en el Convenio y los observadores. Los siguientes países y observadores han presentado respuestas relativas a la información que se especifica en el anexo F del Convenio de Estocolmo (gestión de los riesgos):

- a) Partes: Alemania, Austria, el Canadá, Colombia, la India, el Japón, Mónaco, Serbia;
- b) Observadores: Red de Acción de Plaguicidas y Red Internacional de Eliminación de COP.

### 1.4.2 *Otras fuentes de datos*

27. En el apartado “Referencias” se enumeran otras fuentes de datos, incluidas las que ya se citaron en el perfil de riesgo del dicofol (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.1).

## 1.5 Situación del producto químico en los convenios internacionales

28. El dicofol está sujeto a los siguientes acuerdos, reglamentos y planes de acción:

a) En diciembre de 2009 se propuso la inclusión del dicofol en el anexo I (prohibición de producción y uso) del Protocolo de Aarhus sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes del Convenio sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia. El equipo de tareas sobre los contaminantes orgánicos persistentes (con la excepción de un experto) llegó a la conclusión de que el dicofol alcanzaba los valores numéricos indicativos de la decisión 1998/2 del Órgano Ejecutivo. No obstante, no se adoptó ninguna medida definitiva sobre la sustancia con arreglo al Protocolo de Aarhus al Convenio sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia, a la espera de un examen más detenido en el marco del Convenio de Estocolmo. En diciembre de 2013, el Órgano Ejecutivo del Convenio sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia decidió aplazar todo debate sobre el dicofol hasta después de la séptima Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo, que se celebraría en 2015<sup>4</sup> (USA, 2015);

b) La Comisión OSPAR creada en virtud de los Convenios de Oslo y París incluyó el dicofol en la lista de productos químicos que requieren medidas prioritarias (en 2004);

c) En 2012, el Comité de Examen de Productos Químicos del Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional examinó si el dicofol cumplía los requisitos del Convenio. El Comité tuvo ante sí dos notificaciones y la documentación justificativa sobre el dicofol presentadas por el Japón y la Unión Europea y decidió que, como solo una de esas notificaciones de medidas reglamentarias firmes de una región de consentimiento fundamentado previo había cumplido los criterios establecidos en el anexo II, en ese momento no podía recomendarse la inclusión del dicofol en el anexo III del Convenio;

d) Desde 2009, las exenciones específicas para el DDT incluido en el anexo B del Convenio de Estocolmo como intermediario en el proceso de producción de dicofol son obsoletas y ya no cabe hacer nuevas inscripciones con respecto a esas exenciones. Ahora bien, a raíz de una solicitud de la India (UNEP/POPS/COP.7/INF/3), se ha ampliado de junio de 2014 a mayo de 2024, previa notificación a la Secretaría, el plazo para la producción y uso de DDT como intermediario en un sistema cerrado y limitado a un emplazamiento que se transforme químicamente en la fabricación de otros productos químicos que, teniendo en cuenta los criterios enunciados en el párrafo 1 del anexo D, no presenten características de contaminantes orgánicos persistentes. En marzo de 2014, la India presentó a la Secretaría una notificación relativa a la producción y el uso de 150 toneladas de DDT. Hasta la fecha, se trata de la única notificación que se ha presentado a la Secretaría. La exención de

<sup>4</sup> [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2013/air/eb/ECE\\_EB.AIR\\_122\\_E.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2013/air/eb/ECE_EB.AIR_122_E.pdf).

que gozaba el Brasil para el uso de DDT como intermediario en un sistema cerrado y limitado a un emplazamiento venció en 2014, y ese mismo año China retiró su exención para ese uso<sup>5</sup>.

## 1.6 Medidas de control adoptadas a nivel nacional o regional

29. En varios países y organizaciones internacionales, el dicofol comercial debe cumplir requisitos relativos a los criterios siguientes:

- a) El contenido mínimo del isómero *p,p'*;
- b) El contenido máximo de DDT y sustancias relacionadas (DDTr).

30. Están en vigor las siguientes normas nacionales e internacionales:

a) La especificación 123/TC/S/F (1992) de la FAO y la OMS, según la cual el contenido de DDTr del dicofol (en peso) debe ser inferior al 0,1%;

b) El límite del 0,1% de DDTr está en vigor o lo ha estado en la Argentina (Van der Gon, 2006), Australia, el Brasil, el Canadá, los Estados Unidos (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 1998) y el Japón. No se dispone de información de otros países;

c) Como se indica en las secciones anteriores, muchos países han aprobado normas nacionales para prohibir o restringir la producción o el uso de dicofol. Por ejemplo, en el Reino Unido, la aprobación de la comercialización del dicofol se revocó el 31 de mayo de 2000, aunque la aprobación del almacenamiento y el uso del producto se mantuvo válida hasta el 31 de mayo de 2002 (OSPAR, 2002). La mayoría de las inscripciones en Europa se revocaron en los últimos años de la década de 1990 (OSPAR, 2008);

d) En la Unión Europea, la autorización del uso de dicofol para productos fitosanitarios venció en 2010, en virtud de la decisión 2008/764/CE de la Comisión<sup>6</sup>. Además, el Reglamento (UE) n° 528/2012 relativo a la comercialización y el uso de los biocidas prohíbe todos los usos no agrícolas<sup>7</sup>;

e) En la Directiva 2013/39/UE de la Unión Europea<sup>8</sup> se incluye el dicofol entre las sustancias peligrosas prioritarias en el ámbito de la política de aguas. Esa inclusión impone normas de calidad ambiental (NCA) al dicofol para las aguas de superficie interiores ( $1,3 \times 10^{-3}$  µg/l), otras aguas superficiales ( $3,2 \times 10^{-5}$  µg/l) y la biota (33 µg/kg de peso húmedo). Además, dado que el dicofol es una sustancia peligrosa prioritaria, existe la obligación, según la directiva marco del agua de la Unión Europea, de cesar todos los vertidos al medio ambiente, lo cual trasciende los umbrales fijados como objetivo en las NCA;

f) En el Reglamento (CE) n° 396/2005 de la Unión Europea (modificado por el Reglamento (CE) n° 899/2012 de la Comisión) se fijan unos límites máximos de residuos de dicofol en alimentos y piensos de origen vegetal y animal (véanse el cuadro 2.2 y la sección 2.2.1). Ese Reglamento dispone también que los Estados miembros realicen muestreos para vigilar el cumplimiento de esos límites máximos de residuos (véase 2.5.2).

31. Hay constancia de que el KELTHANE®, nombre comercial de un acaricida a base de dicofol que se producía en España (Dow Agro Sciences), se purificaba *in situ* para respetar el límite del 0,1% de DDTr (van de Plassche *et al.*, 2003). Apenas hay datos del cumplimiento de esas disposiciones rigurosas por los fabricantes de dicofol. Se desconoce el contenido de DDTr en el dicofol comercial fabricado por otros productores. Hay noticia de que una empresa de la India fabrica dicofol con un 3,5% de DDTr (van de Plassche *et al.*, 2003). En Turquía se han detectado niveles de entre un 0,3% y un 14,3% (Turgut *et al.*, 2009). Según un informe, en China aún se comercializaban productos a base de dicofol con niveles elevados de impurezas de DDT después de 2003. Tras medir 23 formulaciones de dicofol disponibles en el mercado, Qiu *et al.* (2005) constataron que el contenido de ΣDDT promediaba un 24,4%.

32. En diciembre de 2011, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos dispuso la cancelación de la inscripción técnica de dicofol a petición del autor de la inscripción (Makhteshim Agan of North America, Inc). La cancelación entró en vigor el 14 de diciembre de 2011, y el autor de la inscripción, en virtud de la disposición sobre existencias, podía reformular el dicofol remanente en

<sup>5</sup> <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/Closedsystemsitelimited/tabid/453/Default.aspx>.

<sup>6</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008D0764>.

<sup>7</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=OJ:L:2012:167:TOC>.

<sup>8</sup> <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:226:0001:0017:EN:PDF>.

productos de uso final y venderlo hasta el 31 de octubre de 2013. La venta y distribución por terceros se permitió hasta el 31 de diciembre de 2013 y el uso quedó prohibido a partir del 31 de octubre de 2016 (USA, 2016).

33. En diciembre de 2011, la Ley de Productos Plaguicidas del Canadá eliminó el dicofol de la lista de plaguicidas autorizados. Las ventas de dicofol se habían suspendido voluntariamente en diciembre de 2008, y con arreglo al proceso obligatorio establecido por el Organismo Regulador de la Gestión de Plagas, las existencias pudieron usarse hasta el 31 de diciembre de 2011. Desde esa fecha quedó prohibido vender o usar productos a base de dicofol en el país (Canada, 2016).

34. En Colombia está prohibido importar, producir, comercializar y usar dicofol.

35. El uso de dicofol se ha prohibido en los 28 Estados miembros de la Unión Europea, la Arabia Saudita, Benin, el Brasil, Colombia, Guinea, el Japón, Mauritania, Omán y Suiza (PAN e IPEN, 2016), así como Indonesia y Sri Lanka. Además, se ha suspendido voluntariamente en el Canadá y en los Estados Unidos.

36. La India (2016) indicó que “en el proceso de fabricación se observan todos los parámetros de control, como el control de las emisiones y vertidos y la prohibición de la reutilización y el reciclaje de los desechos. El sistema empleado en HIL no tiene fugas y se aplican medidas de vigilancia para evaluar las posibles liberaciones” del dicofol que fabrica HIL en un sistema cerrado y en lotes controlados. No se facilitaron los resultados de esa vigilancia.

## **2 Resumen de la información relativa a la evaluación de la gestión de los riesgos**

### **2.1 Definición de las medidas de control que pueden adoptarse**

37. Al definir las medidas de control que pueden adoptarse hace falta abordar la cuestión de la posible exposición de las personas al dicofol, bien directa (en entornos laborales durante la fabricación, el uso, la recolección de cultivos y el lavado de la ropa de trabajo) o indirecta, como consecuencia de los niveles residuales presentes en los alimentos y de la exposición a través del medio ambiente, donde el dicofol puede ser objeto de transporte a larga distancia, persistir y bioacumularse. También deben estudiarse los posibles efectos perniciosos de la sustancia para el medio ambiente. En el anexo F del Convenio también se establece que, al definir las medidas de control adecuadas, debe tenerse en cuenta la información pertinente sobre los aspectos socioeconómicos relacionados con las medidas de control en cuestión, para que la Conferencia de las Partes pueda elegir el camino más conveniente.

38. A tenor de la naturaleza de la producción y el uso de dicofol, podrían adoptarse las siguientes medidas de control: 1) prohibición de la producción, el uso, la importación y la exportación; 2) restricción del uso y cese de los procesos que puedan dar lugar a liberaciones involuntarias de la sustancia (como la imposición de condiciones de uso y restricciones concretas, capacitación y mejora del etiquetado); 3) limpieza de sitios contaminados; 4) gestión ambientalmente racional de las existencias obsoletas; 5) imposición de límites a la exposición en el lugar de trabajo; y 6) establecimiento de límites máximos de residuos en el agua, el suelo, los sedimentos o los alimentos.

### **2.2 Eficacia y eficiencia de las medidas de control que pueden adoptarse para lograr la reducción de los riesgos**

#### **2.2.1 Viabilidad técnica**

*Prohibición de la producción, el uso, la importación y la exportación*

39. En muchos países ya se ha decretado con éxito la prohibición de la producción, el uso, la importación y la exportación de dicofol (para más detalles, véase la sección 1). La información obtenida a través de la encuesta prescrita en el anexo F ha puesto de relieve una serie de productos químicos sustitutivos que ya se usan, como las diez alternativas aportadas por el Canadá (Canada, 2016) y las tres alternativas de la India (India, 2016). La Red de Acción de Plaguicidas y la Red Internacional de Eliminación de COP también han definido una serie de alternativas no químicas (PAN and IPEN, 2016).

40. Hasta la fecha, tres Partes han remitido a la Secretaría notificaciones de usos exentos de DDT para la fabricación de dicofol. El 1 de junio y el 13 de septiembre de 2014, respectivamente, China y el Brasil retiraron su solicitud de hacer uso de esas exenciones, lo cual marcó el fin de la producción de dicofol en ambos países. Años antes, en 1997, China ya había prohibido el uso de dicofol en las plantas de té (UNEP/POPs/ POPRC.12/11/Add.1). Sobre la base de las exenciones del Convenio de

Estocolmo para el uso del DDT, los datos de Van de Plassche *et al.* (2003) y la información extraída del sitio web de la empresa Adama (antigua Makhteshim Agan; <http://www.adama.com/mexico/es/>), se cree que la fabricación (la India e Israel), la venta y el uso de dicofol solo se dan ya en unos pocos países (principalmente la India, Israel y México).

41. El éxito de la prohibición de la producción, la venta y el uso de dicofol en una serie de países de distintas zonas geográficas y climáticas y en una gran variedad de productos agrícolas es señal de que existen alternativas viables de índole química y no química y de que ya se aplican. En la sección 2.3 se examinarán con más detalle las alternativas concretas al dicofol; a continuación, se ofrece un contexto útil del proceso de eliminación del producto y se señalan los obstáculos técnicos que pueden entorpecerlo.

42. Según Chen y Kwan (2013), China emprendió un proyecto de seis años dirigido a generar alternativas al dicofol y facilitar el cese de la producción y el uso de dicofol mediante el cierre de dos instalaciones que producían dicofol en un proceso de sistema abierto. Con el cierre de esas plantas se puso fin a la producción de 1.350 toneladas anuales de desechos que contenían DDT y se protegió a los trabajadores de la exposición al dicofol y el DDT durante el proceso de producción. En las primeras etapas del proceso se celebraron consultas con los operarios de las plantas para acordar medidas de compensación y reconversión profesional a fin de atenuar los efectos económicos. El proyecto también tenía por objeto formar y educar a los agricultores para que concibiesen prácticas alternativas que en gran medida se basasen en el manejo integrado de plagas mediante una combinación de prácticas no químicas y alternativas químicas al dicofol. En el informe final del estudio presentado por Chen y Kwan (2013) se afirmaba que la mayoría de esas técnicas se habían adoptado con éxito y que en el sector agrícola de China ya no hacía falta usar el dicofol como plaguicida químico.

43. Eyhorn (2007) informa sobre un estudio (estudio de sostenibilidad Maikaal bioRe) de los cultivos de algodón orgánico en la India. En ese estudio se observó que los márgenes económicos de los agricultores eran particularmente exigüos, motivo por el cual muchos agricultores que dependían de determinados plaguicidas eran reacios a cambiar de prácticas agrícolas por miedo a perder cosechas y sufrir los consiguientes perjuicios económicos. A otros, en cambio, esas dificultades económicas los hacían más dispuestos a experimentar métodos nuevos, ya que el sistema que venían aplicando –esto es, el uso de dicofol– les resultaba igual de difícil de mantener. Eyhorn trabajó con 60 agricultores que usaban métodos químicos convencionales y 60 agricultores que usaban métodos agroecológicos orgánicos, basados en técnicas no químicas complementadas con la aplicación de estiércol. Al cabo de dos años, el examen de los resultados del estudio demostró que, en líneas generales, el rendimiento de los cultivos y la producción de los dos grupos de agricultores eran similares. Las necesidades de mano de obra también eran muy parecidas, pero los agricultores orgánicos, al no usar productos químicos, ahorraban más dinero. Afirma Eyhorn que, debido unos costos de producción entre un 10% y un 20% más bajos y al 20% de recargo del precio de los productos orgánicos, los márgenes brutos de los cultivos de algodón orgánico eran, por término medio y según el año, entre un 30% y unos 40% mayores que los del sistema de producción convencional. Los cultivos orgánicos obtuvieron entre un 10% y un 20% más de ingresos que las explotaciones agrícolas convencionales. Sin embargo, en el primer año del estudio, mientras se implantaban las nuevas prácticas, el rendimiento de las cosechas cayó entre un 10% y un 50%. Sobre esa base, el estudio constató que la situación económica a largo plazo era buena por cuanto los costos eran los mismos o incluso inferiores y se obtenía entre un 30% y un 40% más de márgenes brutos que en el sistema de producción convencional, ya que los productos orgánicos se cotizan más en el mercado. No obstante, “en un primer momento, quienes adoptaron la agricultura orgánica fueron sobre todo los agricultores más ricos y los que ejercían de líderes en sus comunidades, mientras que los agricultores menos prósperos no se decidían a correr el riesgo de la conversión” debido a los costos del año de transición. En el estudio se señalaba que esas dificultades económicas del período de conversión representan un obstáculo considerable para la adopción de la agricultura orgánica, sobre todo para los pequeños agricultores pobres. No obstante, era probable que, a largo plazo, los minifundistas saliesen ganando con el sistema de agricultura orgánica, habida cuenta de la reducción de los costos de producción y la estabilidad de los ingresos, factores que ayudaban a reducir la vulnerabilidad a la sequía y a las fluctuaciones de los precios de mercado (Eyhorn, 2007).

44. Wang *et al.* (2015) aportan una perspectiva de la viabilidad técnica de la prohibición y la sustitución del dicofol por sustancias alternativas. Según Wang *et al.*, en China, pese a la imposición de restricciones y la disponibilidad de alternativas más seguras, muchos agricultores siguieron usando plaguicidas específicos (como el dicofol). Basándose en una encuesta realizada a 472 agricultores chinos sobre prácticas agrícolas y sus opiniones acerca del uso de productos químicos, Wang *et al.* (2015) subrayaron que, una vez más a causa de las limitaciones económicas y del temor a perder cosechas, muchos agricultores eran reacios a sustituir sus plaguicidas preferidos por unos productos

alternativos de eficacia desconocida. A la hora de asesorarse sobre las mejores alternativas, los agricultores también confiaban en gran medida en la orientación de los vendedores de plaguicidas. En el estudio de Chen y Kwan (2013) se destaca la necesidad de colaborar con los agricultores y se señala que la formación y la educación son de particular importancia para lograr la viabilidad técnica de la modificación de las prácticas agrícolas. Wang et al. (2015) también recalcan la necesidad de colaborar con los minoristas de plaguicidas para que se observen las restricciones en ese ámbito y se ofrezca la mejor orientación posible en cuanto a la elección de plaguicidas.

45. La prohibición sería el medio más eficaz de proteger la salud humana y el medio ambiente de los riesgos que entraña el dicofol. A tenor de los datos que se examinan y recogen en el presente informe, muchos países de distintas zonas geográficas y regiones climáticas que cultivan diversas especies ya han emprendido con éxito la adopción de productos alternativos de naturaleza química o no química. Los datos recabados según lo prescrito en el anexo F indican que en muchos lugares ya se dispone de diversas alternativas químicas, aunque la información sobre precios y eficacia no ha sido suficiente para permitir un examen crítico. El examen de la transición a las alternativas no químicas invita a pensar que podría tratarse de una opción muy eficaz, caso de decretarse la prohibición del dicofol. Con todo, los estudios examinados también han puesto de manifiesto que pueden presentarse efectos socioeconómicos a corto plazo y que se necesita una fase de transición para reducirlos al mínimo.

*Restricción de la producción, el uso, la importación y la exportación; suspensión de los procesos que puedan dar lugar a liberaciones involuntarias de la sustancia; establecimiento de límites a la exposición en el lugar de trabajo*

46. Apenas hay información sobre la restricción de los usos de dicofol para proteger la salud humana y el medio ambiente. Los datos de China indican que en 1997 se prohibió el uso de dicofol en las plantas de té, aunque su uso en otros cultivos siguió siendo lícito hasta 2014, año en que dejó de fabricarse el producto en el país (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.1). En una adición de los Estados Unidos a la decisión de este país relativa a las condiciones exigidas para la inscripción del dicofol, publicada en 2006 se proporciona información adicional sobre las medidas para proteger la seguridad de los trabajadores en algunas comunidades agrícolas de los Estados Unidos. En el marco de la elaboración del expediente para determinar si el dicofol reúne las condiciones exigidas para la inscripción, se definen unos “intervalos de entrada restringida”. Estos intervalos acotan el período posterior a la aplicación del plaguicida durante el cual los trabajadores no deben volver a la zona tratada. El intervalo fijado por defecto es de 12 horas, pero tras examinar más información sobre el asunto se hizo necesario revisar los puntos finales toxicológicos y modificar los intervalos de entrada restringida en el caso de algunos productos básicos. Por lo que respecta al algodón y la alfalfa, dos cultivos que se cosechan por medios mecánicos, se mantuvo el intervalo de 12 horas, pero para los cultivos que pueden cosecharse a mano, como uvas, cítricos, fresas, tomates, pacanas, menta y pepino, los intervalos se ampliaron hasta períodos que van de 20 días (para la grama común) a 87 días (cítricos). Los intervalos de entrada restringida también se refieren al etiquetado de los productos y a la fijación de límites de exposición por inhalación. Es posible otorgar a los agricultores acceso temprano a zonas tratadas siempre que no se superen los límites y que el trabajador no toque ni entre en contacto al moverse con residuos de plaguicidas (US EPA, 2006).

47. No hay constancia de que se haya estandarizado ningún límite de exposición en el lugar de trabajo para el uso de dicofol. No obstante, según Cropcare (2001) y Rohm y Haas (recogido en Cornell, 1993), en el sector industrial se han definido los siguientes límites: un promedio ponderado de 0,1 mg/m<sup>3</sup> para una jornada de ocho horas y 0,3 mg/m<sup>3</sup> para una exposición de corto plazo. Los límites de exposición en el lugar de trabajo que se han notificado se basan en las concentraciones atmosféricas, si bien las dos referencias citadas destacan que una de las principales vías de exposición es la absorción dérmica por contacto con concentraciones atmosféricas. Nigg et al. (1991) aportan más datos sobre exposición ocupacional a partir del análisis de orina de unos trabajadores que mezclaban dicofol y lo fumigaban en cultivos de cítricos. En un estudio de diez días de duración se analizaron las muestras para cuantificar el volumen de ácido diclorobencílico, metabolito del dicofol, como medio de evaluar la exposición a esa sustancia. En el periodo de uso analizado se registraron unas tasas de excreción de ácido diclorobencílico de entre 19 y 42 µg al día, y por correlación con estos valores se estimó una exposición dérmica al dicofol de entre 2,7 y 13 mg al día.

48. En US EPA (2006), el documento de la Agencia de Protección Ambiental sobre las condiciones exigidas para la inscripción del dicofol, se destaca el equipo de protección personal que debe usarse al trabajar con productos basados en la sustancia. En el caso de los productos a base de emulsiones líquidas y de los polvos humectables, cuando no se apliquen controles técnicos, los trabajadores deberían usar camisas de manga larga y pantalones, calzado resistente a los productos químicos y calcetines, así como una mascarilla. En el caso de determinadas actividades, se requiere

una plataforma resistente a los productos químicos. Además, si se prevé tener expuesta la cabeza, también será necesario un casco resistente a los productos químicos. No obstante, según algunos estudios, los plaguicidas altamente peligrosos pueden entrañar riesgos importantes para la salud humana o el medio ambiente en los países en desarrollo, debido a que las medidas de reducción de los riesgos, como la prescripción del uso de equipos de protección personal o del mantenimiento y calibrado de los equipos de aplicación de plaguicidas, no son fáciles de poner en práctica o no son eficaces (FAO). Varios estudios indican que el nivel de uso y conocimiento de los equipos de protección personal en algunos países en desarrollo no es suficiente para garantizar la seguridad de los agricultores que usan plaguicidas peligrosos (Banerjee *et al.*, 2014; Gesesew *et al.*, 2016; Neupane *et al.*, 2014).

49. Las posibilidades de exposición y los efectos en la salud humana durante la fabricación de dicofol dependen del proceso de producción. Según Chen y Kwan (2013), los procesos de sistema abierto entrañan más riesgos para los operarios, por lo que hace falta sustituirlos por procesos de sistema cerrado. Los niveles de exposición en el lugar de trabajo referidos por Rohm y Haas (recogido en Cornell, 1993) y Cropcare (2001) ponen de manifiesto los peligros de la acumulación y exposición en relación con la concentración atmosférica, en especial por contacto cutáneo con vapores. En el estudio de Chen y Kwan (2013) se señala que las dos plantas chinas que seguían produciendo dicofol en sistema abierto cerraron en 2009. En la petición formulada por la India de mantener la exención para el uso de DDT como intermediario en la producción de dicofol se indica que la sustancia se fabrica en un sistema cerrado en las instalaciones de la empresa HIL (UNEP/POPS/COP.7/INF/3) y se añade lo siguiente:

*“El dicofol se produce en un sistema cerrado y en lotes. Mediante la condensación de cloral y monoclorobenceno se obtiene DDT, que se transforma por deshidrocloración en DDE y después, por cloración, en tetracloro. Al hidrolizar el tetracloro con un medio ácido se produce dicofol. El dicloruro de etileno, desecho no transformado de la fabricación, se recupera extrayéndolo del producto final mediante destilación para poder usarlo de nuevo. Todo el proceso de fabricación se realiza en un sistema cerrado en el cual todos los materiales transformados se transfieren por líneas cerradas después de cada paso y el proceso de reacción tiene lugar en recipientes cerrados”.*

50. Sin embargo, Li *et al.* (2014b) indican que en un estudio sobre la producción de dicofol en un proceso de sistema cerrado se liberaron dibenzoparadióxinas policloradas/dibenzofuranos policlorados. En este estudio se detectó que se había fabricado una alta concentración de dibenzoparadióxinas policloradas/dibenzofuranos policlorados mediante un proceso de fabricación de dicofol en un sistema cerrado. Las dioxinas y los furanos no solo se encontraban en las aguas residuales y en el ácido viciado, sino también en los propios productos de dicofol.

51. La documentación disponible no deja claro si la empresa israelí Adama Insecticides Limited (antigua Makhteshim Agan) sigue fabricando dicofol ni si lo hace en un proceso abierto o cerrado.

52. A la luz de la información examinada, las restricciones a la producción y el uso de dicofol podrían adoptar dos formas. En primer lugar, para proteger a los operarios que participan en la fabricación, la exposición en el lugar de trabajo podría reducirse cerrando todas las plantas que siguen fabricando en sistemas abiertos para dejar únicamente las que usan sistemas cerrados; de ese modo se reduciría el riesgo de exposición durante la fabricación. En segundo lugar, si al utilizar dicofol con fines agrícolas se utiliza el equipo de protección personal apropiado y se respetan los preceptivos intervalos de entrada restringida, se contribuirá a proteger mejor a los agricultores, en especial durante la aplicación del plaguicida y la cosecha a mano de algunos cultivos. Más compleja es la cuestión de la exposición a través de los alimentos o del medio ambiente, en cuyo caso podría circunscribirse el uso de dicofol a determinadas combinaciones de cultivos y plagas, si bien faltan datos concluyentes para inferir el grado de eficacia de esa medida. La restricción de la producción y el uso sería menos eficaz que la prohibición total, pero serviría para reducir la cantidad total de dicofol en uso y el riesgo de exposición en determinadas situaciones.

*Gestión ambientalmente racional de las existencias obsoletas; limpieza de sitios contaminados*

53. La producción y el uso de dicofol han disminuido de forma considerable, pero es posible que en varios lugares del mundo haya remanentes de la sustancia. Además, en unos pocos países se sigue fabricando y comercializando dicofol.

54. La gestión de las existencias obsoletas de dicofol supone un problema debido a la complejidad de la cadena de suministro y los usuarios finales. Los productos a base de dicofol están concebidos para usarse en cultivos a gran escala y en especies ornamentales como las rosas y las orquídeas. El

tamaño del producto también presenta variaciones considerables, desde los envases de un litro (AK-20 HC Free, producido por Adama)<sup>9</sup> a los contenedores de 200 kilogramos (sitio web de Hindustan Insecticide Limited)<sup>10</sup>. Esta diversidad dificulta notablemente la detección, recogida y destrucción de las existencias del producto, que además son muy dispersas y están muy repartidas. El Proyecto Internacional de Eliminación de COP (Saoko, 2005) ofrece una visión general de la labor que se llevó a cabo en África para localizar y gestionar las existencias obsoletas de plaguicidas de forma segura. Los autores del estudio encontraron productos a base de dicofol en dos sitios de Nairobi que en total albergaban 255 litros de dicofol (usado como ingrediente activo). Además, en un local de Nakuru, en el Valle del Rift, se descubrieron 0,4 kilos de la sustancia (cantidad total de ingrediente activo). Estos hallazgos ponen de relieve, primero, la necesidad de emprender campañas de educación y actividades concertadas para ayudar a los agricultores y los consumidores a recuperar productos obsoletos a fin de garantizar que se gestionen en condiciones de seguridad, y, segundo, el riesgo de que se gestionen mal las existencias obsoletas y, como consecuencia de la pérdida de contención durante el almacenamiento o la manipulación, se produzcan liberaciones al medio ambiente, intencionadas o no.

55. Una manera de eliminar de forma segura los productos a base de dicofol, como ocurre con muchos otros compuestos de contaminantes orgánicos persistentes, es mediante la destrucción térmica. En el caso del dicofol, la destrucción térmica no plantea problemas técnicos, pero algunos países no disponen de instalaciones de destrucción adecuadas. Torres (2008) también detalla otro método de destrucción que hace uso de la oxidación en agua supercrítica y la oxidación en agua subcrítica. El uso de esos dos tipos de oxidación resulta útil cuando el nivel máximo de contenido orgánico es del 20%. El proceso consiste en usar productos oxidantes como peróxido de hidrógeno, oxígeno, nitrito, nitrato y agua a temperaturas y presiones superiores al punto crítico de agua (374°C y 218 atmósferas) y en condiciones subcríticas (370°C y 262 atmósferas) para el tratamiento de los desechos. En esas condiciones, los materiales orgánicos se tornan muy hidrosolubles y pueden oxidarse para producir dióxido de carbono, agua y sales o ácidos inorgánicos.

56. Los sitios contaminados, especialmente en antiguas plantas de fabricación, siguen siendo motivo de inquietud. Chen y Kwan (2013) examinan el proceso de detección de dos sitios contaminados en los que se fabricaba dicofol mediante sistemas abiertos. La planta del Grupo de Plaguicidas y Productos Químicos de la Gran Muralla, ubicada en Zhanjiakou, ciudad de la provincia china de Hebei, se rehabilitó en 2012, mientras que el segundo sitio, una planta de Shandong propiedad de la empresa Da Cheng, sigue pendiente de rehabilitación. Liu *et al.* (2015) detallan un estudio del suelo que se realizó en una antigua planta de fabricación de dicofol situada en Shandong. En algunas muestras de suelo se detectaron concentraciones de dicofol de entre 0,5 y 1440 mg/kg y las concentraciones más elevadas se registraron en el medio de la planta, pese a que la superficie original era un suelo de cemento de medio metro de espesor. Se tomaron muestras desde el nivel más superficial hasta una profundidad de 5 metros, y las concentraciones más elevadas se registraron en la franja de 2,5 a 3 metros. En el estudio no se detalla el costo de la rehabilitación, pero en la evaluación de la gestión de los riesgos del pentaclorofenol (UNEP/POPS/POPRC.10/2) se estiman los costos de dos procesos similares de rehabilitación de suelos contaminados (mediante excavación y tratamiento térmico): cerca de 3,2 millones de dólares de los Estados Unidos en el caso de una antigua planta de producción de PCP situada en la localidad estadounidense de Haverton y 3,7 millones de dólares de los Estados Unidos (convertidos desde dólares neozelandeses) en el caso de una antigua fábrica de Nueva Zelanda.

57. Varios fabricantes han producido y formulado dicofol en un amplio abanico de zonas geográficas que abarcan la mayoría de los continentes. Chen y Kwan (2013) destacan la importancia de la fabricación del producto en relación con las emisiones al medio ambiente y la contaminación del suelo, los sedimentos y la biota. Asimismo, Qiu *et al.* (2005) comentan las concentraciones atmosféricas de DDT registradas en el lago Taihu, cerca de Shanghai, que guardaban relación, según se determinó, con la fabricación de dicofol en una planta situada en la orilla norte del lago. La vigilancia y rehabilitación de sitios contaminados es una tarea importante que probablemente conlleve unos costos elevados.

58. En resumen, si bien la producción y el uso de dicofol han disminuido, se han fabricado cantidades considerables del producto, destinadas a una gama variada de posibles aplicaciones, usuarios finales y etiquetado. Esta variedad supone una dificultad para la detección, reunión y destrucción en condiciones de seguridad de las existencias obsoletas de dicofol. Es probable que haga falta emprender una campaña de concienciación y una labor concertada con las comunidades agrícolas

<sup>9</sup> <http://www.adama.com/mexico/es/portafolio-de-soluciones/manejo-de-plagas/ak-20.html>.

<sup>10</sup> <http://hil.prosrx.in/dicofol.php>.

y otros usuarios finales para ayudar a gestionar eficazmente la recogida y destrucción en condiciones de seguridad de las existencias obsoletas y con ello evitar que se gestionen mal y se liberen al medio ambiente.

*Establecimiento de límites máximos de residuos en el agua, el suelo, los sedimentos o los alimentos.*

59. Hay pocos datos sobre la definición de unos máximos ambientales para el dicofol. La Directiva de la Unión Europea sobre normas de calidad ambiental (NCA (2013/39/UE) establece un promedio máximo anual para las concentraciones en aguas superficiales y unos niveles máximos de concentración en la biota acuática. Esos valores son 1,3 ng/l (especificados en la Directiva de NCA como  $1,3 \times 10^{-3}$  µg/l) para las aguas superficiales continentales y 0,032 ng/l (especificados como  $3,2 \times 10^{-5}$  µg/l) para todas las demás aguas superficiales. La concentración máxima admisible para la biota en el compartimento acuático es 0,033 mg/kg (expresada en la Directiva como 33 µg/kg) de peso húmedo. Como comparación, la investigación de Loos (2012) refiere unos límites de cuantificación para las aguas superficiales de tan solo 0,005 µg/l. El expediente, concebido como base empírica para el establecimiento de umbrales críticos con arreglo a la Directiva de NCA, también aporta datos sobre una amplia gama de concentraciones ambientales previstas en Europa. Los valores de esas concentraciones citadas en el expediente (CE EQS Dicofol Dossier, 2011) van de los 0,097 µg/l de la concentración medida por James *et al.* (2009) a los 115 µg/l de la concentración tomada como supuesto en un modelo de Daginnus *et al.* (2009).

60. Aunque la Directiva de NCA fija normas ambientales para la protección del medio ambiente, también es posible fijar límites máximos de residuos para los alimentos (basados en buenas prácticas agrícolas), que deberían establecerse en niveles que protejan la salud humana de la exposición alimentaria. Los límites máximos de residuos se formulan en función de un país y cultivo específicos, por lo que a nivel mundial variarán por varias razones. A fin de proporcionar un enfoque armonizado en relación con los límites máximos de residuos establecidos, la Comisión del Codex Alimentarius ha terminado de establecer a nivel mundial, con el apoyo de la OMS, la FAO y los gobiernos nacionales, los valores de los límites máximos de residuos internacionales notificados en las normas alimentarias internacionales del Codex. En el cuadro 2.1 figuran los límites máximos de residuos acordados (denominados límites máximos del *Codex* para residuos (CXL)) que aparecen registrados para el dicofol en el Codex. Cuando el establecimiento de límites máximos de residuos varíe, y en algunos casos aún no haya concluido, el CODEX constituirá una valiosa herramienta para la protección de la salud humana. Esto es especialmente importante en el caso de los países en desarrollo que no cuenten con un límite máximo de residuos establecido a nivel nacional. Entre otros ejemplos de límites máximos de residuos que hayan sido establecidos figuran el reglamento de la Unión Europea sobre residuos de plaguicidas en los alimentos y piensos (UE 899/2012) (Austria, 2016), en el que se establecen unas concentraciones máximas admisibles para el dicofol en una variedad de artículos de alimentación y piensos. En Australia, el Instrumento núm. 4 del Código de Productos Químicos de Uso Agrícola y Veterinario (Norma sobre límites máximos de residuos), establecido en 2012, impone unos límites máximos de residuos para toda la producción doméstica a todos los plaguicidas registrados. En el cuadro 2.2 se detallan los límites máximos de residuos de las normativas australiana y de la Unión Europea para poder comparar algunos de los límites operativos en vigor. Además, la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA), en la sección 575.100, determina los niveles de actuación en caso de determinados residuos de plaguicidas inevitables de productos alimentarios y de piensos. Según la FDA, el nivel de actuación en el caso del dicofol en el pienso es de 0,5 mg/kg (o 0,5 ppm, según la fórmula usada por la Administración) (US FDA, 2016).

61. Se dispone de pocos datos que ayuden a establecer los niveles máximos de residuos de dicofol en el agua, el suelo, los sedimentos o los alimentos. Para sacar conclusiones más completas se necesitarían más datos sobre la imposición de límites ambientales en el medio natural.

Cuadro 2.1

**Límites máximos de residuos fijados para el dicofol por el Codex (CXL)<sup>11</sup>**

	Límite máximo de residuos (mg/kg)
Espicias, frutas y bayas	0,1
Espicias, raíces y rizomas	0,1
Espicias y semillas	0,05
	<b>Límite máximo de residuos (mg/kg)</b>
Té verde y negro (negro, fermentado y secado)	40

<sup>11</sup> [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/pestres/pesticide-detail/es/?p\\_id=26](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/pestres/pesticide-detail/es/?p_id=26).

Cuadro 2.2

**Concentración residual máxima de dicofol en los alimentos (todos los valores se expresan en mg/kg)**

	Unión Europea (Reglamento (UE) n° 899/2012)* Umbral basado en los límites al dicofol	Instrumento núm. 4 del Código de Productos Químicos de Uso Agrícola y Veterinario de Australia (Norma sobre límites máximos de residuos) 2012** Límites al dicofol en todos los usos domésticos
Cereales	0,01	-
Cítricos	0,02	0,5
Frutos	-	5 (salvo las fresas)
Pomos	0,02	0,2
Drupas	0,02	1
Bayas	0,02	1 (fresas)
Tomates	0,02	1
Legumbres	0,02	0,5
Hongos	0,02	-
Pepinos, pepinillos	-	2
Brassicas	0,02	5
Verduras de hoja	0,02	5
Productos cárnicos	0,02	-
Frutos secos	0,05	5 (almendras)
Semillas y semillas oleaginosas	0,05	0,1 (semillas de algodón)
Té	0,05	5
Lúpulo	-	5

\* <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:226:0001:0017:EN:PDF>.

\*\* <https://www.legislation.gov.au/Details/F2014C00970>

62. Otros datos procedentes de Australia, los Estados Unidos y la Unión Europea también ofrecen directrices para imponer límites a las concentraciones residuales en alimentos y piensos. Estos límites pueden dar alguna orientación acerca de la labor realizada por algunos países para determinar y establecer niveles seguros. El perfil de riesgo del dicofol aportó más datos sobre los valores de ingesta diaria admisible definidos en Australia (Gobierno de Australia, 2016), la UE (JMPR, 2011) y los Estados Unidos de América (US EPA, 1998), a saber, 0,001, 0,002 y 0,0004 mg/kg de peso corporal, respectivamente. Asimismo, la ingesta diaria admisible de dicofol establecida por Australia es de 0,001 mg/kg de peso corporal (Australian Government, 2016).

### 2.2.2 Determinación de los usos críticos

63. El dicofol se ha usado de acaricida en una amplia variedad de cultivos y también en especies ornamentales como las rosas y las orquídeas. Sin embargo, muchos países de distintas zonas geográficas y climáticas que cultivan diversas especies ya han prohibido la sustancia y están adoptando opciones alternativas (de índole química y no química). Ni la encuesta prescrita en el anexo F ni una investigación más amplia de lo publicado sobre el asunto han arrojado datos suficientes para determinar si existen usos de dicofol que puedan catalogarse de críticos. El examen de la documentación especializada tampoco deparó ningún dato al respecto y ni las Partes ni los observadores han señalado ningún uso crítico.

64. Los posibles usos críticos para los cuales un país determinado podría no disponer de alternativa surgirán allí donde se den determinadas combinaciones de cultivos y plagas para las cuales aún no se disponga de una alternativa química o no química. También puede darse el caso de que los obstáculos técnicos hagan más difícil la transición a otras opciones, tal como ocurría en la India, según Eyhorn *et al.* (2007), con la mengua de los rendimientos agrícolas en la fase inicial de la introducción de métodos alternativos de lucha contra las plagas de los algodonales. No obstante, algunos estudios, como los de Eyhorn (2007) y Chen y Kwan (2006), demostraron que cuando se implantaba un proceso de transición para superar los obstáculos técnicos y prácticos, era posible desterrar esos usos del dicofol.

65. Las pruebas examinadas apuntan a que las alternativas químicas y no químicas al dicofol son viables desde el punto de vista técnico. Por tanto, la definición de usos críticos de dicofol basados en

combinaciones de cultivos y plagas puede tener que ver con cuestiones de transición relativas a la sustitución por métodos alternativos, como la transferencia de tecnología y la gestión financiera. Esta labor podría gestionarse con la prestación de ayuda técnica y financiera bajo los auspicios del Convenio y una exención de duración limitada para la transición.

### 2.2.3 Costos y beneficios de la aplicación de medidas de control

#### *Prohibición del uso*

66. La prohibición de la producción, el uso, la importación y la exportación de dicofol sería la medida más eficaz para la protección del medio ambiente y la salud humana en el marco del Convenio de Estocolmo. De ese modo se evitarían todas las liberaciones de dicofol que se producen en la actualidad y las que pudieran producirse en el futuro, y con el tiempo disminuirían las concentraciones del producto en el medio ambiente. El perfil de riesgo del dicofol (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.1) da información detallada sobre los efectos toxicológicos y ambientales que pueden atribuirse a la exposición a dosis de dicofol que causan efectos. Si se prohíbe el dicofol, se eliminarán esos riesgos y los costos económicos que entraña el tratamiento de los efectos de las liberaciones y la exposición en la salud y el medio ambiente.

67. La prohibición del dicofol y el consiguiente uso de alternativas químicas y no químicas podría acarrear los costos siguientes: 1) costos de aplicación para los gobiernos y las autoridades; 2) consecuencias financieras para las dos empresas que siguen fabricando dicofol; 3) posibles consecuencias en materia de costos para los agricultores que usan dicofol (derivadas del uso de alternativas y de los cambios cuantitativos y cualitativos que puede experimentar la productividad); 4) consecuencias económicas para la sociedad del uso de dicofol en el cultivo de productos agrícolas, costos de la gestión de plaguicidas obsoletos y la rehabilitación de sitios contaminados, y costos de la eliminación de desechos; y 5) consecuencias económicas de los efectos del uso de dicofol en el medio ambiente y la salud. No se han encontrado ni recibido datos para calcular la magnitud de esos posibles costos.

68. Hay poca información analítica sobre los efectos de los costos que permita comparar los precios de los plaguicidas con la transición desde el dicofol a otras alternativas químicas. Van der Gon (2006), de la Organización para la Investigación Científica Aplicada (TNO), proporciona un estudio de esa índole para el ámbito europeo basado en datos de 2002. El estudio también se incluye en el análisis de las opciones de gestión realizado por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) (UNECE, 2010). El informe de la CEPE declara lo siguiente:

*“La TNO ha establecido que los precios de las sustancias alternativas exceden de una a cinco veces el precio del dicofol. Según las estimaciones de la organización, la sustitución del dicofol costará entre 90 y 665 euros por kilogramo sustituido, dependiendo del compuesto que se use como alternativa. En la práctica, en la mayoría de los casos se elegirá la opción más económica y tan solo en situaciones muy atípicas habrán de usarse alternativas más costosas, lo que significa que el costo general de la sustitución estará próximo a las estimaciones más bajas. En esta proyección se estima que los costos serán de 100 euros por tonelada sustituida”.*

Hay que señalar que en la Unión Europea ya no se usa dicofol.

69. Otros estudios de casos presentados por Chen y Kwan (2013) y Eyhorn (2007) arrojan más luz sobre los costos y beneficios económicos de la prohibición en el caso asiático. Chen y Kwan dejan claro que las plantas de fabricación de dicofol daban empleo a una mano de obra considerable. Los arreglos de transición descritos en el estudio comportaban paquetes de compensación y programas de reconversión profesional para reducir al mínimo los efectos económicos sobre los trabajadores. Además, se hizo un esfuerzo considerable para colaborar con los agricultores mediante programas de capacitación y transición a otras prácticas vinculadas al manejo integrado de plagas (MIP). El proyecto, cofinanciado por el FMAM, tiene un costo de 17,6 millones de dólares de los Estados Unidos y una duración de seis años. No obstante, hay que tener presente que China era uno de los principales productores mundiales de DDT técnico y dicofol, luego es de prever que el costo del proyecto del FMAM vaya en consonancia con la magnitud de la industria. Según una estimación reciente, en el bienio 2015-2016, la planta de producción de la India apenas produjo 93 toneladas anuales (India, 2016). Eyhorn (2007) destaca las dificultades económicas que padecen las comunidades agrícolas de la India, y su renuencia a adoptar alternativas de eficacia desconocida.

70. La prohibición de la producción, el uso, la importación y la exportación de dicofol es ya una realidad en muchos países de distintas zonas geográficas y climáticas que cultivan especies muy diversas, lo que demuestra que la medida es viable desde el punto de vista técnico. No se ha señalado ningún efecto económico importante a largo plazo (al menos en los países que han decretado la prohibición). Ahora bien, los costos y efectos de la transición pueden tener incidencias a corto plazo

(como la reducción de los rendimientos agrícolas, los costos por concepto de capacitación para que los agricultores adopten métodos nuevos y las repercusiones económicas para los trabajadores de las empresas productoras de plaguicidas) y esta posibilidad debería contemplarse en la evaluación del Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes y el programa de asistencia técnica del Convenio.

#### *Restricción del uso*

71. La restricción de la producción, el uso, la importación y la exportación de dicofol sería menos eficaz que la prohibición total, pero serviría para reducir las posibles liberaciones de dicofol y exposición al producto en ciertas situaciones. Al definir el tipo de restricción que debería imponerse es preciso establecer los criterios fundamentales para la fabricación y el uso de dicofol, y también determinar los usos críticos que serían objeto de la restricción. Las pruebas examinadas y recogidas en este expediente han puesto de manifiesto que, en particular, el sistema de producción de dicofol en sistema abierto entraña un riesgo elevado, tanto por la exposición directa de los trabajadores como por la generación de desechos contaminados con DDT y dicofol. En la información suministrada por la India (India, 2016) se indica que en la planta de fabricación de Hindustan Insecticides Limited solo se trabaja en sistema cerrado. En cuanto a Israel, no está claro si la planta de la empresa Adama (antigua Makhteshim Agan) opera en cerrado o en abierto.

72. Las directrices preparadas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (2006), además de destacar la necesidad de utilizar un equipo de protección personal específico al fabricar o usar dicofol, definieron mayores intervalos de entrada restringida para la protección de los trabajadores agrícolas que accedan a zonas tratadas en el caso de algunos productos básicos. Esos intervalos, que van de 20 a 87 días, varían en función de los distintos cultivos y las actividades agrícolas. Los intervalos de entrada restringida están destinados a proteger a los trabajadores, en particular los que trabajan con cultivos que se cosechan a mano. Nada indica que todos los usuarios de las comunidades agrícolas y zonas urbanas del mundo estén utilizando los equipos prescritos ni observando los intervalos establecidos. Podrían usarse restricciones para proteger a esos trabajadores, por ejemplo circunscribiendo el uso de dicofol a los cultivos que se cosechen con medios mecánicos, como el algodón y la alfalfa. Hay que señalar que los intervalos de entrada restringida, si bien reducen el riesgo de exposición directa de los trabajadores, pueden resultar poco eficaces para reducir la exposición ambiental en los lugares de uso y fabricación, y tal vez no restrinjan el transporte de dicofol a larga distancia.

73. Por último, si se aplica una restricción temporal que solo permita usar dicofol en las combinaciones de cultivos y plagas consideradas críticas, podría reducirse el uso de dicofol. Sin embargo, falta información para determinar usos críticos, y ni las Partes ni los observadores aportaron ejemplos de ese tipo de usos en sus respuestas a la encuesta del anexo F.

74. Es probable que la restricción al uso de dicofol en determinados cultivos conlleve unas actividades y unos costos parecidos a los de la prohibición, detallados en la sección precedente.

75. En resumen, la restricción de la producción, el uso, la importación y la exportación de dicofol protegería el medio ambiente y la salud humana con menos eficacia que la prohibición total. Podría limitarse el uso de dicofol a los principales usos críticos –de ese modo se reducirían las posibilidades de exposición y los efectos económicos cuando no se disponga de alternativas viables desde el punto de vista técnico para determinadas combinaciones de cultivos y plagas–; pero no se ha determinado ningún uso crítico. Por otro lado, desde el punto de vista técnico, sería posible reducir la exposición en el lugar de trabajo mediante la imposición de restricciones al tipo de fabricación (por ejemplo, autorizando únicamente los sistemas cerrados) y a las actividades de los trabajadores (por ejemplo, recomendando el uso de equipos de protección personal apropiados en todas las zonas geográficas del mundo). Pero varios estudios indican que el uso de equipos de protección personal no es fácil de implantar en los países en desarrollo y muchos gobiernos han sido incapaces de imponerlo, que los equipos pueden resultar ineficaces y que muchos usuarios de plaguicidas en climas cálidos no los usan (NPASP, 2012; Banerjee *et al.*, 2014; Neupane *et al.*, 2014). En todo caso, es importante subrayar que no se ha encontrado información sobre la magnitud de los costos económicos resultantes de una restricción del dicofol.

## **2.3 Información sobre las alternativas (productos y procesos)**

### **2.3.1 Sinopsis de las alternativas**

76. A partir de las respuestas a la solicitud de información formulada en el anexo F, de la documentación justificativa del Canadá, la Red de Acción de Plaguicidas y la Red Internacional de Eliminación de COP, y de otros textos publicados sobre el asunto, se han determinado una serie de

alternativas al dicofol. Este producto se ha usado en una amplia gama de cultivos y plantas ornamentales y en un conjunto igualmente diverso de regiones geográficas (véase la sección 1), y para su sustitución existen distintas alternativas, como productos químicos, controles biológicos, preparados botánicos, prácticas agroecológicas como las usadas en agroecología, agricultura orgánica y MIP.

77. En respuesta a la solicitud del anexo F, el Canadá y la India han informado sobre productos químicos que pueden sustituir al dicofol. En el Canadá hay diez acaricidas registrados, y en la información se hace referencia a los usos aprobados. La India ha notificado cuatro plaguicidas químicos alternativos.

78. La Red de Acción de Plaguicidas y la Red Internacional de Eliminación de COP han aportado información sobre alternativas no químicas al dicofol, a saber, sistemas de control biológico, preparados botánicos y prácticas agrícolas. También se ofrece información específica sobre prácticas de agroecología y MIP que pueden adoptarse en sustitución del dicofol en los cultivos siguientes: algodón, té, cítricos y plantas ornamentales.

79. Asimismo, la bibliografía especializada ofrece más información sobre todas esas variantes de índole química y no química que podrían sustituir al dicofol en diversos cultivos y regiones geográficas, lo que demuestra que existen alternativas y que ya se usan. En la presente sección de la evaluación de la gestión de los riesgos se reseñan las principales alternativas químicas y no químicas, incluidas sus propiedades, su aplicación técnica y sus posibilidades de sustituir al dicofol.

### 2.3.2 Alternativas químicas

80. Hay más de 25 productos químicos que pueden sustituir al dicofol en determinadas combinaciones de cultivos y plagas. Algunos de ellos se han examinado en la evaluación de las alternativas al endosulfán (UNEP/POPS/POPRC.8/INF/13). En la presente sección se desglosan las principales alternativas, seleccionadas a la luz de la información suministrada por las Partes y los observadores en respuesta a la solicitud del anexo F y de la frecuencia con que aparecen en la bibliografía especializada. Las reseñas incluyen un análisis de la viabilidad técnica (con hincapié en las posibles ventajas y desventajas), los costos, la eficacia, los riesgos, la disponibilidad y la accesibilidad de los productos en cuestión.

81. Toda transición a sustancias sustitutivas debe tener presentes sus perfiles de riesgos para la salud y el medio ambiente. Por tanto, hay que evitar la mera sustitución de un contaminante orgánico persistente por otra sustancia peligrosa: es necesario buscar alternativas más seguras. Para garantizar que una posible alternativa contribuye a la protección de la salud humana y el medio ambiente es preciso evaluarla a fin de determinar si es más segura que los contaminantes orgánicos persistentes, presenta las características de los contaminantes orgánicos persistentes u otras características peligrosas indeseables.

#### *Abamectina*

82. La abamectina (núm. de CAS 71751-41-2) es una mezcla de avermectina B1a (80% como mínimo) y avermectina B1b (20% como máximo). Las avermectinas son compuestos derivados de la bacteria del suelo *Streptomyces avermitilis*. La abamectina se obtiene por fermentación natural de esa bacteria y se usa como acaricida, nematicida e insecticida en una amplia variedad de cultivos. Más concretamente, se usa para combatir plagas de insectos, garrapatas y ácaros en diversos cultivos agronómicos, hortícolas, frutales y ornamentales.

83. La India (2016) informó de que la abamectina (abamectina técnica) es una posible alternativa al dicofol dentro de su territorio.

84. Según Manners (2013), la abamectina está registrada (o autorizada para usos menores) en Australia para la protección de las plantas ornamentales contra el ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae*). En algunos huertos del país se han detectado niveles elevados de resistencia al plaguicida.

85. Rodrigues y Pena (2012) aplicaron y evaluaron abamectina en la Florida para la protección de los cocos contra el ácaro rojo de la palmera (*Raoiella indica*). Los tratamientos con abamectina pulverizada en ensayos sobre el terreno resultaron eficaces para reducir la población de ácaros, en comparación con los ensayos sin aplicación de la sustancia, especialmente 8 y 14 días después del tratamiento. No se observaron diferencias estadísticas entre los tres tratamientos aplicados (exotazol, abamectina y azufre), incluidas las mediciones efectuadas 42 y 55 días después del tratamiento con abamectina, lo que indica que los productos químicos ya no tienen efecto en los ácaros a los 42 días o más del tratamiento.

86. Según Lasota y Dybas (1990), la abamectina es muy inestable a la luz y se ha demostrado que, una vez aplicada con fines agrícolas, se fotodegrada con rapidez en la superficie de las plantas y el suelo. Los microorganismos del suelo son otra causa comprobada de degradación rápida. La abamectina deja muy pocos residuos en los cultivos –por lo general menos de 0,025 ppm–, por lo que la exposición de las personas durante la cosecha o el consumo de productos tratados es mínima. Además, la sustancia no persiste ni se acumula en el medio ambiente. La inestabilidad de la abamectina, su baja solubilidad en agua y la fuerza con que se enlaza al suelo restringen su biodisponibilidad en los organismos no destinatarios y, además, impiden su lixiviación en las aguas subterráneas o su incorporación al medio ambiente acuático. La abamectina puede tener efectos adversos en los polinizadores y los organismos de control biológico (Khan *et al.*, 2015; Broughton *et al.*, 2013; Jin *et al.*, 2014). Se ha descubierto que la abamectina reduce la longevidad de las abejas procreadoras (Aljedani and Almeahadi, 2016). En el cuadro 2.3 se resume la clasificación de los peligros de la abamectina según el Sistema Globalmente Armonizado (SGA).

#### *Propargita*

87. Según la India (2016), la propargita (núm. de CAS 2312-35-8) es una posible alternativa al dicofol en el país, donde se vende con el nombre comercial Propargite 57% EC. La sustancia está registrada (o autorizada para usos menores) en Australia para la protección de las plantas ornamentales contra el ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae*). De vez en cuando se detectan bajos niveles de resistencia a la propargita en cultivos australianos de algodón y rosas (Manners, 2013).

88. La propargita puede usarse contra los ácaros fitófagos en cultivos tales como vides, árboles frutales, tomates, verduras, plantas ornamentales, maíz y algodón.

89. Se ha demostrado que la sustancia, en general, tiene una toxicidad aguda baja por las vías de exposición oral y cutánea. Sin embargo, se considera muy irritante para la piel y los ojos, y se han observado efectos de sensibilización cutánea. La propargita puede ser perjudicial para la reproducción de las aves y los mamíferos. En general, entraña menos riesgos para los organismos acuáticos y las plantas que para las aves y los mamíferos (US EPA, 2001). En un estudio de laboratorio, Rhodes *et al.* (2013) relacionaron la exposición a la propargita con un mayor riesgo de sufrir la enfermedad de Parkinson. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (2001) cataloga la propargita como probable carcinógeno para los seres humanos sobre la base de la aparición de tumores intestinales en animales sometidos a ensayo. En 1999, la Agencia revocó los permisos para el uso de propargita en albaricoques, manzanas, peras, ciruelas, higos, arándanos rojos, fresas, judías verdes y paltos, por considerar que presentaban un inadmisibles riesgo alimentario de carcinogénesis. En el cuadro 2.3 también se resume la clasificación de peligros de la propargita según el SGA.

#### *Bifenazato*

90. El bifenazato (núm. de CAS 149877-41-8) es un acaricida eficaz contra una gran variedad de ácaros fitófagos y se usa en diversos cultivos y plantas ornamentales de Australia, el Canadá y los Estados Unidos de América.

91. El producto está registrado en el Canadá para uso acaricida. El bifenazato es el ingrediente activo de los productos de uso final Acramite 50 WS y Floramite SC. Acramite WS 50 se usa contra el ácaro rojo europeo y el ácaro de dos manchas en las uvas y las manzanas y contra el ácaro de McDaniel (solo en las manzanas); Floramite SC se usa contra el ácaro de dos manchas y el ácaro blanco en plantas ornamentales de invernaderos, umbráculos y jardines interiores.

92. En respuesta a la solicitud de información del anexo F, el Canadá indicó que el bifenazato está disponible y es accesible en su territorio, que se ha evaluado su seguridad para la salud humana y el medio ambiente y que en la actualidad está registrado y se usa en el país. Por tanto, se considera que su adopción en el Canadá es viable desde el punto de vista técnico.

93. Sobre la base de una evaluación de la información científica disponible y en las condiciones de uso aprobadas, el Canadá (2016) declara que el bifenazato es valioso para la sociedad y no entraña un riesgo inadmisibles para la salud humana ni para el medio ambiente.

94. Según Dutcher *et al.*, (2009) el bifenazato es un producto químico eficaz contra el *Eotetranychus hicoriae*, ácaro que ataca los cultivos de pacanas en los Estados Unidos de América. La sustancia se ensayó sobre el terreno como posible sustituto del dicofol. Según Dutcher *et al.*, el costo de la adopción del bifenazato puede estar justificado cuando se base en las cifras de la merma del rendimiento que, según la bibliografía especializada, puede acarrear la ausencia de tratamientos acaricidas en las pacanas. En el cuadro 2.3 se resume la clasificación de peligros del bifenazato según el SGA.

*Óxido de fenbutaestán*

95. El óxido de fenbutaestán (núm. de CAS 13356-08-6) es un compuesto organoestánnico registrado en el Canadá para luchar contra los ácaros. Se trata de un acaricida que se usa en hortalizas (tomates, pepinos) y especies ornamentales de invernadero y en material ornamental de vivero para exteriores. Los productos de uso final, preparados en forma de polvo humectable, pueden aplicarse en los invernaderos con los típicos fumigadores hidráulicos manuales, y, en el exterior, con equipos de poco volumen dotados de barra pulverizadora y rociadores de mochila.

96. En respuesta a la solicitud de información del anexo F, el Canadá indicó que el óxido de fenbutaestán se encuentra disponible y es accesible en su territorio, que se ha evaluado su seguridad para la salud humana y el medio ambiente, y que en la actualidad está registrado y se usa en el país. Por tanto, se considera que su adopción en el Canadá es viable desde el punto de vista técnico. Es poco probable que el óxido de fenbutaestán afecte a la salud humana siempre que se apliquen medidas de reducción de los riesgos, como el uso de equipos de protección por los manipuladores del producto, la colocación de etiquetas para avisar del riesgo de dispersión de la pulverización y de ingreso en escorrentías, y el establecimiento de zonas de amortiguación para hábitats acuáticos y terrestres. La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos (Canada, 2016).

97. Sobre la base de una evaluación del peligro de las alternativas al dicofol, entre ellas el óxido de fenbutaestán, Sánchez *et al.* (2010) señalaron que esta sustancia, en comparación con el dicofol, es “mejor para las personas pero, en la mayoría de los casos, peor para el medio ambiente, concretamente para la vida acuática”. El óxido de fenbutaestán es relativamente inmóvil y persistente en el medio ambiente, y no se le aprecia ninguna vía importante de disipación. Su toxicidad aguda para las aves es prácticamente nula, pero resulta extremadamente tóxico para los organismos acuáticos de agua dulce y de estuario. En ensayos con ratones, la sustancia causó una disminución considerable del recuento de espermatozoides y de la motilidad, viabilidad y función espermáticas en el epidídimo (Reddy *et al.*, 2006).

98. Según Manners (2013), el óxido de fenbutaestán está registrado (o autorizado para usos menores) en Australia para la protección de las plantas ornamentales contra el ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae*). De forma esporádica, la sustancia muestra una resistencia elevada. Esta resistencia se genera con facilidad, pero es inestable y remite con el tiempo. En el cuadro 2.3 se resume la clasificación de peligros del óxido de fenbutaestán según el SGA.

*Piridabeno*

99. El piridabeno (núm. de CAS 96489-71-3) es una sustancia insecticida y acaricida. Se usa contra ácaros y moscas blancas en plantas ornamentales, flores y plantas de follaje (no destinadas a la alimentación) cultivadas en invernaderos, y contra ácaros en las peras, manzanas y almendras.

100. El producto está registrado en el Canadá para uso acaricida en cultivos de invernadero destinados y no destinados a la alimentación, cultivos terrestres alimentarios y forrajeros, y plantas ornamentales. Los productos de uso final a base de piridabeno se comercializan en forma de polvo humectable que se aplica con fumigadores de cultivos o con pulverizadores manuales.

101. En respuesta a la solicitud de información del anexo F, el Canadá indicó que el piridabeno está disponible y es accesible en su territorio, que se ha evaluado su seguridad para la salud humana y el medio ambiente, y que en la actualidad está registrado y se usa en el país. Por tanto, se considera que su adopción en el Canadá es viable desde el punto de vista técnico.

102. Rodrigues y Peña (2012) aplicaron y evaluaron el piridabeno en la Florida para la protección de cocos contra el ácaro rojo de la palmera (*Raoiella indica*). Los tratamientos con piridabeno pulverizado en ensayos sobre el terreno resultaron eficaces para reducir la población de ácaros, en comparación con los ensayos sin aplicación de la sustancia.

103. Sobre la base de una evaluación del peligro de las alternativas al dicofol, entre ellas el piridabeno, Sánchez *et al.* (2010) declararon que la toxicidad acuática, la bioconcentración y el destino en el medio ambiente del piridabeno son similares a los de los piretroides sintéticos usados en la agricultura. La diferencia más notable es que el piridabeno es más fotolábil que la mayoría de los piretroides, es decir, que es susceptible de degradación fotoquímica. Se ha constatado en el laboratorio que el piridabeno es sumamente tóxico para los peces y, sobre todo, los invertebrados (Rand y Clark, 2000). Sánchez *et al.* (2010) afirman que los inhibidores químicos del transporte electrónico mitocondrial son tan peligrosos como el dicofol para el medio ambiente y los seres humanos. En los ratones, el piridabeno puede causar daños en el ADN y anomalías en la cromatina espermática (Ebadi *et al.*, 2013). En el cuadro 2.3 se resume la clasificación de peligros del piridabeno según el SGA.

*Tebufenpirad*

104. El tebufenpirad está registrado (y autorizado para usos menores) en Australia para protección de las plantas ornamentales contra el ácaro de dos manchas (Manners, 2013). En Australia se han confirmado casos de resistencia elevada al producto (Manners, 2013). El tebufenpirad muestra actividad genotóxica en células humanas *in vitro* (Graillet *et al.*, 2012).

*Otras alternativas químicas*

105. Además de las alternativas químicas descritas, se ha establecido la existencia de otras alternativas al dicofol a partir de la bibliografía especializada y de las respuestas a la solicitud de información del anexo F (Canadá e India). Esas sustancias alternativas se usan en una gran variedad de cultivos y en diversas regiones geográficas. Algunas de ellas son plaguicidas altamente peligrosos según los criterios de la FAO/OMS<sup>12</sup>. En el cuadro 2.3 se ofrece una sinopsis de las alternativas químicas al dicofol notificadas en las respuestas a la solicitud del anexo F, incluidas las que se han descrito más arriba.

106. Las alternativas notificadas por el Canadá están disponibles y son accesibles en el país, y se ha evaluado su seguridad para la salud humana y el medio ambiente. Se considera que su adopción en el Canadá es viable desde el punto de vista técnico.

## Cuadro 2.3

**Sinopsis de las alternativas químicas notificadas en las respuestas a la solicitud de información del anexo F y resumen de la clasificación de peligros del SMA**

Alternativa química al dicofol	Notificada como alternativa por las Partes y los observadores (encuesta en respuesta al anexo F)	Clasificación de peligros del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) <sup>13</sup>
Abamectina	India (abamectina técnica)	H300 - Mortal en caso de ingestión; H330 - Mortal si se inhala; H361d - Susceptible de dañar al feto; H372 - Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas; H400 - Muy tóxico para los organismos acuáticos; H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos.
Acequinocil	Canadá	H317 - Puede provocar una reacción cutánea alérgica; H370 (pulmón) (inhalación) - Provoca daños en los órganos; H373 (sistema circulatorio) - Puede provocar daños en los órganos; H400 - Muy tóxico para los organismos acuáticos; H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos.
Bifenazato	Canadá	H317 - Puede provocar una reacción cutánea alérgica; H373 - Puede provocar daños en los órganos; H400 - Muy tóxico para los organismos acuáticos; H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos.
Ciflumetofeno	Canadá	H300 - Mortal en caso de ingestión; H331 - Tóxico si se inhala; H400 - Muy tóxico para los organismos acuáticos; H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos.
Etoxazol	Canadá	H400 - Muy tóxico para los organismos acuáticos; H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos.
Fenazaquina	India (Magister® 10% EC)	H301 - Tóxico en caso de ingestión; H332 - Nocivo si se inhala; H400 - Muy tóxico para los organismos acuáticos; H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos.
Óxido de fenbutaestán	Canadá	H315 - Provoca irritación cutánea; H319 - Provoca irritación ocular grave; H330 - Mortal si se inhala; H400 - Muy tóxico para los organismos acuáticos; H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos.

<sup>12</sup> <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/code/hhp/en/>.

<sup>13</sup> Clasificación de peligros del SMA basadas en el anexo VI del Reglamento de la Unión Europea sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas peligrosas.

Alternativa química al dicofol	Notificada como alternativa por las Partes y los observadores (encuesta en respuesta al anexo F)	Clasificación de peligros del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) <sup>13</sup>
Fenpiroximato	Canadá	H301 - Tóxico en caso de ingestión; H317 - Puede provocar una reacción cutánea alérgica; H330 - Mortal si se inhala; H400 - Muy tóxico para los organismos acuáticos; H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos.
Clorhidrato de formetanato	Canadá	H300 - Mortal en caso de ingestión; H317 - Puede provocar una reacción cutánea alérgica; H330 - Mortal si se inhala; H400 - Muy tóxico para los organismos acuáticos; H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos.
Propargita	India (Propargite 57% EC)	H315 - Provoca irritación cutánea; H318 - Provoca lesiones oculares graves; H331 - Tóxico si se inhala; H351 - Se sospecha que provoca cáncer; H400 - Muy tóxico para los organismos acuáticos; H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos.
Piridabeno	Canadá	H301 - Tóxico en caso de ingestión; H331 - Tóxico si se inhala; H400 - Muy tóxico para los organismos acuáticos; H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos.
Espirodiclofen o	Canadá	H317 - Puede provocar una reacción cutánea alérgica; H351 - Se sospecha que provoca cáncer; H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos <sup>14</sup> .
Espiromesifen o	Canadá	H332 - Nocivo si se inhala; H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos.
Tebufenpirad	India	H301 - Tóxico en caso de ingestión; H317 - Puede provocar una reacción cutánea alérgica; H332 - Nocivo si se inhala; H373 (tracto gastrointestinal) (oral) - Puede causar daños a órganos; H400 - Muy tóxico para los organismos acuáticos; H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos.

### 2.3.3 Alternativas no químicas

107. En consonancia con la evaluación de las alternativas al endosulfán (decisión POPRC-8/6: Evaluación de alternativas al endosulfán), la Red de Acción de Plaguicidas y la Red Internacional de Eliminación de COP, en su respuesta a la solicitud de información del anexo F, señalaron que, en la lucha contra las plagas, debería darse prioridad a los métodos basados en los ecosistemas. En virtud de la decisión SC-6/8 (UNEP/POPS/COP.6/33), la Conferencia de las Partes alentó a las Partes a dar prioridad a los enfoques de lucha contra las plagas basados en los ecosistemas a la hora de elegir alternativas. Además, la Conferencia Internacional sobre la Gestión de los Productos Químicos, en su cuarto período de sesiones, recomendó que en la eliminación de los plaguicidas altamente peligrosos (COP) se prestase una atención especial a las prácticas agroecológicas<sup>15</sup>.

108. Es bien conocida la capacidad de los ácaros de generar resistencia a la aplicación repetida de un mismo plaguicida (Manners, 2013). En su informe, Manners llega a la conclusión de que, dada la probabilidad de que con el tiempo se genere resistencia a una sustancia, el plan de combatir al ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae*) con productos químicos es una mala estrategia a largo plazo. Su recomendación es considerar la aplicación de insecticidas un elemento menor, aunque fundamental, de un plan general de gestión de la lucha contra los ácaros.

109. En las secciones siguientes se describen las alternativas no químicas al dicofol clasificadas en dos grupos: por un lado, los sistemas de control biológico y los preparados botánicos, y por otro, las prácticas agroecológicas.

<sup>14</sup> <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/177863#section=Hazards-Identification>.

<sup>15</sup> ONU Medio Ambiente (2015) IV/3 Plaguicidas altamente peligrosos, Informe de la Conferencia Internacional sobre la Gestión de los Productos Químicos acerca de la labor realizada en su cuarto período de sesiones, SAICM/ICCM.4/15.

*Sistemas de control biológico y preparados botánicos*

110. Hay diversos sistemas de control biológico y preparados botánicos –esto es, métodos de reducción de plagas mediante enemigos naturales o extractos vegetales– que podrían sustituir al dicofol. Al adoptar los sistemas de control biológico o los preparados botánicos hay que tener en cuenta los resultados de las evaluaciones nacionales y regionales.

111. En respuesta a la solicitud de información del anexo F, la Red de Acción de Plaguicidas y la Red Internacional de Eliminación de COP suministraron una información sobre opciones de control biológico (patógenos y depredadores) y preparados botánicos que se refería especialmente a la India, habida cuenta de que en el país aún se usa dicofol y de sus particulares condiciones climáticas.

112. El hongo *Beauveria bassiana* es un entomopatógeno que crece de forma natural y causa la enfermedad de la muscardina blanca en las plagas foliares por contacto. Además de los ácaros, son vulnerables al hongo las siguientes plagas foliares: áfidos, gorgojo del algodón, orugas, carcocapsa, broca del café, doriforas, palomilla dorso de diamante, taladro del maíz, hormigas de fuego, moscas, saltamontes, escarabajo japonés, cicadélidos, insectos folívoros, cochinillas harinosas, conchuela del frijol, psílidos (*lygus* y chinches), tisanópteros, moscas blancas y curculionoideos (Caldwell *et al.*, 2013). *Beauveria bassiana* está disponible en varios países y en diversas formulaciones comerciales que pueden aplicarse con fumigadores normales. En general, esos productos no son tóxicos para los insectos beneficiosos, aunque puede afectar a algunos, como las mariquitas. Los productos a base de *Beauveria* no deben aplicarse al agua, pues pueden ser tóxicos para las peces. La hora y la frecuencia de aplicación dependen de la plaga diana y de la temperatura (UNEP/POPS/POPRC.8/INF/14/Rev.1).

113. *Metarhizium anisopliae* es un hongo muy común que crece de forma natural y causa la enfermedad de la muscardina verde en diversos insectos. Se comercializa en algunos países, como la India, el Canadá y los Estados Unidos de América. En los Estados Unidos se ha aprobado como ingrediente activo de plaguicidas microbianos en invernaderos y viveros de especies no destinadas a la alimentación y en determinados lugares al aire libre que no estén cerca de ninguna masa de agua. Además de los ácaros, son vulnerables las siguientes plagas: áfidos, tisanópteros, cicadélidos, moscas blancas, escarabeidos, curculionoideos, esciáridos, garrapatas, langostas, termitas, cucarachas, moscas y largas de mosquito (Caldwell *et al.*, 2013). *Metarhizium anisopliae* no es tóxico ni infeccioso para los mamíferos pero puede provocar reacciones alérgicas si se inhalan las esporas. El hongo no es perjudicial para las lombrices de tierra, las mariquitas, las crisopas, las avispa parasitoides, las larvas de abeja melífera ni para las abejas melíferas adultas (UNEP/POPS/POPRC.8/INF/14/Rev.1).

114. Kumar (2011) evaluó el uso del hongo entomopatógeno *Hirsutella thompsonii* en la India como micoacaricida para combatir el *Aceria guerreronis*, ácaro que ataca a los cocos. Se descubrió que el hongo era capaz de reducir la población de ácaros hasta en un 90%, gracias a lo cual disminuían considerablemente los daños sufridos por los cocos antes de la cosecha. En varios ensayos, el tratamiento fúngico dio mejores resultados que el dicofol, de ahí que, en los últimos años, según Kumar (2011), el gobierno central y las autoridades estatales de la India hayan mostrado interés por el uso de *H. thompsonii* como micoacaricida contra el ácaro del coco.

115. En su respuesta a la solicitud de información del anexo F, la Red de Acción de Plaguicidas y la Red Internacional de Eliminación de COP también mencionan la introducción de depredadores para luchar contra los ácaros. Los siguientes insectos depredadores podrían ser una alternativa al dicofol: crisopas, mariquitas, antocóridos, nábidos, *Aphidoletes aphidimyza*, ácaros depredadores, estafilínidos, sírfidos, míridos y tisanópteros depredadores.

116. Contra los ácaros también se usan preparados botánicos o extractos de plantas, muchas veces integrados en prácticas de agroecología, agricultura orgánica y MIP. En respuesta a la solicitud de información del anexo F, la Red de Acción de Plaguicidas y la Red Internacional de Eliminación de COP determinaron que los siguientes extractos botánicos pueden usarse como acaricidas: *Clerodendrum viscosum*, *Melia azadirach*, *Vitex negundo*, *Gliricidia maculata*, *Wedelia chinensis*, *Morinda tinctoria*, *Pongamia glabra*, ajo, semillas de *Swietenia mahagoni*, *Sophora flavescens*, rizomas de *Acorus calamus*, *Xanthium strumarium*, *Clerodendrum infortunatum*, *Aegle marmelos*, *Clerodendrum inerme*, *Phlogacanthus tubiflorus*, *Achanthus aspera*, *Artemisia nilagirica*, *Phyllanthus amarus* y *Lantana Camara*. Mamun y Ahmed (2011) han examinado la enorme cantidad de plantas indígenas que pueden usarse contra las plagas del té en Bangladesh. Según declaran, los productos botánicos son seguros para el medio ambiente, menos peligrosos, económicos y fáciles de obtener. Varios de los extractos de plantas indígenas examinados son eficaces para combatir los ácaros del té, como los extractos de algarrobo aceitero (*Pongamia pinnata*), cálamo aromático (*Acorus calamus*), cilantro (*Coriandrum sativum*) y artemisa (*Artemisia vulgaris*). El Gobierno de la India ha aprobado

un preparado botánico —el nim, o azadiractina— para combatir los ácaros del té (PAN and IPEN, 2016)<sup>16</sup>.

117. Todas esas alternativas biológicas ya se usan, luego son viables desde el punto de vista técnico, al menos en la zona geográfica y en las circunstancias en que se aplican. Además, son muy fáciles de obtener, en especial en los países en desarrollo. No se ha encontrado información sobre los costos de la sustitución del dicofol por alternativas biológicas. Como se indica en la sección sobre la viabilidad técnica, Eyhorn (2007) informó que la situación económica en los algodones tras la sustitución de los métodos químicos por métodos orgánicos agroecológicos era buena a largo plazo toda vez que los costos eran los mismos, o incluso inferiores. Sin embargo, era probable que se produjera una pérdida de ingresos por la reducción de la rentabilidad del año de transición.

*Prácticas agrícolas, agroecología, agricultura orgánica y manejo integrado de plagas (MIP)*

118. En el presente documento, se entiende por prácticas agrícolas toda práctica cultural que contribuya al manejo de las plagas. En este apartado se incluyen sobre todo prácticas propias de la agroecología, el MIP y la agricultura orgánica, como la selección de variedades, el uso de plantas con certificado de inexistencia de plagas, la elección del momento de siembra adecuado, la rotación de cultivos o el uso de plaguicidas botánicos o controles biológicos.

119. En la agroecología, la agricultura orgánica y el MIP se prioriza la obtención de cosechas sanas con la mínima alteración posible de los ecosistemas agrícolas y se promueven los mecanismos naturales de lucha contra las plagas.

120. Manners (2013) menciona una serie de prácticas relativamente simples que reducen la probabilidad de que el ácaro de dos manchas infeste o vuelva a infestar los cultivos, por ejemplo: “1. En la medida de lo posible, reducir las malas hierbas que puedan contener ácaros de dos manchas, en particular las solanáceas, el trébol y las malváceas. 2. Evitar la introducción de plántones u otros materiales vegetales infestados en los cultivos. 3. Eliminar o poner en cuarentena las plantas viejas infestadas que puedan ser una fuente de ácaros para las recién plantadas. 4. Instalar puertas y mosquiteros a prueba de ácaros en los invernaderos para reducir la probabilidad de que entren plagas. 5. Restringir la circulación del personal por las zonas en que haya constancia de poblaciones de ácaros. 6. El riego desde arriba puede ayudar a reducir las poblaciones de ácaros de dos manchas, si bien hay que tener presente que las plantas húmedas son más difíciles de vigilar cuando se usan métodos como el vareo. 7. Vigilar las plantas con regularidad para detectar pronto las plagas. 8. Examinar los registros de vigilancia para establecer las pautas de las plagas agrícolas”.

121. Chen y Kwan (2013) han documentado las técnicas de MIP que se usan en China contra los ácaros de las hojas. En general, la demostración del MIP en los tres lugares donde se realizó el ensayo abarcaba una superficie total de 31.000 hectáreas (o 465.447 mu, según aparece en Chen y Kwan, 2013). Esa superficie englobaba 11 ciudades y 200 aldeas, y en el ensayo participaron más de 1.800 familias. En la demostración se determinó que ocho de las técnicas ensayadas eran viables desde el punto de vista económico y podían sustituir al dicofol para combatir los ácaros del algodón. Según la conclusión del proyecto, el éxito de la introducción, la demostración y la promoción de técnicas de MIP para sustituir al dicofol, además de brindar una alternativa viable al uso de plaguicidas, se tradujo en lo siguiente: unos beneficios considerables para los agricultores en cuanto a reducción de la cantidad y frecuencia de uso de los plaguicidas, más cosechas y de mejor calidad, un mercado más amplio, más posibilidades de exportación y mayores beneficios. Además, la eliminación del uso de dicofol contribuía a la seguridad alimentaria, a la salud humana y a la mejora del medio ambiente local y mundial. En tres distritos chinos se introdujeron y demostraron, entre otras, las siguientes técnicas de MIP en cultivos de algodón, cítricos y manzanas: investigación y pronóstico de plagas de ácaros de las hojas para mantener un control oportuno y eficaz; aumento de la cubierta de plantas en los huertos para ofrecer un hábitat a los enemigos naturales del ácaro de las hojas; ajuste del cultivo para que no resulte propicio a los ácaros; y mejora de las variedades que podrían ser resistentes a los ácaros. En los tres años (2010-2012) que duró el ensayo con los tres tipos de cultivo, los granjeros obtuvieron un beneficio total de 1.512 millones de yuanes (unos 240 millones de dólares de los Estados Unidos en 2012) (Chen and Kwan, 2013).

122. La Red de Acción de Plaguicidas y la Red Internacional de Eliminación de COP (2016) han recogido una serie de recomendaciones para la lucha contra los ácaros del algodón, los cítricos, las flores cortadas y el té mediante técnicas agroecológicas no químicas y MIP. El uso de las buenas prácticas agrícolas es de gran ayuda para impedir que las plagas de ácaros lleguen a causar perjuicios

<sup>16</sup> <http://cibrc.nic.in/biopesticides2012.doc>.

económicos. He aquí algunas de ellas: usar variedades tolerantes a los ácaros; entresacar árboles en las zonas de sombra espesa de las plantaciones de té para evitar la acumulación excesiva de ácaros; usar cultivos de cobertura en los huertos de cítricos para proporcionar un hábitat a los enemigos naturales de los ácaros; evitar el estrés nutricional e hídrico; garantizar un buen drenaje; arrancar de raíz las plantas infestadas e quemarlas; eliminar las plantas hospederas alternativas (*Borreria hispida*, *Scoparia dulcis*, *Melochia corchorifolia* y *Fussiala suffruticosa*) dentro de las plantaciones de té y en sus alrededores; y no dejar que crezcan malas hierbas en el campo.

#### 2.3.4 *Resumen de las alternativas*

123. Se ha establecido la existencia de una serie de alternativas al dicofol. Las hay de varios tipos: alternativas químicas (más de 25), controles biológicos (patógenos, depredadores), preparados botánicos y prácticas agrícolas (como las que se usan en la agroecología, la agricultura orgánica y el manejo integrado de plagas). La diversidad de alternativas es un reflejo de las múltiples combinaciones de cultivos y plagas para las que se usa dicofol, en regiones de condiciones climáticas muy diferentes.

124. Se dispone de varias alternativas químicas de eficiencia y eficacia probadas. Algunas tienen un perfil de riesgo parecido al del dicofol u otras características peligrosas, entre las que se incluyen satisfacer los criterios establecidos por la FAO y la OMS para los plaguicidas muy peligrosos, mientras que otros plaguicidas alternativos se consideran menos tóxicos.

125. Todas las alternativas descritas se consideran viables desde el punto de vista técnico y pueden obtenerse en varios países. No se ha establecido ningún uso esencial de dicofol para el que no exista alternativa. De hecho, antes de su eliminación en los Estados Unidos de América, cerca de la mitad del dicofol consumido se usaba en cultivos de algodón, pero tan solo un 4% del total del algodón cultivado se trataba con dicofol, lo que indica que en muchos casos ya hay alternativas disponibles y asequibles (UNECE, 2010). Ahora bien, la información disponible no permite concluir si otro tanto ocurre en los demás ámbitos en que sigue usándose dicofol.

126. En países como la India, China y Australia se ha demostrado que algunos productos y procesos de índole no química –en concreto, sistemas de control biológico, preparados botánicos, prácticas agroecológicas, agricultura orgánica y MIP– son sustitutos muy eficientes del dicofol en cultivos como el algodón, el té, los cítricos y las manzanas.

## 2.4 **Resumen de la información sobre los efectos en la sociedad de la aplicación de las posibles medidas de control**

### 2.4.1 *Salud pública, ambiental y laboral*

127. El Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes llegó a la conclusión de que es probable que el dicofol, en caso de transporte a larga distancia en el medio ambiente, tenga importantes efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente. Varias Partes y observadores afirmaron que el uso actual de dicofol tiene efectos adversos en la salud y el medio ambiente y esperaban que el control de la sustancia tuviese consecuencias beneficiosas para la salud y el medio ambiente. Asimismo, según varias Partes y observadores, era importante señalar que el dicofol ya se había prohibido en muchos países y que se disponía de alternativas químicas y no químicas viables desde el punto de vista técnico. En 2012 la producción y el uso de dicofol ya se habían reducido a menos de 1.000 toneladas al año, frente a las 5.500 de 2000, lo que indicaba que podía ponerse fin a su uso, con plena justificación, para proteger la salud humana y el medio ambiente.

### 2.4.2 *Agricultura, acuicultura y silvicultura*

128. En sus respuestas a la solicitud del anexo F, varias Partes y diversos observadores en el Convenio de Estocolmo han aportado datos para poner de manifiesto que hay distintas alternativas químicas y no químicas que podrían ser sustitutos viables del dicofol. Dos observadores en el Convenio de Estocolmo (la Red de Acción de Plaguicidas y la Red Internacional de Eliminación de COP) también destacaron que muchos países ya han prohibido el dicofol y lo han sustituido por otros métodos sin perjuicios económicos sustanciales. Con la introducción de alternativas químicas o no químicas más seguras se reduciría el riesgo de efectos en la salud de los agricultores y los consumidores y los efectos negativos en el medio ambiente derivados del uso de dicofol. Además, los estudios documentados por Chen y Kwan (2013) y Eyhorn (2007) demuestran que la adopción de métodos basados en el MIP puede tener éxito y que, dadas las similitudes en cuanto a rendimientos agrarios y exigencias de mano de obra, es posible prescindir por completo de las alternativas químicas.

129. Según Eyhorn (2007), cabe prever que en el primer año de transición el rendimiento de los cultivos caiga entre un 10% y un 50% y que después de la transición los ingresos se recuperen y puedan incluso superar a los de la agricultura convencional. Pero los datos de ese tipo se refieren exclusivamente a la India, y no están claras las medidas adicionales que podrían adoptarse para atenuar los efectos de la transición.

#### 2.4.3 *Biota (diversidad biológica)*

130. Los observadores (la Red de Acción de Plaguicidas y la Red Internacional de Eliminación de COP) prevén que la prohibición del uso de dicofol tendrá efectos positivos en la diversidad biológica. En la información aportada por ambos observadores se destacan en particular los efectos del dicofol en los insectos y las consecuencias indirectas para el ecosistema ecológico, que a su vez tendrán efectos globales en la diversidad biológica. El uso de alternativas no químicas puede resultar eficaz contra los ácaros en diversos cultivos sin incidir negativamente en la diversidad biológica del medio ambiente natural o agrícola. El dicofol es tóxico para unas especies de ácaros depredadores que prestan un valioso servicio de manejo natural de las plagas (Wu *et al.*, 2011; Carbera *et al.*, 2004; Childers *et al.*, 2001; Hardman *et al.*, 2003). En unos estudios de laboratorio con abejas melíferas, la exposición a cantidades subletales de dicofol dio lugar a una reducción del aprendizaje dependiente de tarea (Stone *et al.*, 1997).

#### 2.4.4 *Aspectos económicos*

131. En las respuestas a la solicitud del anexo F se ha aportado muy poca información sobre los aspectos económicos. Asimismo, la búsqueda en otras fuentes apenas ha reportado datos con que complementar la elaboración del expediente de evaluación de la gestión de los riesgos del dicofol. En su respuesta a la solicitud del anexo, una Parte refirió que, según un análisis comparativo realizado en su país (India) con otras alternativas químicas, el dicofol era la sustancia más ventajosa para la lucha contra los ácaros en cuanto a precio y a eficacia. Sin embargo, en la respuesta no se aportan más detalles concretos de ese análisis. Como contrapunto a lo anterior, dos observadores (la Red de Acción de Plaguicidas y la Red Internacional de Eliminación de COP) señalaron que muchos países ya han prohibido el dicofol y lo han sustituido con éxito por otras alternativas químicas y no químicas sin ningún perjuicio económico evidente.

132. Al principio, según Chen y Kwan (2013) y Eyhorn (2007), la transición puede entrañar unos costos y unos efectos en los rendimientos agrícolas que a su vez tendrían consecuencias económicas para las comunidades agrícolas; pero a largo plazo, los costos serán los mismos que los de los métodos agrícolas convencionales, y los ingresos podrían incluso ser mayores en determinadas circunstancias. No se dan datos sobre el efecto financiero real de los costos de la transición a la agricultura orgánica.

133. Chen y Kwan (2013) pusieron de relieve la necesidad de ofrecer paquetes de compensación y programas de reconversión profesional a los trabajadores de las plantas de fabricación de dicofol para atenuar los efectos de la interrupción de la producción. Asimismo, se hizo un esfuerzo considerable en materia de capacitación y apoyo a las comunidades agrarias para ayudarlas a sustituir las prácticas agrícolas por métodos no químicos basados en gran medida en el manejo integrado de plagas.

#### 2.4.5 *Avances hacia el desarrollo sostenible*

134. La eliminación del dicofol es compatible con los planes de desarrollo sostenible que tratan de reducir las emisiones de productos químicos tóxicos. La eliminación del dicofol guarda relación con varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, en particular el Objetivo 2 (Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible), el Objetivo 3 (Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades) y el Objetivo 15 (Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad).

135. Un plan pertinente de escala mundial es el Enfoque Estratégico para la Gestión de los Productos Químicos a Nivel Internacional<sup>17</sup>, que representa el vínculo fundamental entre la seguridad de los productos químicos, el desarrollo sostenible y la reducción de la pobreza. El Plan de Acción Mundial del Enfoque Estratégico comprende medidas específicas para contribuir a la reducción de los riesgos, como, por ejemplo, dar prioridad a la sustitución de las sustancias persistentes, bioacumulativas y tóxicas por alternativas no peligrosas y eficaces. La Estrategia de Política Global del Enfoque Estratégico aspira a que los productos químicos que entrañen un riesgo excesivo y por lo

<sup>17</sup> <http://www.chem.unep.ch/saicm/>

demás imposible de controlar según una evaluación científica de los riesgos y teniendo en cuenta los costos y beneficios y la disponibilidad y eficacia de productos sustitutivos más seguros dejen de fabricarse o destinarse a esos usos antes de 2020. Por otra parte, la FAO ha convenido en facilitar la eliminación de los plaguicidas altamente peligrosos<sup>18</sup>, cuya definición engloba los plaguicidas que se consideran contaminantes orgánicos persistentes<sup>19</sup>. En la cuarta Conferencia Internacional sobre la Gestión de los Productos Químicos (ICCM 4), que presta asistencia en la aplicación del Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM), se puso de relieve la necesidad de sustituir los plaguicidas altamente peligrosos mediante enfoques agroecológicos. En la sexta reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo, teniendo en cuenta los informes del Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes, también se aludió a la necesidad de dar prioridad a los enfoques de lucha contra las plagas basados en los ecosistemas<sup>20</sup>.

136. En la evaluación de las alternativas no químicas de la sección 2.3.3 del presente documento se ha subrayado que hay varias opciones viables que podrían usarse en sustitución de los plaguicidas químicos. Esas prácticas agroecológicas, como, por ejemplo, el uso de controles biológicos y de plantas que son venenosas para los ácaros, representan una opción sostenible para gestionar las plagas con eficacia sin recurrir a sustancias químicas. No se ha encontrado información sobre el porcentaje de prácticas agrícolas que usan métodos químicos.

#### 2.4.6 Costos sociales (empleo, etc.)

137. Chen y Kwan (2013) pusieron de relieve las consecuencias sociales adversas para el personal de las plantas de fabricación de dicofol. Sin embargo, la caída de la producción mundial de la sustancia, que de 5.500 toneladas anuales en 2000 pasó a menos de 1.000 en 2012, significa que la prohibición del dicofol solo afectaría a un número relativamente reducido de personas. En el estudio de Chen y Kwan (2013) se señalaba que esos efectos pueden compensarse a nivel nacional con programas de ayuda a la búsqueda de otro empleo.

138. Eyhorn (2007) destacó que, en la India, la introducción de métodos de agricultura orgánica en el cultivo del algodón ayudó a los agricultores a empoderarse. El temor a perder cosechas por aplicar métodos de eficacia desconocida, unido a unos márgenes económicos exiguos, motivaba que las comunidades agrícolas fuesen reacias a introducir otros productos químicos o métodos y dependiesen en gran medida de la orientación de los vendedores de plaguicidas (Eyhorn, 2007; Wang *et al.*, 2015). Sin embargo, al cabo de un estudio de dos años con 60 agricultores que usaron técnicas químicas convencionales y 60 que usaron métodos de agricultura orgánica, los rendimientos agrícolas y las necesidades en cuanto a mano de obra resultaron ser similares, aunque los gastos se redujeron.

## 2.5 Otras consideraciones

### 2.5.1 Acceso a la información y educación del público

139. Varias Partes informaron de las medidas adoptadas para promover el acceso a la información y la capacitación. El Canadá dio detalles de una información que puede consultarse en el sitio web de la Agencia de Reglamentación de la Lucha Antiparasitaria del Ministerio de Salud del Canadá<sup>21</sup>. La Parte facilitó también los expedientes sobre varias alternativas químicas al dicofol elaborados en el marco de programas de regulación y registro de plaguicidas. La India proporcionó información sobre los programas activos de capacitación que se impartían a las comunidades agrícolas del país sobre el uso y el almacenamiento de plaguicidas en condiciones de seguridad. En el sitio web de la Comisión Europea puede consultarse información sobre el uso y manejo en condiciones de seguridad de los plaguicidas en general<sup>22</sup>, pero también sobre los contaminantes orgánicos persistentes<sup>23</sup>. La subdivisión de Alemania de la Red de Acción de Plaguicidas ofrece un servicio en línea para el

<sup>18</sup> Nueva Iniciativa para la Reducción del Riesgo de los Plaguicidas. COAG/2007/Inf.14. Comité de Agricultura de la FAO, 20º período de sesiones, Roma, 25 a 28 de abril de 2007. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/011/j9387e.pdf> <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/011/j9387e.pdf>.

<sup>19</sup> Recomendaciones. Primera Reunión Conjunta FAO/OMS sobre manejo de plaguicidas y tercer período de sesiones del Grupo de Expertos de la FAO sobre manejo de plaguicidas, 22 a 26 de octubre de 2007, Roma (Italia). [http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/Code/JMPM\\_2007\\_Report.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/JMPM_2007_Report.pdf)

<sup>20</sup> Decisión SC.6/8 (UNEP/POPS/COP.6/36).

<sup>21</sup> <http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/index-eng.php>.

<sup>22</sup> [https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/sustainable\\_use\\_pesticides\\_en](https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/sustainable_use_pesticides_en).

<sup>23</sup> [http://ec.europa.eu/environment/chemicals/international\\_conventions/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/international_conventions/index_en.htm).

manejo no químico de plagas en cultivos tropicales<sup>24</sup>. La FAO facilita un centro de conocimientos sobre agroecología<sup>25</sup>.

### 2.5.2 Estado de la capacidad de control y vigilancia

140. En sus respuestas a la solicitud del anexo F, varias Partes en el Convenio de Estocolmo afirmaron que ya habían emprendido programas de vigilancia y control o tenían previsto iniciarlos en un futuro próximo. Austria (2016) dio detalles de un estudio realizado por su Agencia de Medio Ambiente para controlar el dicofol presente en aguas residuales, sólidos suspendidos y biota. En total se analizaron 252 muestras y solo en una de ellas se detectaron concentraciones superiores al límite de cuantificación. Por otro lado, la Directiva de la Unión Europea sobre normas de calidad ambiental obliga a todos los Estados miembros a elaborar inventarios de liberaciones y pérdidas que se ponen a disposición del público en los planes de ordenación de las cuencas hidrográficas, en virtud de lo cual el dicofol será uno de los grupos de sustancias contaminantes designados para la estimación de las concentraciones ambientales en el medio acuático. Hay que tener presente que los inventarios de liberaciones y pérdidas se ocupan, sin más, de las cantidades de material liberadas al medio ambiente y no debe verse en ellos una obligación genérica de vigilancia ambiental. Con todo, son una herramienta valiosa para detectar y cuantificar las liberaciones al medio acuático. Serbia (2016) detalló los planes especificados en el Boletín Oficial núm. 24/14 de la República de Serbia, que sitúa al país en consonancia con la Directiva de la Unión Europea sobre normas de calidad ambiental (2008/105/CE), y la necesidad de limitar las liberaciones de determinadas sustancias, entre ellas el dicofol. Serbia tiene previsto iniciar un programa de vigilancia para detectar la presencia de dicofol en las aguas de superficie antes de 2018. La India, en la información facilitada en respuesta al anexo F, declaró que aún no estaban listos los programas de vigilancia relativos al dicofol, pero que la intención era emprenderlos en un futuro próximo.

141. Hay pocos datos sobre la vigilancia del dicofol en aguas de superficie, aguas subterráneas, sedimentos y biota. En Europa, James *et al.* (2009) declararon que tan solo unos pocos Estados miembros de la Unión Europea vigilan sistemáticamente el agua o los sedimentos para detectar la presencia de dicofol y que ninguno hace lo propio con la biota. La Directiva 2013/39/UE de la Unión Europea exige a los Estados miembros de la Unión Europea que, antes del fin de 2018, establezcan programas de seguimiento suplementarios para las sustancias prioritarias añadidas a la Directiva. En Alemania, según un estudio de seguimiento de los peces de seis ríos iniciado en 2013, se cumplen las normas de calidad ambiental en lo que respecta al dicofol (Fliedner *et al.*, 2016). Sin embargo, hay pocos datos publicados sobre los niveles de dicofol en la mayoría de los países, por lo que no está clara la situación en punto al cumplimiento de esas normas. Según un informe de Entec (2011), el Reino Unido, Italia y Dinamarca esperaban cumplirlas, mientras que en Francia se habían cuantificado niveles de dicofol de hasta 0,06 µg/l. Las concentraciones de dicofol en aves y organismos terrestres y acuáticos de distintos lugares que se habían notificado anteriormente (OSPAR, 2008) estaban por debajo de los límites máximos de residuos estipulados en la Directiva 2013/39/UE de la Unión Europea. En un estudio de muestras de aguas subterráneas recogidas de ocho pozos entubados de distintos campos de hortalizas de Delhi (India) se registraron concentraciones de dicofol de 0,191 a 0,293 µg/l (Thakur *et al.*, 2015), cifras dos órdenes de magnitud mayores que los límites de las normas de calidad ambiental de la Unión Europea.

142. En cuanto a los niveles de dicofol detectados en los alimentos, el artículo 32 del Reglamento (CE) nº 396/2005 obliga a los Estados miembros de la Unión Europea a controlar las concentraciones de residuos de plaguicidas para velar por la observancia de los límites máximos de residuos establecidos (véase el cuadro 2.2). Competen a las autoridades nacionales la recogida de muestras y la notificación a la Comisión de los niveles registrados. A partir de esos datos, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) publica informes anuales<sup>26</sup> de los niveles de plaguicidas cuantificados. Casi todos los Estados miembros participan en ese proceso de vigilancia y notificación de los niveles de dicofol. En el cuadro 2.4 se resumen los datos sobre el dicofol que se han publicado en esos informes desde 2007. En unos pocos casos se han registrado niveles de la sustancia superiores a los límites máximos de residuos. En los Estados Unidos, el Departamento de Agricultura viene realizando un programa nacional de vigilancia de los residuos de plaguicidas desde 1992<sup>27</sup>. Este programa de muestreo ha detectado niveles bajos de dicofol (< 1 µg/m<sup>3</sup>) en diversas frutas y hortalizas, pero

<sup>24</sup> <http://www.oisat.org/>.

<sup>25</sup> <http://www.fao.org/agroecology/es/>.

<sup>26</sup> <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-28813-efsa-rapport-2015-residus-pesticides-aliments.pdf>.

<sup>27</sup> <https://www.ams.usda.gov/datasets/pdp/pdpdata>.

ninguna de las muestras ha rebasado los niveles de tolerancia establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. En términos generales, el número de muestras con presencia de dicofol disminuyó en el período 1992-2015. En el Reino Unido, en 2015, el Comité de Expertos de la FAO sobre residuos de plaguicidas en los alimentos<sup>28</sup> analizó 24 muestras de productos agrícolas (10 de dentro de la Unión Europea y 14 de fuera) y no detectó concentraciones de dicofol equivalentes ni superiores a los límites estipulados por el Comité para la notificación. En un estudio de residuos de plaguicidas en cultivos de té de la India realizado por Kottiappan *et al.* (2013), ninguna de las 468 muestras recogidas excedía el límite máximo de residuos fijado por la Unión Europea para el dicofol.

Cuadro 2.4

**Resumen de los datos del informe anual de la EFSA sobre residuos de plaguicidas**

Año	Número de muestras que exceden el nivel de notificación	Número de muestras que exceden el límite máximo de residuos <sup>29</sup>	Detalles de las muestras con exceso de residuos
2007	(de 7239 muestras)	0	n. p.
2008	103 (de 9369 muestras)	2	Pepinos Espinacas
2009	(de 6734 muestras)	0	n.p.
2010	(de 7493 muestras)	3	Manzanas
2011	< 1% (de 8739 ejemplares)	0	n.p.
2012	No se especifica	2	Pimientos (importados de Turquía)
2013	No se especifica	0	n.p.
2014	No se especifica	0	n.p.
2015	No se especifica	0	n.p.

### 3 Resumen de la información

143. El dicofol es un acaricida organoclorado que se usa para eliminar ácaros en diversos cultivos. Empezó a comercializarse en 1955 y se ha usado principalmente en Asia Oriental y Sudoriental, la costa del Mediterráneo y en América del Norte y Centroamérica. Sus usos previstos abarcan frutas, verduras, plantas ornamentales, grandes cultivos, algodón, té y plantaciones de árboles de Navidad. Se estima que entre 2000 y 2007 se producían en todo el mundo de 2.700 a 5.500 toneladas de dicofol al año, pero desde entonces la producción ha ido en marcado descenso debido a que los países siguientes han dejado de producir y usar la sustancia: Arabia Saudita, Benin, Brasil, Canadá, Colombia, los Estados miembros de la Unión Europea, Estados Unidos de América, Guinea, Indonesia, Japón, Mauritania, Omán, Sri Lanka y Suiza. En la actualidad, la producción del dicofol se concentra en unos pocos países, sobre todo del Asia Meridional. Hasta hace poco, China era uno de los principales productores mundiales de DDT y dicofol técnicos –entre 1988 y 2002 fabricó unas 97.000 toneladas de DDT técnico–, pero en 2014 el último productor chino de dicofol técnico dejó de fabricar la sustancia. En la India se produce dicofol en lotes mediante un sistema cerrado (93 t en 2015-2016). Se ha ampliado hasta mayo de 2024 la exención para producir y usar DDT como intermediario en un sistema cerrado y limitado a un emplazamiento en la producción de dicofol, en virtud de la decisión SC-7/1 (UNEP/POPS/COP.7/36).

144. En su 12ª reunión, celebrada en septiembre de 2016, el Comité aprobó el perfil de riesgo del dicofol (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.1) y llegó a la conclusión de que es probable que la sustancia, en caso de transporte a larga distancia en el medio ambiente, tenga importantes efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente que justifiquen la adopción de medidas a nivel mundial (POPRC-12/1).

145. En la actualidad se aplica una amplia gama de medidas de control, como la prohibición y restricción de la producción, el uso, la importación y la exportación del producto, la sustitución por alternativas químicas y no químicas, el establecimiento de límites a la exposición en el lugar de

<sup>28</sup> [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/487932/pesticide-residues-quarter2-2015-report.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/487932/pesticide-residues-quarter2-2015-report.pdf).

<sup>29</sup> En el cuadro 2.2 se indican los límites máximos de residuos establecidos por el Reglamento (UE) n° 899/2012.

trabajo, la aplicación de las normas de calidad, la gestión ambientalmente racional de las existencias obsoletas y la limpieza de los lugares contaminados.

146. El éxito de la prohibición de la producción, la venta y el uso de dicofol por un gran número de países de distintas zonas geográficas, con diversas condiciones climáticas y en cultivos diferentes indica que existen alternativas viables de índole química y no química, aunque faltan datos para demostrar que ello sea así en todos los casos. La restricción de la producción y el uso sería menos eficaz para proteger el medio ambiente y la salud humana que la prohibición total, pero serviría para reducir la cantidad total de dicofol usado y la posible exposición en determinadas situaciones. Podría limitarse el uso de dicofol a los principales usos críticos, con lo cual se reducirían las posibilidades de exposición y los perjuicios económicos cuando no se disponga de alternativas viables desde el punto de vista técnico para determinadas combinaciones de cultivos y plagas. Sin embargo, no se ha determinado ningún uso crítico. En la información presentada por las Partes y los observadores en respuesta a lo solicitado en el anexo F no se dio ningún ejemplo concreto de usos críticos.

147. Si bien han disminuido la producción y el uso de dicofol, en el pasado reciente se han fabricado cantidades considerables de la sustancia, destinadas a una gama variada de posibles aplicaciones y usuarios finales. El tamaño del producto también puede variar considerablemente, desde los envases de un litro a los contenedores de 200 kg. Esa diversidad supone una cadena de suministro compleja y una dificultad para la detección, recogida y destrucción en condiciones de seguridad de las existencias obsoletas de dicofol. Por más que esos artículos se hayan etiquetado debidamente para ayudar a distinguir el ingrediente activo, es probable que haga falta emprender una campaña de concienciación y una labor concertada con las comunidades agrícolas y otros usuarios finales para ayudar a gestionar la recogida de las existencias y su destrucción en condiciones de seguridad y con ello evitar que se gestionen mal y se liberen al medio ambiente.

148. Se dispone de pocos datos que ayuden a establecer normas de calidad ambiental relativas al dicofol en el agua, el suelo o los sedimentos a fin de proteger los efectos sobre el medio ambiente. En el caso de los niveles máximos de residuos en los alimentos para proteger la salud humana frente a la exposición alimentaria se han llevado a cabo labores normativas de evaluación y definición de límites para los alimentos en el seno de la OMS, la Unión Europea y Australia, con los datos recogidos en la presente evaluación de la gestión de los riesgos. Asimismo, apenas se dispone de datos de vigilancia con que evaluar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental o los límites máximos de residuos establecidos para el dicofol en los alimentos, las aguas de superficie, el agua subterránea y la biota. En la Unión Europea y los Estados Unidos de América se realiza una vigilancia sistemática para detectar la presencia de dicofol en los alimentos. Los resultados de esa labor se han resumido en la presente evaluación de la gestión de los riesgos.

149. Asimismo, la exposición en el lugar de trabajo podría en teoría reducirse o evitarse con la imposición de restricciones al tipo de fabricación (por ejemplo, autorizando únicamente los sistemas cerrados y cerrando todas las plantas que sigan fabricando en sistema abierto) y a las actividades de los trabajadores (por ejemplo, prescribiendo e imponiendo el uso de equipos de protección personal apropiados en todas las zonas geográficas mundiales). Con todo, varios estudios indican que el nivel de uso y conocimiento de los equipos de protección personal en algunos países en desarrollo no basta para garantizar la seguridad de los agricultores que usan plaguicidas peligrosos.

150. Las alternativas al dicofol que se consideran viables desde el punto de vista técnico comprenden más de 25 plaguicidas químicos, prácticas agroecológicas como las que se usan en la agroecología, la agricultura orgánica y el MIP, controles biológicos (patógenos y depredadores) y preparados botánicos. La gama de alternativas refleja las diversas combinaciones de cultivos y plagas para las que se usa o se ha usado dicofol, en regiones con condiciones climáticas muy diferentes. Todas las alternativas descritas se consideran viables desde el punto de vista técnico, están disponibles en diversos países (como China y Australia) y pueden usarse en distintos cultivos que son importantes desde el punto de vista económico, como el algodón, el té, los cítricos y las manzanas. La India también facilitó información sobre las alternativas químicas disponibles, aunque no fueran un sustituto exacto del dicofol en el país.

151. Hoy por hoy, los datos disponibles (que proceden, sobre todo, de las respuesta a lo solicitado en el anexo F) no bastan para establecer a ciencia cierta la viabilidad de esas alternativas en todos los contextos en que sigue usándose dicofol. Al escoger las alternativas al dicofol deben tenerse en cuenta las características de las alternativas químicas y no químicas y su compatibilidad con el desarrollo sostenible. Esta exigencia pone de relieve la necesidad de seguir evaluando la sustancia en las condiciones locales y examinando los ecosistemas agrarios específicos y las prácticas agrícolas concretas que se aplican, dando prioridad a los enfoques de lucha contra las plagas basados en los ecosistemas.

## **4 Conclusión**

152. Habiendo concluido que es probable que el dicofol, en caso de que sea transportado a larga distancia en el medio ambiente, tenga efectos adversos importantes en la salud humana o el medio ambiente que justifiquen la adopción de medidas a nivel mundial; habiendo preparado una evaluación de la gestión de los riesgos y examinado las opciones de gestión; el Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes, de conformidad con el párrafo 9 del artículo 8 del Convenio, recomienda que la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo considere la posibilidad de incluir el dicofol y especificar las medidas de control conexas con arreglo al Convenio de Estocolmo en el anexo A sin exenciones específicas.

## Referencias

Austria (2016) Submission of information specified in Annex F of the Stockholm Convention pursuant to Article 8 of the Convention.

Brazil (2016) Further information on dicofol provided by the Brazilian government following the requirements of Annex E request for information.

India (2016) Submission of information specified in Annex F of the Stockholm Convention pursuant to Article 8 of the Convention.

Mexico (2015) Comment from Mexico to the POPRC dicofol draft risk profile, May 2015.

PAN and IPEN (2016) submission of information specified in Annex F of the Stockholm Convention pursuant to Article 8 of the Convention.

Serbia (2016) Submission of information specified in Annex F of the Stockholm Convention pursuant to Article 8 of the Convention.

UNEP/POPS/POPRC.9/3 (2013) Proposal to list dicofol in Annexes A, B and/or C to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants.

UNEP/POPS/COP.7/4/Rev.1 (2015): Conference of the Parties to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, Seventh meeting, Geneva, 4–15 May 2015, Specific exemptions and acceptable purposes under the Stockholm Convention. Note by the Secretariat, 11 March 2015.

UNEP/POPS/POPRC.11/3 (2015) Draft risk profile: dicofol.

UNEP/POPS/POPRC.11/INF/8 (2015) Comments and responses relating to the draft risk profile on dicofol.

UNEP/POPS/POPRC.11/INF/15 (2015) Additional information on dicofol.

UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.1 (2016) Risk profile for dicofol.

USA (2015) Submission of information specified in Annex E to the Stockholm Convention pursuant to Article 8 of the Convention,

([http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC10/POPRC10Followup/Dicofol\(AnnexEinformation\)/tabid/4293/Default.aspx](http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC10/POPRC10Followup/Dicofol(AnnexEinformation)/tabid/4293/Default.aspx)).

USA (2016) submission of information specified in Annex F of the Stockholm Convention pursuant to Article 8.

### Otras referencias:

Australian Government (2016) Acceptable daily intakes for agricultural and veterinary chemicals, Department of Health, Office of Chemical Safety. March 2016.

Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority (2012) Agricultural and Veterinary Chemicals Code Instrument No. 4 (MRL Standard).

Banerjee, I., Tripathi, S. K., Roy, A. S., Sengupta, P. (2014) Pesticide use pattern among farmers in a rural district of West Bengal, India, *Journal of Natural Science, Biology and Medicine*, 5:2, 313-316.

Broughton, S., Harrison, J., Rahman, T. (2014). Effect of new and old pesticides on *Orius armatus* (Gross) - an Australian predator of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Pest Management Science* 70(3):389-97.

Caldwell, B., Sideman, E., Seaman, A., Shelton, A., Smart, C. (2013) *Resource Guide to Organic Insect and Disease Management*, Cornell University. 202 pp.

Cabrera AR, Cloyd RA, Zaborski ER. 2004. Effects of greenhouse pesticides on the soil-dwelling predatory mite *Stratiolaelaps scimitus* (Acari: Mesostigmata: Laelapidae) under laboratory conditions. *J Econ Entomol* 97(3):793-9.

Chen, Y. and Kwan, W. (2013) Improvement of DDT-based production of dicofol and introduction of alternative technologies including IPM for leaf mites control in China, Terminal Evaluation Report.

Childers CC, Villanueva R, Aguilar H, Chewning R, Michaud JP. 2001. Comparative residual toxicities of pesticides to the predator *Agistemus industani* (Acari: Stigmaeidae) on citrus in Florida. *Exper Appl Acarol* 25: 461-74

- Cornell University (1993) Pesticide Information Profile: Dicofol. Extension Toxicology Network (<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/carbaryl-dicrotophos/dicofol-ext.html>).
- Crop Care (2001) MSDS No. 41915, Kelthane (R) MF Miticide.
- Daginnus K., Gottardo S., Mostrag-Szlichtyng A., Wilkinson H., Whitehouse P., Paya-Pérez a. and Zaldívar J.-M. (2009). A modelling approach for the prioritisation of chemicals under the Water Framework Directive. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection., Ispra, Italy.
- Dutcher, J., Hudson, W., Fonsah, E.G. (2009) Integration of Bifenazate and Western Predatory Mite for control of pecan leaf scorch mite in pecan orchards. *Journal of Entomological Science*, 44(2):98-110.
- Entec UK Ltd (2011) Technical Support for the Impact Assessment of the Review of Priority Substances under Directive 2000/60/EC Substance Assessment: Dicofol.
- European Commission (2011) Communication and Information Resource Centre for Administrations, Businesses and Citizens, Dicofol EQS dossier: ([https://circabc.europa.eu/webdav/CircaBC/env/wfd/Library/framework\\_directive/thematic\\_documents/priority\\_substances/supporting\\_substances/eqs\\_dossiers/Dicofol%20EQS%20dossier%202011.pdf](https://circabc.europa.eu/webdav/CircaBC/env/wfd/Library/framework_directive/thematic_documents/priority_substances/supporting_substances/eqs_dossiers/Dicofol%20EQS%20dossier%202011.pdf)).
- Eyhorn, F. (2007). Organic Farming for Sustainable Livelihoods in Developing Countries? The Case of Cotton in India. Swiss Federal Institute of Technology. 224 pp.
- Fliedner, A., Lohmann, N., Rüdell, H., Teubner, D., Wellnitz, J., Koschorreck, J. (2016) Current levels and trends of selected EU Water Framework Directive priority substances in freshwater fish from the German environmental specimen bank. *Environmental pollution* 216: 866-876.
- Gesesew, H. A., Woldemichael, K., Massa, D., Mwanri, L. (2016) Farmers Knowledge, Attitudes, Practices and Health Problems Associated with Pesticide Use in Rural Irrigation Villages, Southwest Ethiopia, PLOS ONE | DOI:10.1371/journal.pone.0162527.
- Hardman JM, Franklin JL, Moreau DL, Bostanian NJ. 2003. An index for selective toxicity of miticides to phytophagous mites and their predators based on orchard trails. *Pest Manag Sci* 59:1321-32.
- Health Canada (2009) Registration Decision Bifenazate (RD2009-17), Health Canada Pest Management Regulatory Agency, December 23, 2009.
- Hoferkamp L., Hermanson M.H., Muir, D.C. (2010) Current use pesticides in Arctic media; 2000-2007. *Science of the Total Environment* 408(15):2985-94.
- James A., Bonnomet V., Morin A. and Fribourg-Blanc B. (2009). Implementation of requirements on Priority substances within the Context of the Water Framework Directive. Contract N° 07010401/2008/508122/ADA/D2. Final draft prioritisation process report on monitoring-based ranking., INERIS / IOW: 58.
- Jin, T., Lin, Y.Y., Jin, Q.A., Wen, H.B., Peng, Z.q. (2014). Sublethal effect of avermectin and acetamiprid on the mortality of different life stages of *Brontispa longissima* (Gestro) (Coleoptera: Hispididae) and its larvae parasitoid *Asecodes hispinarum* Boucek (Hymenoptera: Eulophidae), *Crop Protection* 58:55-60.
- JMPR (2011) Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues: (2011) Pesticide residues in food. FAO Plant protection paper. Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues Geneva, Switzerland, 20–29 September 2011.
- Khan, M.A., Khan, H., Ruberson, J.R. (2015). Lethal and behavioral effects of selected novel pesticides on adults of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Pest Management Science* 71(12):1640-8.
- Kottiappan, M., Dhanakodi, K., Annamalai, S., Anandhan, S.V. (2013) Environmental Monitoring and Assessment (2013) Monitoring of pesticide residues in South Indian tea, 185: 6413–6417.
- Kumar, P.S. (2001) *Hirsutella thompsonii* as a mycoacaricide for *Aceria guerreronis* on coconut in India: research, development, and other aspects, *Trends in Acarology*, pp 441-444.
- Lasota, J.A. and Dybas, R.A. (1990) Abamectin as a pesticide for agricultural use. *Acta Leiden*, 59(1-2):217-25.

- Li, L., Liu, J., Hu, J. (2014) Global inventory, long-range transport and environmental distribution of dicofol. *Environmental Science and Technology*, 49: 212-222.
- Li S, Tian Y, Ding Q, Liu W (2014): The release of persistent organic pollutants from a closed system dicofol production process. *Chemosphere* 94:164-168.
- Liu, L et al (2015) DDT Vertical Migration and Formation of Accumulation Layer in Pesticide-Producing Sites. *Environmental science and technology*, 49: 9084-9091.
- Loos et al (2012) 'Analytical methods relevant to the European Commission's 2012 proposal on Priority Substances under the Water Framework Directive' Report for EU Joint Research Centre, ref: Report EUR 25532 EN.
- Mamun and Ahmed, (2011), Prospect of indigenous plant extracts in tea pest management, *International Journal of Agricultural Research Innovations. & Technology*. 1(1&2): 16-23, December, 2011.
- Manners, A. (2013) Managing two-spotted mite in production nurseries, Nursery and Garden Industry, Australia, Nursery Production, Plant Health & Biosecurity Project.
- Neupane, D., Jørs, E., Brandt, L. (2014) Pesticide use, erythrocyte acetylcholinesterase level and self-reported acute intoxication symptoms among vegetable farmers in Nepal: a cross-sectional study, *Environmental Health* 2014, 13:98.
- Nigg, HN et al, 1991, 'Dicofol exposure to Florida citrus applicators: effects of protective clothing', *Arch Environ Contam Toxicol*, 15 (1986), pp. 121-134.
- Northern Presbyterian Agricultural Services and Partners (2012) Ghana's Pesticide Crisis: The need for further Government action.
- OSPAR (2008) Towards the cessation target: Emissions, discharges and losses of OSPAR chemicals identified for priority action, available at: [www.ospar.org](http://www.ospar.org).
- Qiu, X., Zhu, T., Yao, B., Hu, J., Hu, S. (2005) Contribution of Dicofol to the Current DDT Pollution in China. *Environmental Science and Technology*, 39 (12), 4385-4390.
- Rand, G.M. and Clark, J.R. (2000) Hazard/Risk Assessment of Pyridaben: I. Aquatic Toxicity and Environmental Chemistry. *Ecotoxicology*, 9 (3): 157-168. Saoke, P, (2005), Kenya POPs situation report: DDT, pesticides and polychlorinated biphenyls, Report provided under The international POPs elimination project (IPEP).
- Reddy, P.S., Pushpalatha, T., Reddy, P.S. (2006) Reduction of spermatogenesis and steroidogenesis in mice after fentin and fenbutatin administration, *Toxicol Lett* 166:53-59.
- Rodrigues, J.C. and Peña, J.E. (2012) *Experimental and Applied Acarology*, 57(3-4):317-29.
- Sánchez, A.I., Dolores Hernando, M., Vaquero, J.J., García, E., Navas, J.M. (2010) Hazard Assessment of Alternatives to Dicofol. *Journal of Environmental Protection*, 1: 231-241.
- Stone, J.C., Abramson, C.I., Price, J.M. (1997). Task dependent effects of dicofol (Kelthane) on learning in the honey bee (*Apis mellifera*). *Bull Environ Contam Toxicol* 58:177-83.
- Thakur, S., Gulati, K., Jindal, T. (2015) Groundwater contamination through pesticide usage in vegetable growing areas of Delhi. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 2 (8): 394-397.
- Torres, R.T. (2008) Technical assistance to facilitate action on the implementation of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) - Obsolete POPs Pesticides, PhD thesis in association with UNIDO.
- Turgut C., Gokbulut C., Cutright T.J. (2009) Contents and sources of DDT impurities in dicofol formulations in Turkey, *Environmental Science and Pollution Research International*, 16:214-217.
- UNECE (2010) Exploration of management options for Dicofol, Paper for the 8th meeting of the UN-ECE CLRTAP Task Force on Persistent Organic Pollutants, Montreal, 18 - 20 May 2010.
- UNEP (2015) The Register of Specific Exemptions (<http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/RegisterofSpecificExemptions/tabid/1133/>).
- US EPA (1998) RED: Reregistration Eligibility Decision Dicofol (<http://www.epa.gov/pesticides/reregistration/REDs/0021red.pdf>, 2012-04-16).

- US EPA (2001) RED: Reregistration Eligibility Decision Propargite ([https://archive.epa.gov/pesticides/reregistration/web/pdf/propargite\\_red.pdf](https://archive.epa.gov/pesticides/reregistration/web/pdf/propargite_red.pdf)).
- US EPA (2006) Addendum to Dicofol RED, September 30 2006.
- US FDA (2016), Compliance policy guides - CPG Sec. 575.100 Pesticide Residues in Food and Feed – Enforcement Criteria (<http://www.fda.gov/ICECI/ComplianceManuals/CompliancePolicyGuidanceManual/ucm123236.htm>).
- Van de Plassche EJ, Schwegler M, Rasenberg M, Schouten G (2003): DDT in Dicofol. UN-ECE report. ([http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/TaskForce/popsxg/2000-2003/ddt in dicofol.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/TaskForce/popsxg/2000-2003/ddt_in_dicofol.pdf), 2015-02-18).
- Van der Gon, HD et al (2006) Study to the effectiveness of the UNECE Persistent Organic Pollutants (POP) Protocol and cost of additional measures. Phase II: Estimated emission reduction and cost of options for a possible revision of the POP Protocol. TNO report Van der Gon, H.D, Bolscher, M., Visschedijk, A., Zandveld, A. (2007) Emissions of persistent organic pollutants and eight candidate POPs from UNECE–Europe in 2000, 2010 and 2020 and the emission reduction resulting from the implementation of the UNECE POP protocol. *Atmospheric Environment*, 41: 9245–9261.
- Wang, Y., Wang, Y., Huo, X., Zhu, Y. (2015) Why some restricted pesticides are still chosen by some farmers in China? Empirical evidence from a survey of vegetable and apple growers. *Food Control*, 51: 417-424.
- WHO (1996) International Programme on Chemical Safety, Dicofol, WHO/FAO Data Sheets on Pesticides No. 81 World Health Organization. Geneva, July 1996. ([http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/63282/1/WHO\\_PCS\\_DS\\_96.81.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/63282/1/WHO_PCS_DS_96.81.pdf)).
- Wu JY, Anelli CM, Sheppard WS. 2011. Sub-lethal effects of pesticide residues in brood comb on worker honey bee (*Apis mellifera*) development and longevity. *PLoS ONE* 6(2): e14720.
-