



NACIONES UNIDAS



UNEP

Programa de las Naciones Unidas
para el Medio Ambiente
Productos Químicos

América Central y el Caribe

INFORME REGIONAL

Evaluación
regional
sobre
sustancias



Tóxicas

persistentes

Diciembre de 2002



Fondo para el Medio Ambiente Mundial



NACIONES UNIDAS



UNEP

Programa de las Naciones Unidas
para el Medio Ambiente
Productos Químicos

América Central y el Caribe

INFORME REGIONAL

Evaluación
regional
sobre
sustancias



Tóxicas

persistentes

Diciembre de 2002



Fondo para el Medio Ambiente Mundial



PROGRAMA DE LAS
NACIONES UNIDAS PARA EL
MEDIO AMBIENTE



PRODUCTOS QUÍMICOS

Evaluación regional sobre sustancias tóxicas persistentes

Antigua y Barbuda, las Bahamas, Barbados, Belice, Bermuda, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, El Salvador, Granada, Guatemala, la Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico, San Kitts y Nevis, República Dominicana, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Surinam, Trinidad y Tobago, Venezuela

INFORME REGIONAL DE AMÉRICA CENTRAL Y EL CARIBE

DICIEMBRE DE 2002



FONDO PARA EL MEDIO
AMBIENTE MUNDIAL

El presente informe ha sido financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), por medio de un proyecto mundial, y cofinanciado por los gobiernos de Australia, Estados Unidos de Norteamérica, Francia, Suecia y Suiza.

Esta publicación se ha realizado dentro del marco del Programa Interinstitucional para la Gestión Racional de las Sustancias Químicas (IOMC).

Esta publicación tiene por objeto servir de guía. Si bien la información aquí proporcionada se considera veraz, el PNUMA se deslinda de toda responsabilidad por posibles inexactitudes u omisiones así como de cualquier consecuencia derivada de las mismas. El PNUMA y las personas que han participado en la elaboración de este estudio declinan toda responsabilidad por lesiones, pérdidas, daños o perjuicios de cualquier tipo que puedan haberse ocasionado por la forma en que se haya entendido la información contenida en esta publicación.

Los términos empleados y la presentación del material de este estudio no implican de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas ni del PNUMA opinión alguna respecto de la situación jurídica de cualquier país, territorio, ciudad o región, ni de ninguna de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites geográficos.

El Programa Interinstitucional para la Gestión Racional de las Sustancias Químicas (IOMC) fue creado en 1995 por el PNUMA, la OIT, la FAO, la OMS, la ONUDI y la OCDE (Organizaciones Participantes) siguiendo las recomendaciones formuladas en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992 para intensificar la cooperación e incrementar la coordinación en materia de seguridad de las sustancias químicas. En enero de 1998, el UNITAR se incorporó oficialmente al IOMC como organización participante. El objetivo del IOMC es promover la coordinación de las políticas y actividades de las organizaciones participantes, realizadas conjuntamente o por separado, con miras a lograr una gestión racional de las sustancias químicas en relación con la salud humana y el medio ambiente.

Se autoriza a citar o reproducir el contenido de esta publicación con los debidos créditos y la referencia del número de documento. Deberá enviarse a PNUMA Productos Químicos una separata o ejemplar de la publicación en que conste la cita del presente estudio.

**PNUMA
PRODUCTOS
QUÍMICOS**

Puede solicitar un ejemplar del presente informe en:

UNEP Chemicals, 11-13, chemin des Anémones

CH-1219 Châtelaine, GE

Suiza

Tel.: +41 22 917 1234

Fax: +41 22 797 3460

E-mail: chemicals@unep.ch

<http://www.chem.unep.ch>

PNUMA Productos Químicos forma parte de la División de Tecnología, Industria y Economía del PNUMA.

ÍNDICE

ÍNDICE I

PREFACIO	V
RESUMEN EJECUTIVO	VI
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PANORAMA GENERAL DEL PROYECTO	1
1.1.1. Objetivos	1
1.1.2. Resultados	1
1.2. MÉTODOS	2
1.2.1. Divisiones regionales	2
1.2.2. Dirección del proyecto	2
1.2.3. Datos.....	2
1.2.4. Financiamiento	2
1.3. ÁMBITO DE LA EVALUACIÓN REGIONAL.....	2
1.3.1. Introducción	2
1.3.2. Ámbito de la evaluación en América Central	3
1.3.3. Vínculos y colaboración interregionales	3
1.4. CLIMA	3
1.5. POBLACIÓN	3
1.6. ECONOMÍA.....	4
1.7. DEFINICIONES GENERALES DE PRODUCTOS QUÍMICOS.....	5
1.7.1. Introducción	5
1.7.2. Plaguicidas	5
1.7.3. Compuestos industriales.....	9
1.7.4. Subproductos no intencionales.....	9
1.7.5. Compuestos de la región	10
1.8. RESUMEN	16
2. FUENTES DE STP	18
2.1. INFORMACIÓN DE BASE SOBRE FUENTES DE STP	18
2.2. PLAGUICIDAS	18
2.2.1. Aldrina y dieldrina	20
2.2.2. Clordano	21
2.2.3. DDT.....	21
2.2.4. Endosulfán.....	21
2.2.5. Endrina	22
2.2.6. Heptacloro	22
2.2.7. Hexaclorobenceno	22
2.2.8. Mirex	22
2.2.9. Toxafeno.....	22
2.3. COMPUESTOS INDUSTRIALES.....	23

2.3.1.	Bifenilos policlorados	23
2.4.	SUBPRODUCTOS NO INTENCIONALES	23
2.4.1.	Dioxinas y furanos	23
2.4.2.	Atrazina	28
2.4.3.	Retardantes de llama bromados	28
2.4.4.	Endosulfán	29
2.4.5.	Lindano (γ -HCH)	29
2.4.6.	Compuestos orgánicos de mercurio	30
2.4.7.	Plomo orgánico	30
2.4.8.	Compuestos orgánicos de estaño	31
2.4.9.	Pentaclorofenol	32
2.4.10.	Hidrocarburos aromáticos policíclicos.....	32
2.4.11.	Parafinas cloradas de cadena corta.....	35
2.4.12.	Ftalatos	35
2.4.13.	Nonilfenoles y octilfenoles	35
2.5.	RESERVAS OBSOLETAS	36
2.5.1.	Exportación de productos químicos peligrosos	36
2.5.2.	Identificación de reservas y depósitos de STP	37
2.5.3.	PAH y aceites de desecho	39
2.6.	DATOS FALTANTES	41
2.7.	RESUMEN	42
2.8.	REFERENCIAS	43
3.	NIVELES AMBIENTALES	46
3.1.	NIVELES Y TENDENCIAS EN EL MEDIO AMBIENTE	46
3.1.1.	Introducción	46
3.1.2.	Aire.....	46
3.1.3.	Ecosistemas acuáticos.....	49
3.1.4.	Sedimentos marinos	51
3.1.5.	Biota marina.....	53
3.1.6.	<i>Isognomon alatus</i> (callo de árbol).....	58
3.1.7.	Mamíferos marinos	58
3.1.8.	Ecosistemas de aguas dulces.....	60
3.1.9.	Contaminación de suelos	69
3.1.10.	Vegetación	72
3.2.	NIVELES Y TENDENCIAS EN EL MEDIO AMBIENTE	74
3.2.1.	Residuos en alimentos.....	74
3.2.2.	Residuos de STP en seres humanos	79
3.3.	EVIDENCIA DE EFECTOS ADVERSOS	87
3.3.1.	Efectos ambientales.....	87
3.3.2.	Efectos en seres humanos	87
3.4.	RESUMEN	89
3.5.	REFERENCIAS	91

4.	PRINCIPALES TRAYECTORIAS DEL TRANSPORTE DE CONTAMINANTES	97
4.1.	EVALUACIÓN DE LA ENTRADA Y SALIDA DE CONTAMINANTES	97
4.1.1.	Corrientes oceánicas.....	97
4.1.2.	Circulación atmosférica.....	100
4.1.3.	Flujo en ríos y aguas freáticas.....	102
4.1.4.	Biotransporte	103
4.1.5.	Evaluación cualitativa del transporte en la región	103
4.2.	DATOS FALTANTES.....	105
4.2.1.	Concentraciones	105
4.2.2.	Flujos.....	106
4.2.3.	RESUMEN.....	106
4.3.	REFERENCIAS	107
5.	EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA CAPACIDAD REGIONAL Y LAS NECESIDADES DE GESTIÓN DE LAS STP	110
5.1.	CAPACIDAD DE SUPERVISIÓN DE LAS STP	110
5.1.1.	América Central	110
5.1.2.	Colombia	111
5.1.3.	Cuba	111
5.1.4.	Caribe de habla inglesa	111
5.2.	REGLAMENTACIÓN Y GESTIÓN DE STP	112
5.2.1.	Vigilancia del cumplimiento	114
5.2.2.	Deficiencias en la reglamentación, gestión y ejecución.....	124
5.3.	ALTERNATIVAS Y REDUCCIÓN DE STP	124
5.4.	TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA	125
5.4.1.	Situación de la transferencia de tecnología en el control de STP	125
5.4.2.	Pasos hacia la transferencia de tecnología en la Región	126
5.4.3.	Transferencia de tecnología dentro de la Región	126
5.5.	DETERMINACIÓN DE NECESIDADES.....	127
5.5.1.	Recursos humanos.....	127
5.5.2.	Capacidad de laboratorio.....	127
5.5.3.	Legislación y coordinación	128
5.5.4.	Prácticas alternativas.....	128
5.5.5.	Movimiento transfronterizo de STP	128
5.5.6.	Inventarios y modelos para STP.....	128
5.5.7.	Sensibilización, participación y comunicación de riesgos	129
5.5.8.	Varios	129
5.6.	RESUMEN	129
5.7.	REFERENCIAS	130
6.	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	133
6.1.	JERARQUIZACIÓN DE TEMAS RESPECTO A SUSTANCIAS QUÍMICAS	133

6.2.	DESARROLLO DE RECURSOS HUMANOS	135
6.3.	EVALUACIÓN Y COMUNICACIÓN DE RIESGOS	135
6.4.	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE LABORATORIO	135
6.5.	FOMENTO DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS	136
6.6.	ELABORACIÓN DE NORMATIVAS Y VIGILANCIA DE SU CUMPLIMIENTO	136
	LISTA DE ABREVIATURAS	137

PREFACIO

En el año 2000, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente solicitó al IRET (Instituto Regional de Estudio en Sustancias Tóxicas) y al CSUCA (Consejo Superior Universitario Centroamericano) que participaran en una evaluación mundial sobre sustancias tóxicas persistentes (en adelante, STP) y, en particular, para elaborar un informe sobre STP en la región de América Central y el Caribe. El resultado es este documento, uno de los doce informes que conforman la evaluación mundial.

El informe de la Región de América Central y el Caribe (Región X) del proyecto Evaluación Regional sobre Sustancias Tóxicas Persistentes (STP) del Fondo para el Medio Ambiente Mundial del PNUMA abarca veintitrés países (Antigua y Barbuda, las Bahamas, Barbados, Belice, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, El Salvador, Guatemala, la Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, San Kitts y Nevis, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Surinam, Trinidad y Tobago y Venezuela), que suman una población total de 136 millones de habitantes.

El informe se basa en datos extraídos de material publicado, informes nacionales preparados por expertos en la región, presentación y discusión de esos informes en Talleres técnicos y, por último, en una revisión y discusión final realizada durante una Reunión Regional para el establecimiento de prioridades, celebrada en Heredia, Costa Rica, del 30 de octubre al 1 de noviembre de 2002.

La Dra. Luisa Eugenia Castillo (IRET/CSUCA, Heredia, Costa Rica) ha sido la coordinadora regional del estudio. La realización del presente informe ha sido posible por la cooperación del equipo regional y los expertos regionales que elaboraron los informes nacionales. El panorama general del proyecto que figura en el Capítulo 1 ha sido elaborado por Paul Whyllie. El Capítulo 2 se debe a Luisa E. Castillo, Roosevelt González y Joth Singh. El Capítulo 3 es obra de Luisa Eugenia Castillo, Oscar Nieto y Clemens Ruepert. El Capítulo 4 ha sido preparado por Gonzalo Dierksmeier, Jaime Espinoza y Luisa Eugenia Castillo. El Capítulo 5 por los miembros del Equipo Regional. El Capítulo 6 es obra del equipo regional y los participantes del taller sobre establecimiento de prioridades. Los autores dan las gracias a la Región IV por haberles proporcionado el conjunto de definiciones aceptadas de los productos químicos. Los borradores de las Regiones II y III del PNUMA también fueron de gran utilidad. Se agradece asimismo la valiosa colaboración del Sr. Timo Partanen en la revisión del presente informe.

RESUMEN EJECUTIVO

Este informe corresponde al componente América Central y Caribe (Región X) del proyecto *Evaluación Regional sobre Sustancias Tóxicas Persistentes (STP)* del Fondo para el Medio Ambiente Mundial del PNUMA. La Región X comprende 23 países y un total de 136 millones de habitantes de las Grandes Antillas, las islas del este y sur de las Antillas Menores, las Bahamas, Belice, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, la Guyana, Honduras, Nicaragua, Panamá, Surinam y Venezuela. A partir de los datos disponibles, a menudo muy limitados, este estudio señala fuentes regionales importantes de STP, resume la evidencia de sus repercusiones en el medio ambiente y la salud humana, analiza su transporte transfronterizo, explora las fuentes de problemas relacionados con las STP, evalúa la capacidad regional para contenerlas y reducirlas, determina las prioridades ambientales y de salud a escala regional, y contribuye al establecimiento de prioridades mundiales en materia de STP. El componente regional se ocupa de los doce contaminantes orgánicos persistentes (COP) definidos en el Convenio de Estocolmo, de 2001: aldrina, endrina, dieldrina, clordano, DDT, toxafeno, mirex, heptacloro, hexaclorobenceno (HCB), bifenilos policlorados (PCB), dibenzodioxinas policloradas (PCDD) y dibenzofuranos policlorados (PCDF). Como compuestos de importancia regional se incluyeron además: atrazina, endosulfán, lindano, compuestos orgánicos de plomo, compuestos orgánicos de mercurio, octilfenoles y nonilfenoles, compuestos orgánicos de estaño, pentaclorofenol, ftalatos, ésteres de bifenilo polibromado, fenoles policlorados, hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) y parafinas de cadena corta.

En la Región hay una carencia considerable de datos sobre STP. Hacen falta inventarios fidedignos con fuentes y datos sobre vigilancia de emisiones, transmisión y deposición, así como un estudio de los efectos en la salud y el medio ambiente. La distribución sectorial de la producción determina el perfil de uso de STP en la Región, pero es probable que una parte de la carga de contaminantes sea transportada desde otros lugares. Las fuentes regionales más importantes de STP son los sectores agrícola, energético, industrial, de gestión de desechos y marino. Todos los plaguicidas seleccionados para este proyecto se han aplicado en la Región, sea en el sector agrícola o para control de vectores. Actualmente se registra atrazina, DDT, endosulfán, heptacloro, lindano, mirex y pentaclorofenol en uno o más países de América Central. Puede que aún se utilicen endrina, hexaclorobenceno y toxafeno. Es probable que la aldrina, dieldrina y lindano ya no estén en uso. Los compuestos de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) se generan y emiten en la generación eléctrica, la extracción y refinamiento de petróleo crudo, y en motores de combustión, así como en las emisiones vehiculares. Los bifenilos policlorados (PCB) se utilizaron en transformadores y condensadores durante las décadas de 1950 y 1960. La gasolina y las baterías constituyen las fuentes de compuestos orgánicos de plomo. Las emisiones de compuestos orgánicos de estaño provienen de buques, descargas industriales y de otras fuentes. En la Región no se producen parafinas cloradas pero se importan en cantidades desconocidas. Se importan cantidades desconocidas, probablemente pequeñas, de nonilfenol y octilfenol. La inadecuada incineración de desechos domésticos, industriales y agrícolas así como la quema de terrenos para desmonte son fuentes potenciales de PCDD, PCDF, HCH y PAH. Los aceites de desechos se suman a la carga de contaminación por PAH. Los incineradores se utilizan comúnmente para los desechos de hospitales. Se queman neumáticos usados para obtener energía. La eliminación de reservas obsoletas de plaguicidas prohibidos y otras STP representa un problema. Los datos de Barbados, Trinidad y Tobago y Jamaica sugieren que las STP llegan a la Región en las masas de aire transportadas por los alisios.

La evidencia de STP en ecosistemas aéreos, marinos, de aguas dulces y terrestres, alimentos y muestras biológicas humanas en la Región está dispersa temporal y geográficamente, así como en función de la metodología empleada. Resulta difícil bosquejar un panorama general debido a la incomparabilidad entre los estudios y a la falta de programas de vigilancia y control. Se han detectado plaguicidas de hidrocarburos clorados y PCB en muestras atmosféricas, en aguas marinas, aguas dulces, subterráneas, sedimentos, suelos, alimentos y biota, incluida la sangre de seres humanos y la leche materna. La incidencia de *envenenamiento agudo por plaguicidas* en seres humanos es alta en América Central. Los agentes causales varían según los patrones de uso y la toxicidad. Los datos regionales sugieren deterioro del sistema neuroconductual tras exposición a DDT así como una asociación entre cáncer de mama y DDE.

La región no tiene datos sobre concentraciones ambientales de algunos contaminantes. En particular, no existen datos sobre flujos. La costa del Caribe es una región crítica. El intenso tráfico de buques cisterna y la

extracción de petróleo en alta mar contribuyen a la contaminación con hidrocarburos. Los ríos transportan grandes cantidades de plaguicidas hacia el mar. La combustión de gasolina con plomo, gasóleo y otros combustibles y desechos, así como la aplicación de plaguicidas por aspersión emiten contaminantes directamente a la atmósfera. No hay datos sobre transporte de STP en aguas subterráneas. Los cetáceos, aves migratorias, peces y plancton son emisores y receptores de STP.

La capacidad de monitoreo varía entre los países de la Región. En particular, no hay instalaciones para el control rutinario de dioxinas y furanos. Hay pocos laboratorios de referencia acreditados, y con reconocimiento internacional. Sólo unos cuantos países de América Central tienen organismos nacionales de acreditación de laboratorios.

A escala nacional y regional, la legislación y reglamentación de importaciones, exportaciones, transporte, uso, producción, emisión, almacenamiento y eliminación de STP son deficientes y escasas. La normatividad sobre plaguicidas está más adelantada que la de otras STP. Hay algunos avances en la ratificación de los convenios internacionales y la armonización de la legislación en la Región.

En lo relativo a la reducción de la carga de STP en la Región, se llegó a las siguientes conclusiones:

(1) Desarrollo de recursos humanos

Se precisa la capacitación de científicos, técnicos, responsables de políticas gubernamentales, expertos en políticas, administradores y encargados en universidades, en los sectores público, privado y en las ONG en materia de evaluación de riesgos, tecnologías alternativas, control de plagas, toxicología, epidemiología, higiene ambiental e industrial, ecotoxicología, gestión ambiental, análisis de STP y gestión de desechos para la reducción de STP. Un objetivo importante es fortalecer los vínculos entre universidades, organizaciones nacionales de ciencia y tecnología y demás instituciones educativas y de investigación. Hay que fomentar la participación de las principales entidades interesadas.

(2) Evaluación y comunicación de riesgos

La evaluación de riesgos de las STP implica poner en marcha un monitoreo sistemático, realizar inventarios de fuentes, emisiones, transmisión y contaminación, análisis de efectos biológicos y ambientales, así como estudios monográficos de casos de contaminación y envenenamiento. El monitoreo exhaustivo de STP debe abarcar medios atmosféricos y acuáticos, suelos, alimentos, desechos y organismos, apoyándose en una infraestructura integrada con sistemas de vigilancia y bases de datos nacionales y regionales como objetivo de largo plazo.

Se precisa la comunicación de riesgos en todos los ámbitos en forma de capacitación, divulgación de información, transferencia de información a dependencias públicas y entidades de reglamentación, comunidad científica, sector privado, inversionistas, organizaciones sindicales, comunidades, ONG y la ciudadanía en general. La comunicación de riesgos también debe abarcar el control de la contaminación y tecnologías más limpias y menos tóxicas en los sectores agrícola, industrial y de gestión de desechos.

(3) Mejorar la capacidad de laboratorios

Se precisa mejorar los laboratorios mediante la modernización de equipos y técnicas de análisis de STP, la creación de laboratorios de referencia en la Región, la asignación de presupuesto para la infraestructura y las funciones de análisis requeridas, y el apoyo para la modernización de los laboratorios existentes en cuanto a procesos de garantía y control de calidad así como de acreditación.

(4) Mejorar las tecnologías limpias

Como prioridad en materia de tecnologías limpias se encuentra la aplicación, modificación adecuada y desarrollo de tecnologías limpias y tratamiento de efluentes y emisiones de los sectores agrícola, industrial y de gestión de desechos, así como la eliminación segura de aceites de desechos y reservas obsoletas de STP y transformadores con PCB, la reducción de emisiones de motores de combustión interna y la promoción de la transferencia de tecnología.

(5) Desarrollo, ejecución y observancia de la normatividad

Éste es otro aspecto que requiere mejoras e implica crear y armonizar una reglamentación jurídica efectiva y aplicarla para la importación, exportación, transporte, uso, producción, emisión, almacenamiento y eliminación de STP. Conviene asimismo ratificar los convenios internacionales correspondientes, armonizar la legislación dentro de la Región y en relación con los tratados y convenios internacionales, reforzar la débil infraestructura de inspección y aplicación de la normatividad, definir y aplicar las concentraciones permisibles de STP en el medio ambiente y en lugares de trabajo, establecer el marco jurídico para la vigilancia de STP, coordinar a nivel nacional y regional las dependencias gubernamentales relacionadas con la gestión de STP, habilitar al sector médico primario en lo referente a prevención, detección y tratamiento de efectos adversos de STP en la salud. Es preciso coordinar a nivel nacional e intersectorial los reglamentos administrativos y su aplicación.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PANORAMA GENERAL DEL PROYECTO

Siguiendo las recomendaciones del Foro Intergubernamental sobre Seguridad en materia de Sustancias Químicas, el Consejo de Administración del PNUMA decidió en febrero de 1997 (Decisión 19/13 C) que debía emprenderse una acción inmediata a escala internacional para proteger la salud humana y el medio ambiente adoptando medidas para reducir o eliminar las emisiones y descargas de un primer grupo de doce contaminantes orgánicos persistentes (COP). Para ello se estableció un Comité Intergubernamental de Negociación (CIN) cuyo mandato fue elaborar un instrumento internacional vinculante para emprender una acción internacional contra ciertos contaminantes orgánicos persistentes. Esta serie de negociaciones culminó en 2001 con la adopción del Convenio de Estocolmo. Las primeras doce sustancias que entran en las categorías prescritas y que han sido seleccionadas en el Convenio de Estocolmo son: aldrina, endrina, dieldrina, clordano, DDT, toxafeno, mirex, heptacloro, hexaclorobenceno, PCB, dioxinas y furanos. Además de estas doce, existen muchas otras sustancias que corresponden a los criterios antes mencionados y cuyas fuentes, concentraciones y efectos en el medio ambiente deben ser evaluados.

Las sustancias tóxicas persistentes pueden ser sustancias fabricadas para uso en diversos sectores industriales, plaguicidas o subproductos de procesos industriales y de la combustión. Hasta ahora, su evaluación científica se ha concentrado principalmente en efectos específicos en la salud y el medio ambiente a nivel local o regional, sobre todo en puntos de mayor intensidad como la región de los Grandes Lagos de América del Norte o el Mar Báltico.

1.1.1. Objetivos

Se precisa una evaluación científica de la naturaleza y magnitud de los riesgos que las sustancias tóxicas persistentes imponen al medio ambiente y sus recursos, evaluación que orientará a la comunidad internacional en cuanto a prioridades para futuras actividades de rehabilitación y prevención. La evaluación permitirá determinar las prioridades de intervención y, mediante la aplicación de un análisis de rastreo del origen, tratará de señalar las medidas adecuadas para controlar, reducir o eliminar las emisiones de STP a escala nacional, regional o mundial.

El objetivo del proyecto es efectuar una medición de la índole y gravedad relativa del daño y los riesgos que las STP representan a nivel nacional, regional y, por último, mundial. Esta medición proporcionará al FMAM un fundamento científico para establecer prioridades de acción frente a los problemas ambientales relacionados con STP y para determinar hasta qué punto difieren las prioridades de cada región.

1.1.2. Resultados

Para la evaluación, el proyecto se basa en la recopilación e interpretación de los datos e información existentes. No se realizará ninguna investigación para generar datos primarios, pero se efectuarán proyecciones para cubrir los vacíos de datos/información y pronosticar riesgos para el medio ambiente. Las actividades propuestas persiguen los siguiente objetivos:

- Determinación de principales fuentes de STP a nivel regional
- Impacto de las STP en el medio ambiente y la salud humana
- Valoración del transporte transfronterizo de las STP
- Estudio del origen de la problemática y de la capacidad de gestión de las STP a escala regional
- Definición de las prioridades regionales sobre problemas ambientales relacionadas con las STP
- Identificación de aspectos prioritarios relativos a las STP a nivel mundial.

El resultado del proyecto será una evaluación fundamentada de los riesgos que las sustancias tóxicas persistentes imponen al medio ambiente y la salud humana. Las actividades que este proyecto emprenderá comprenden una evaluación de las fuentes de sustancias tóxicas persistentes, sus niveles en el medio

ambiente y consiguiente impacto en la biota y seres humanos, sus formas de transporte a distintas distancias, las alternativas existentes para su uso y opciones de rehabilitación, así como los obstáculos que impiden su debida gestión.

1.2. MÉTODOS

1.2.1. Divisiones regionales

Para efectos de este proyecto, se dividió el mapa del mundo en 12 regiones: Ártico, América del Norte, Europa, Mediterráneo, África Subsahariana, Océano Índico, Asia Central y Nororiental (Noroeste del Pacífico), Asia Suroriental y Sur del Pacífico, Islas del Pacífico, América Central y Caribe, Sudamérica Oriental y Occidental, y Antártida.

1.2.2. Dirección del proyecto

El proyecto está a cargo de un Director de Proyecto, con domicilio en la División de Productos Químicos del PNUMA, en Ginebra, Suiza. Un Grupo Directivo, integrado por representantes de organizaciones gubernamentales afines, así como del sector industrial y no gubernamental, sigue el avance del proyecto y proporciona orientación al director. Cada región está bajo control de un Coordinador Regional, asistido por un Equipo Regional que cuenta como promedio con cuatro miembros. El Coordinador Regional y el Equipo Regional están a cargo de la puesta en marcha del proyecto, la recopilación de datos nacionales y la organización de una serie de talleres técnicos y de establecimiento de prioridades para el análisis de datos regionales sobre STP. Además de los doce COP del Convenio de Estocolmo, el Equipo Regional seleccionó otras sustancias para evaluación en su región, y esta lista quedó sujeta a revisión en los diversos talleres que se organizaron durante el proceso de evaluación. Cada Equipo Regional elabora un Informe Regional.

1.2.3. Datos

Se compilaron datos sobre fuentes, concentraciones ambientales, y efectos ecológicos y en seres humanos de todas las fuentes disponibles. Se utilizaron las presentaciones de expertos regionales en los talleres técnicos para la elaboración de los informes regionales. En los talleres sobre prioridades, a los que asistieron representantes de cada país, se definieron las prioridades sobre STP con base en los riesgos y daños en cada Región. La información y las conclusiones presentadas en los doce informes regionales servirán para elaborar un informe global sobre la situación de las STP en el medio ambiente.

El proyecto no pretende generar datos nuevos sino basarse en los datos existentes para establecer prioridades. Para la recopilación de datos y posterior evaluación se estableció una amplia red con todos los sectores de la sociedad. Se logró una cooperación estrecha con otros organismos intergubernamentales como UNECE, OMS, FAO, PNUD, y el Banco Mundial. La mayoría de ellos tiene representantes en el Grupo Directivo, que sigue el avance del proyecto y revisa su puesta en marcha. Se recibió información de los centros de coordinación del PNUMA, centros de coordinación sobre COP del PNUMA, centros de coordinación nacionales seleccionados por los Equipos Regionales, el sector industrial, dependencias gubernamentales, sector de investigación científica y ONG.

1.2.4. Financiamiento

El proyecto tiene un costo de aproximadamente 4.2 millones de dólares, aportados principalmente por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), con el patrocinio de países como Alemania, Australia, Estados Unidos, Francia, Suecia y Suiza. El proyecto se elaboró entre septiembre de 2000 y abril de 2003 a fin de poder presentar los informes a la primera reunión de la Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo prevista para 2003.

1.3. ÁMBITO DE LA EVALUACIÓN REGIONAL

1.3.1. Introducción

Para efectos del proyecto, la Región América Central y el Caribe, o Región X, quedó constituida por las Antillas Mayores, las islas del este y del sur de las Antillas Menores, las Bahamas, Belice, Colombia, Costa

Rica, El Salvador, Guatemala, la Guyana, Honduras, Nicaragua, Panamá, Surinam y Venezuela. Puerto Rico y Granada no se incluyeron en esta Región.

La Región está constituida por el largo istmo que se estrecha formando un puente entre América del Norte y América del Sur y comprende los países de Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, así como las Antillas Mayores y las Antillas Menores, que dibujan un arco desde la región próxima al sur de la Florida hasta la costa de Venezuela y forman una escollera de 3,200 km de largo frente al Océano Atlántico, separándolo del mar Caribe. También forman parte de ella cuatro de los países más septentrionales de América del Sur, que tienen influencia del Caribe (Colombia, Venezuela, la Guyana y Surinam). La región comprende 23 países, con un área de 3,190,000 km² y una población de 136,297,000 habitantes (Microsoft® Encarta® Online Encyclopedia 2001).

1.3.2. Ámbito de la evaluación en América Central

Ésta es la primera evaluación general sobre sustancias tóxicas persistentes en América Central y el Caribe. La elaboración del presente informe se basó en datos recogidos en publicaciones, informes nacionales preparados por expertos regionales, presentación y discusión de estos informes en talleres técnicos y revisión y discusión finales durante una reunión regional para el establecimiento de prioridades que tuvo lugar en Heredia, Costa Rica, del 30 de octubre al 1 de noviembre de 2002.

1.3.3. Vínculos y colaboración interregionales

Los autores agradecen a la Región IV haberles proporcionado el conjunto de definiciones aceptadas de los productos químicos. Los borradores de las regiones II y III del PNUMA constituyeron también una orientación útil.

1.4. CLIMA

En general, la Región X tiene un clima tropical. Todos los países, a excepción de la parte septentrional de las Bahamas, se encuentran entre el Trópico de Cáncer y el Ecuador. Prácticamente no hay cambio significativo de temperatura durante el año, aunque en las regiones más altas (por encima de los 900 m. o 3,000 pies) el clima se considera templado. En las regiones bajas (a nivel del mar y hasta los 900 m. o 3,000 pies), la temperatura oscila entre 22° C y 29° C en enero, y entre 23 ° C y 34° C en julio. La temperatura en las regiones montañosas desciende a temperaturas promedio de 14° C- 23° C, y es inferior a los 0° C en las cimas más elevadas (más de 3,000 m. o 10,000 pies) en la cordillera de Los Andes, en Colombia y Venezuela. En las regiones montañosas de Guatemala la temperatura puede descender a -10° C.

Las estaciones de lluvia y seca se suceden. Según la posición del país en relación con los vientos alisios, su localización y topografía, se presentan dos patrones: uno con dos estaciones de lluvia y dos estaciones secas, cada una de tres meses en promedio; el otro, con una estación de lluvias larga y una estación seca relativamente corta. Las precipitaciones varían según ubicación y topografía. En América Central, la zona del Atlántico es considerablemente más húmeda que la región del Pacífico, y las precipitaciones pluviales anuales alcanzan los 6,500 mm. (250 pulgadas) en algunas áreas. A excepción de Trinidad, las islas del sur de las Antillas Menores están protegidas del aire húmedo del Atlántico por las islas del este de las Antillas Menores y tienen clima cálido y seco. El calor solar está moderado por las temperaturas frías del Océano Atlántico y por los alisios que soplan del nordeste durante todo el año. Cuando los vientos son más fuertes, entre enero y abril, traen temperaturas más frías y chubascos desde zonas apartadas del Atlántico. Cerca del océano, en el norte de América del Sur, el clima es más seco, excepto en Surinam, cuya parte meridional recibe más precipitaciones. La zona colombiana del Pacífico es más húmeda que la del Atlántico debido a la barrera formada por la cordillera de Los Andes.

1.5. POBLACIÓN

Esta Región está compuesta en su gran mayoría por población “mestiza” (mezclas raciales, por lo regular de españoles e indígenas), aunque la composición étnica de las poblaciones nacionales varía enormemente. Las poblaciones actuales son resultado de migraciones europeas (españolas, holandesas, inglesas, francesas), esclavos traídos de África, asiáticos traídos con contratos forzosos (de China, India, Indonesia), mestizos,

mulatos (mezcla de españoles y africanos) y, en menor porcentaje, indígenas que sobrevivieron al periodo colonial. La población predominante de los países de América Central y del Sur es mestiza, pero la de las islas del Caribe es principalmente de ascendencia africana. Existen casos excepcionales, como Belice, en los que más de la mitad de la población tiene ascendencia africana negra, y la Guyana y Surinam, cuyo grupo étnico más importante es de origen indio.

1.6. ECONOMÍA

Durante mucho tiempo, la agricultura fue la base de la economía de todos los países de la Región. En Venezuela, la Guyana y Surinam, la minería adquirió una importancia considerable. Desde los años 1970, el turismo ha sido la principal actividad económica en algunas de las islas caribeñas. Con todo, la mayoría de los países aún depende mucho de la agricultura. A partir de la segunda mitad del siglo XX varios gobiernos emprendieron esfuerzos para diversificar la producción y no tener que depender de uno o de unos pocos productos. Durante las últimas décadas, varias industrias manufactureras han florecido en la Región.

Agricultura. Desde los primeros años de la colonización la Región fue dejando de ser bosque para convertirse gradualmente en tierra agrícola. La mayoría de los productos de exportación que se cultivan hoy en día en grandes plantaciones, como caña de azúcar, café, plátano y cítricos, no son indígenas. Las plantas indígenas, como camote, yuca o mandioca, frijol, maíz y otros se cultivan para consumo local, en pequeñas parcelas familiares que se encuentran en los llanos y en las laderas de cerros, donde recibieron tierras los esclavos después de la abolición.

Ni la silvicultura ni la pesca constituyen una actividad importante en la Región, salvo en Venezuela, Jamaica, la Guyana y Surinam, donde el camarón es un producto importante. En varios países, la leña es aún una fuente importante de energía para la población rural.

Minería. Jamaica y la Guyana son los principales productores de bauxita. Se extraen níquel, esmeraldas, platino, oro, cobre y diamantes. Colombia extrae un tercio de las esmeraldas de todo el mundo y posee los yacimientos de platino más grandes. Los países de América Central no destacan por su producción de minerales. En algunos países, la minería ha estimulado la industria de procesamiento de minerales.

Manufacturas. En la Región existen diversas empresas manufactureras, como procesadoras de productos agrícolas o refinadoras de minerales, ensambladoras asociadas a empresas transnacionales, fabricantes de dispositivos electrónicos, etc. Entre los productos elaborados en la Región, tanto para consumo local como para exportación, figuran alimentos, muebles, cemento, vidrio, textiles, jabón, pinturas, llantas, papel y cartón, fertilizantes, insecticidas, tabaco, hierro y acero, aluminio y productos de aluminio, derivados de petróleo y productos madereros.

Comercio exterior. Estados Unidos es el principal socio comercial de la Región. Otros socios importantes son Canadá, México, Europa occidental y países sudamericanos. Hay varios tratados de libre comercio entre los países de la misma Región, así como entre ellos y el exterior.

Las organizaciones de libre comercio como el Mercado Común Centroamericano (MCCA o MERCOMUN) y la Asociación de Estados del Caribe (AEC) buscan una mayor integración económica y comercio internacional. El MCCA se fundó en 1960 con todos los países de América Central excepto Belice y Panamá. Distintas circunstancias le impidieron alcanzar su objetivo de liberalización comercial y establecimiento de una zona de libre comercio. Hoy en día, los países de América Central se enfrentan a nuevas barreras arancelarias a causa de la Iniciativa de la Cuenca del Caribe (1984) y del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) (1994), que les impiden ampliar las redes comerciales globales.

La Comunidad del Caribe (CARICOM) también ha establecido el Mercado y Economía Únicos del Caribe (CSME, por sus siglas en inglés) que permite que los Estados Miembros del CARICOM coordinen sus posturas y políticas comerciales y económicas. La formulación y coordinación de las políticas comerciales y económicas es responsabilidad fundamental del Consejo para el Desarrollo Económico y Comercial (COTED, en inglés). La Asociación de Libre Comercio del Caribe (CARIFTA, en inglés), proporciona datos comerciales y listas de empresas en la región. La CARIFTA proporciona servicio de corretaje comercial para ayudar a compradores y vendedores de productos y servicios del Caribe.

1.7. DEFINICIONES GENERALES DE PRODUCTOS QUÍMICOS

1.7.1. Introducción

Esta evaluación abarca los doce Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) definidos en el Convenio de Estocolmo (2001): aldrina, endrina, dieldrina, clordano, DDT, heptacloro, mirex, toxafeno, hexaclorobenceno, PCB, dioxinas y furanos. La evaluación del PNUMA prevé la posibilidad de que, sobre la base de los informes regionales, se hagan ajustes a la lista de productos químicos en función de las prioridades y datos existentes. Además de las doce sustancias seleccionadas en el Convenio de Estocolmo, se han agregado otras sustancias en la presente evaluación: atrazina, endosulfán, pentaclorofenol, éteres de bifenilo polibromado, lindano, compuestos orgánicos de mercurio, compuestos orgánicos de plomo, compuestos orgánicos de estaño, fenoles policlorados, hidrocarburos poliaromáticos, parafinas cloradas de cadena corta, ftalatos, y octil y nonilfenoles.

1.7.2. Plaguicidas

1.7.2.1. Aldrina

Nombre químico: 1,2,3,4,10,10-Hexacloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahidro-1,4-endo,exo-5,8- dimetanonaftaleno (C₁₂H₈Cl₆).

Número de registro CAS: 309-00-2

Propiedades: Solubilidad en agua: 27 µg/L a 25° C; presión de vapor: 2.3 x 10⁻⁵ mm Hg a 20° C; log K_{OW}: 5.17-7.4.

Descubrimiento/Usos: La aldrina se produce comercialmente desde 1950, y hasta principios de los años 1970 se utilizaba en todo el mundo para controlar las plagas de suelos como gusanos de la raíz del maíz, elatéridos, gorgojo acuático del arroz y saltamontes. También se ha utilizado para proteger las estructuras de madera contra las termitas.

Persistencia/Destino: Se metaboliza fácilmente a dieldrina por efecto de plantas y animales. Su biodegradación es lenta. La aldrina se adhiere con fuerza a partículas de suelos y es resistente al lixiviado hacia aguas subterráneas. Se clasificó como sustancia con persistencia moderada, con una vida media de 20 días a 1.6 años en suelo y aguas superficiales.

Toxicidad: La aldrina es tóxica para los seres humanos. Se ha estimado que la dosis letal para un adulto es de aproximadamente 80 mg/kg de peso corporal. La LD₅₀ oral aguda en animales de laboratorio va de 33 mg/kg por peso corporal en conejillos de indias hasta 320 mg/kg por peso corporal en hámsteres. La toxicidad de la aldrina en organismos acuáticos es variada. Los insectos acuáticos son el grupo de invertebrados más vulnerable. El valor de la LC₅₀ a 96 h. va de 1 a 200 µg/L en insectos, y de 2.2 a 53 µg/L en peces. Los límites máximos de residuo en alimentos según recomendación de FAO/OMS varían entre 0.006 mg/kg de grasa láctea y 0.2 mg/kg de grasa de carne. Se han publicado valores de calidad del agua de 0.1 a 180 µg/L. La aldrina no es clasificable en cuanto a carcinogenicidad en seres humanos por ser los datos escasos o deficientes (Grupo 3 de la IARC).

1.7.2.2. Dieldrina

Nombre químico: 1,2,3,4,10,10-Hexacloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahidroexo-1,4-endo-5,8-dimetanaftaleno (C₁₂H₈Cl₆O).

Número de registro CAS: 60-57-1

Propiedades: Solubilidad en agua: 140 µg/L a 20° C; presión de vapor: 1.78 x 10⁻⁷ mm Hg a 20° C; log K_{OW}: 3.69-6.2.

Descubrimiento/Usos: La dieldrina apareció en el mercado en 1948 y se utilizó principalmente para el control de insectos de suelos como el gusano de la raíz del maíz, gusano de alambre y gusano cortador.

Persistencia/Destino: La dieldrina es muy persistente en suelos, tiene una vida media de 3 a 4 años en climas templados. Se bioconcentra en organismos. Se estima que su persistencia en el aire es de 4 a 40 horas.

Toxicidad: La toxicidad aguda en peces es elevada (LC_{50} entre 1.1 y 41 mg/L), y moderada en mamíferos (LD_{50} en ratón y rata entre 40 y 70 mg/kg de peso corporal). Sin embargo, una administración diaria de 0.6 mg/kg en conejos tuvo efectos negativos en el índice de supervivencia. La aldrina y la dieldrina afectan principalmente el sistema nervioso central pero no hay pruebas directas de que causen cáncer en seres humanos. Los límites máximos de residuo en alimentos según recomendación de FAO/OMS varían entre 0.006 mg/kg de grasa láctea y 0.2 mg/kg de grasa de aves. Se han publicado valores de calidad del agua entre 0.1 y 18 $\mu\text{g/L}$. No se puede determinar la carcinogenicidad de la dieldrina en seres humanos por ser los datos escasos o deficientes (Grupo 3 de la IARC).

1.7.2.3. Endrina

Nombre químico: 3,4,5,6,9,9-Hexacloro-1a,2,2a,3,6,6a,7,7a-octahidro-2,7:3,6-dimetanonaft[2,3-b]oxireno ($C_{12}H_8Cl_6O$).

Número de registro CAS: 72-20-8

Propiedades: Solubilidad en agua: 220-260 $\mu\text{g/L}$ a 25° C; presión de vapor: 2.7×10^{-7} mm Hg a 25° C; log K_{OW} : 3.21-5.34

Descubrimiento/Usos: La endrina se ha utilizado desde los años 1950 contra una gran variedad de plagas, principalmente en algodón, pero también en arroz, caña de azúcar, maíz y otros cultivos. También se ha utilizado como rodenticida.

Persistencia/Destino: La endrina es muy persistente en suelos (se han registrado vidas medias hasta de 12 años). Se han registrado factores de bioconcentración entre 14 y 18,000 en peces después de una exposición continua.

Toxicidad: La endrina es muy tóxica en peces, invertebrados acuáticos y fitoplancton. Los valores de LC_{50} son, en su mayoría, inferiores a 1 $\mu\text{g/L}$. La toxicidad aguda en animales de laboratorio es alta, con valores de LD_{50} de 3-43 mg/kg, y una LD_{50} dérmica de 5-20 mg/kg en ratas. Durante más de dos años se ha estudiado la toxicidad a largo plazo en ratas; se estimó un NOEL de 0.05 mg/kg pc/día. No se puede determinar la carcinogenicidad de la dieldrina en seres humanos por ser los datos escasos o deficientes (Grupo 3 de la IARC).

1.7.2.4. Clordano

Nombre químico: 1,2,4,5,6,7,8-Octacloro-2,3,3a,4,7,7a-hexahidro-4,7-metanoindeno ($C_{10}H_6Cl_8$).

Número de registro CAS: 57-74-9

Propiedades: Solubilidad en agua: 56 $\mu\text{g/L}$ a 25° C; presión de vapor: 0.98×10^{-5} mm Hg a 25° C; log K_{OW} : 4.58-5.57.

Descubrimiento/Usos: El clordano apareció en el mercado en 1945 principalmente como insecticida para el control de cucarachas, hormigas, termitas y otras plagas domésticas. El clordano técnico es una mezcla de 120 compuestos por lo menos; entre 60% y 75% de ellos son isómeros de clordano, y los demás están relacionados con compuestos endo como heptacloro, nonacloro, aducto de diels-alder de ciclopentadieno y penta/hexa/octaclorociclopentadienos.

Persistencia/destino: El clordano es muy persistente en suelos y tiene una vida media de aprox. 4 años. Su persistencia y alto coeficiente de partición propician su adhesión a sedimentos acuáticos y su bioconcentración en organismos.

Toxicidad: En organismos acuáticos se han registrado LC_{50} entre 0.4 mg/L (camarón rosado) y 90 mg/L (trucha arcoiris). La toxicidad aguda en mamíferos es moderada, con una LD_{50} en ratas de 200-590 mg/kg por peso corporal (19.1 mg/kg por peso corporal en el caso del oxiclordano). Los límites máximos de residuo de clordano en alimentos, según FAO/OMS, se encuentran entre 0.002 mg/kg de grasa láctea y 0.5 mg/kg de grasa de aves. Se han publicado valores de 1.5 to 6 $\mu\text{g/L}$ en cuanto a calidad del agua. El clordano ha sido

clasificado como sustancia que provoca perturbaciones endocrinas en organismos intactos. El clordano es un posible carcinógeno en seres humanos (Grupo 2B de la IARC).

1.7.2.5. Heptacloro

Nombre químico: 1,4,5,6,7,8,8-Heptacloro-3a,4,7,7a-tetrahidro-4,7-metanoindeno (C₁₀H₅Cl₇).

Número de registro CAS: 76-44-8

Propiedades: Solubilidad en agua: 180 µg/L a 25° C; presión de vapor: 0.3 x 10⁻⁵ mm Hg a 20° C; log K_{ow}: 4.4-5.5.

Producción/Usos: El heptacloro se utiliza sobre todo contra insectos de suelo y termitas, y también contra insectos del algodón, saltamontes y el mosquito vector del paludismo. El heptacloro epóxido es un producto más estable de la descomposición del heptacloro.

Persistencia/destino: El heptacloro se metaboliza en heptacloro epóxido en suelos, plantas y animales. Éste es más estable en sistemas biológicos y es carcinógeno. La vida media del heptacloro en suelos de regiones templadas es de 0.75 a 2 años. Su alto coeficiente de partición crea las condiciones necesarias para que se bioconcentre en organismos.

Toxicidad: La toxicidad aguda del heptacloro en mamíferos es moderada (se han publicado valores de LD₅₀ de 40 a 119 mg/kg). La toxicidad en organismos acuáticos es mayor: se han encontrado valores de LC₅₀ de 0.11 µg/L en camarón rosado. La información sobre los efectos en seres humanos es limitada. El heptacloro es posiblemente carcinógeno en seres humanos (Grupo 2B de la IARC). Los niveles máximos de residuo que recomienda la FAO/OMS están entre 0.006 mg/kg de grasa láctea y 0.2 mg/kg de grasa en carne de ave o roja.

1.7.2.6. Diclorodifeniltricloroetano (DDT)

Nombre químico: 1,1,1-Tricloro-2,2-bis-(4-clorofenil)-etano (C₁₄H₉Cl₅).

Número de registro CAS: 50-29-3.

Propiedades: Solubilidad en agua: 1.2-5.5 µg/L a 25° C; presión de vapor: 0.2 x 10⁻⁶ mm Hg a 20° C; log K_{ow}: 6.19 en el caso del *p,p'*-DDT, 5.5 en el caso del *p,p'*-DDD y 5.7 en el caso del *p,p'*-DDE.

Descubrimiento/Uso: El DDT se utilizó por primera vez en la Segunda Guerra Mundial para controlar insectos vectores de enfermedades como el paludismo, dengue y tifoidea. Después se utilizó en una gran variedad de cultivos agrícolas. El producto técnico es una mezcla de aprox. 85% de *p,p'*-DDT y 15% de isómeros de *o,p'*-DDT.

Persistencia/destino: El DDT es muy persistente en suelos; su vida media puede llegar a ser de 15 años y de 7 días en el aire. También presenta factores de bioconcentración alta (del orden de 50,000 en peces y de 500,000 en bivalvos). En el medio ambiente, este compuesto se metaboliza principalmente en DDD y DDE.

Toxicidad: La concentración más baja reportada de DDT en dieta que causa adelgazamiento de los cascarones de huevo es de 0.6 mg/kg en el pato negro. Se ha registrado una LC₅₀ de 1.5 mg/L en perca americana y 56 mg/L en guppy. La toxicidad aguda del DDT en mamíferos es moderada; con una LD₅₀ en ratas de 113-118 mg/kg de peso corporal. El DDT tiene una actividad similar a la del estrógeno y es un posible carcinógeno en seres humanos (Grupo 2B de la IARC). El nivel máximo de residuo en alimentos que recomienda la OMS/FAO se encuentra entre 0.02 mg/kg de grasa láctea y 5 mg/kg de grasa de carne roja. Los niveles máximos permisibles de DDT en agua potable (OMS) son de 1.0 µg/L.

1.7.2.7 Toxafeno

Nombre químico: Bornanos y camfenos policlorados(C₁₀H₁₀Cl₈).

Número de registro CAS: 8001-35-2

Propiedades: Solubilidad en agua: 550 µg/L a 20° C; presión de vapor: 3.3 x 10⁻⁵ mm Hg a 25° C; log K_{ow}: 3.23-5.50.

Descubrimiento/Usos: Desde 1949 se ha utilizado como insecticida no sistémico con cierta actividad acaricida, sobre todo en el algodón, cereales, frutas, nueces y verduras. También se utilizaba para controlar ectoparásitos en ganado, tales como piojos, moscas, garrapatas, tiña y sarna. El producto técnico es una mezcla compleja de más de 300 congéneres, que contienen de 67 a 69% de cloro por peso.

Persistencia/destino: El toxafeno tiene una vida media en suelos de 100 días a 12 años. Se ha demostrado que se bioconcentra en organismos acuáticos (FBC de 4247 en peces mosquito y 76000 en trucha común).

Toxicidad: El toxafeno es sumamente tóxico en peces, con valores de LC_{50} a 96 horas que van desde 1.8 $\mu\text{g/L}$ en trucha arcoiris hasta 22 $\mu\text{g/L}$ en mojarra azul. Se observó que una exposición prolongada a 0.5 $\mu\text{g/L}$ reducía a cero la viabilidad del huevo. La toxicidad oral aguda va desde 49 mg/kg de peso corporal en perros hasta 365 mg/kg en conejillos de Indias. En estudios a largo plazo, el NOEL en ratas es de 0.35 mg/kg pc/día, y la LD_{50} se encuentra entre 60 y 293 mg/kg pc. Hay evidencias importantes de su potencial de perturbación endocrina. El toxafeno es carcinógeno en ratas y ratones, con un factor potencial de cáncer de 1.1 mg/kg/día en exposición oral. El toxafeno es un posible carcinógeno en seres humanos (Grupo 2B de la IARC).

1.7.2.6. Mirex

Nombre químico: 1,1a,2,2,3,3a,4,5,5,5a,6-Dodecaclorooctahidro-1,3,4-meteno-1h-ciclobuta[cd]pentaleno ($C_{10}Cl_{12}$).

Número de registro CAS: 2385-85-5

Propiedades: Solubilidad en agua: 0.07 $\mu\text{g/L}$ a 25° C; presión de vapor: 3×10^{-7} mm Hg a 25° C; log Kow: 5.28.

Descubrimiento/Usos: A mediados de los años 1950 comenzó a utilizarse en formulaciones plaguicidas, sobre todo para el control de hormigas. También es un retardante de fuego en plásticos, caucho, pinturas, papel y aparatos eléctricos. Las formulaciones de tipo técnico contienen 95.19% de mirex y 2.58% de clordecone; el resto no está especificado. Se denomina también mirex a los cebos compuestos de sémola de maíz, aceite de soya y mirex.

Persistencia/destino: El mirex es considerado como uno de los plaguicidas más estables y persistentes, cuya vida media en suelos llega hasta 10 años. Se han observado factores de bioconcentración de 2600 en camarón rosado y de 51400 en carpa cabezona. Debido a su volatilidad ($VP = 4.76$ Pa, $H = 52$ Pa m^3/mol), el mirex puede transportarse a grandes distancias

Toxicidad: La toxicidad aguda del mirex en mamíferos es moderada, con una LD_{50} de 235 mg/kg en ratas y una toxicidad dérmica de 80 mg/kg en conejos. El mirex también es tóxico en peces y puede afectar su conducta (LC_{50} [96 h] de 0.2 y 30 mg/L en trucha arcoiris y mojarra azul, respectivamente). Con niveles de exposición de 1 $\mu\text{g/L}$ se observó mortandad retardada en crustáceos. Existe evidencia de potencial de perturbación endocrina y posible riesgo de carcinogenicidad (Grupo 2B de la IARC).

1.7.2.7. Hexaclorobenceno (HCB)

Nombre químico: Hexaclorobenceno (C_6Cl_6)

Número de registro CAS: 118-74-1

Propiedades: Solubilidad en agua: 50 $\mu\text{g/L}$ a 20° C; presión de vapor: 1.09×10^{-5} mm Hg a 20° C; log Kow: 3.93-6.42.

Descubrimiento/Usos: El HCB se introdujo por primera vez en 1945 como fungicida para el tratamiento de semillas de cereales. Se utilizaba en pirotecnia, munición y caucho sintético. Hoy en día es mayormente un subproducto de la producción de un gran número de compuestos clorados, sobre todo bencenos menos clorados, solventes y diversos plaguicidas. El HCB se emite a la atmósfera como gas de combustión generado por las plantas incineradoras y la industria metalúrgica.

Persistencia/destino: El HCB tiene una vida media aproximada de 2.7-5.7 años en suelos y de 0.5-4.2 años en el aire. El HCB tiene un potencial de bioacumulación relativamente alto y una vida media prolongada en biota.

Toxicidad: La LC_{50} en peces oscila entre 50 y 200 $\mu\text{g/L}$. La toxicidad aguda del HCB es baja, con valores de LD_{50} de 3.5 mg/g en ratas. Se han observado ligeros efectos en el hígado de ratas con una dosis diaria de 0.25 mg HCB/kg pc. Se sabe que el HCB provoca deficiencia hepática en seres humanos (*Porfiria cutanea tarda*) y la IARC lo ha clasificado como posible carcinógeno en seres humanos (Grupo 2B).

1.7.3. Compuestos industriales

1.7.3.1. Bifenilos policlorados (PCB)

Nombre químico: Bifenilos policlorados ($C_{12}H_{(10-n)}Cl_n$, en que n va de 1 a 10).

Número de registro CAS: Diversos (ej.: Aroclor 1242: 53469-21-9, Aroclor 1254: 11097-69-1)

Propiedades: A mayor cloración, menor solubilidad en agua: de 0.01 a 0.0001 $\mu\text{g/L}$ a 25° C; presión de vapor: $1.6-0.003 \times 10^{-6}$ mm Hg a 20° C; log Kow: 4.3-8.26.

Descubrimiento/Usos: Los PCB se introdujeron en 1929 y se fabricaron en varios países con diversos nombres comerciales (Aroclor, Clophen, Phenoclor). Son químicamente estables y resistentes al calor. Se utilizaban en todo el mundo como aceites de transformadores y condensadores, líquidos hidráulicos y de termopermutador, y aceites para lubricación y corte. En teoría, existen en total 209 posibles congéneres de bifenilo policlorado. Cerca de 130 se utilizan en productos comerciales.

Persistencia/destino: La mayoría de los congéneres de PCB, sobre todo los que carecen de posiciones adyacentes no sustituidas en los anillos bifenilo (ej., 2,4,5-, 2,3,5- o 2,3,6-sustituidos en ambos anillos) son extremadamente persistentes en el medio ambiente. Se estima que tienen una vida media que va de tres semanas hasta dos años en el aire y, a excepción de los diclorobifenilos y monoclorobifenilos, de más de seis años en suelos y sedimentos aeróbicos. Los PCB tienen una vida media sumamente larga en peces adultos. Por ejemplo, un estudio de ocho años en anguilas determinó que la vida media del CB153 era de más de diez años.

Toxicidad: La LC_{50} en etapa larval de trucha arcoiris es de 0.32 $\mu\text{g/L}$, con un NOEL de 0.01 $\mu\text{g/L}$. Por lo regular, la toxicidad aguda de los BPC en mamíferos es baja, con valores de LD_{50} de 1 g/kg pc en ratas. Los PCB han sido clasificados como sustancias que provocan perturbación endocrina en organismos intactos. Los PCB son carcinógenos en animales de laboratorio y posibles carcinógenos en seres humanos (Grupo 2A de la IARC).

1.7.4. Subproductos no intencionales

1.5.4.1. Dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD) y dibenzofuranos policlorados (PCDF)

Nombre químico: Las PCDD ($C_{12}H_{(8-n)}Cl_nO_2$) y los PCDF ($C_{12}H_{(8-n)}Cl_nO$) puede contener entre 1 y 8 átomos de cloro. Las dioxinas y los furanos tienen 75 y 135 posibles isómeros posicionales, respectivamente.

Número de registro CAS: Diversos (2,3,7,8-TetraCDD: 1746-01-6; 2,3,7,8-TetraCDF: 51207-31-9).

Propiedades: Solubilidad en agua: en escala de 0.43 – 0.0002 ng/L a 25° C; presión de vapor: 2 – 0.007 $\times 10^{-6}$ mm Hg a 20° C; log Kow: en escala de 6.60 – 8.20 en el caso de congéneres tetra- a octa-sustituidos.

Descubrimiento/Usos: Las PCDD y los PCDF son derivados de la producción de otras sustancias químicas y pueden formarse en procesos de combustión e incineración a baja temperatura. No tienen uso conocido.

Persistencia/destino: Las PCDD y los PCDF se caracterizan por su lipofilia, semivolatilidad, resistencia a la degradación (vida media del TCDD en suelos: de 10 a 12 años) y transporte a grandes distancias. También se conocen por su capacidad de bioconcentración y biomagnificación en ciertas condiciones ambientales.

Toxicidad: Se han registrado efectos toxicológicos de los compuestos sustituidos 2,3,7,8 (17 congéneres) que son agonistas para el receptor de aril-hidrocarburo. Todas las PCDD y los PCDF 2,3,7,8-sustituidas, así como los PCB coplanares (sin sustitución de cloro en las posiciones orto) muestran el mismo tipo de respuesta biológica y tóxica. Algunos de los posibles efectos son toxicidad dérmica, inmunotoxicidad, efectos en la reproducción y teratogenicidad y perturbación endocrina. Las PCDD y los PCDF no son clasificables en cuanto a carcinogenicidad en seres humanos por ser los datos escasos o deficientes (Grupo 3 de la IARC). El

único efecto conocido persistente en seres humanos y asociado a la exposición a dioxinas es el cloracné. Los grupos más vulnerables son los fetos y los neonatos. Se han detectado efectos en el sistema inmunológico de ratones con dosis de 10 ng/kg pc/día, y en monos rhesus con dosis de 1-2 ng/kg pc/día. En ratas, se han observado efectos bioquímicos con dosis de 0.1 ng/kg pc/día. En una reevaluación de la ingesta diaria aceptable (IDA) de dioxinas, furanos (y un BPC planar), la OMS decidió recomendar un TEQ entre 1 y 4 pg/kg pc, pero el valor de ingesta aceptable por mes que se estableció más recientemente es de 1-70 TEQ pg/kg pc.

1.7.5. Compuestos de la región

1.7.5.1. Atrazina

Nombre químico: 2-Cloro-4-(etlamino)-6-(isopropilamino)-s-triazina (C₁₀H₆Cl₁₈).

Número de registro CAS: 19-12-24-9

Propiedades: Solubilidad en agua: 28 mg/L a 20° C; presión de vapor: 3.0 x 10⁻⁷ mm Hg a 20° C; log Kow: 2.34.

Descubrimiento/Usos: La atrazina es un herbicida selectivo de triazina que se utiliza para controlar malezas herbáceas y frondosas en maíz, sorgo, caña de azúcar, piña, pino de navidad, y otros cultivos, así como en las plantaciones de reforestación de coníferas. Se descubrió y comenzó a utilizarse en los años 1950. La atrazina todavía se usa mucho porque es barata y reduce eficazmente las pérdidas en cultivos por interferencia de malezas.

Persistencia/destino: Este producto químico no se adsorbe fuertemente en partículas de suelos y tiene una vida media larga (60 a >100 días). Pese a su solubilidad moderada en agua, la atrazina tiene un potencial elevado de contaminación de aguas subterráneas.

Toxicidad: La LD₅₀ oral de la atrazina es de 3090 mg/kg en ratas, 1750 mg/kg en ratones, 750 mg/kg en conejos y de 1000 mg/kg en hámsteres. La LD₅₀ dérmica en conejos es de 7500 mg/kg y en ratas es superior a los 3000 mg/kg. La atrazina no es prácticamente tóxica para las aves. La LD₅₀ es superior a los 2000 mg/kg en el ánade real. La atrazina es ligeramente tóxica en peces y otros organismos acuáticos. Su nivel de bioacumulación en peces es bajo. Los datos existentes en cuanto a su potencial carcinogénico no son concluyentes.

1.7.5.2.1.7.5.2. Hexaclorociclohexanos (HCH)

Nombre químico: 1,2,3,4,5,6-Hexaclorociclohexano (isómeros mezclados) (C₆H₆Cl₆).

Número de registro CAS: 608-73-1 (γ -HCH, lindano: 58-89-9).

Propiedades: γ HCH 11.8 solubilidad en agua: 7 mg/L a 20° C; presión de vapor: 3.3 x 10⁻⁵ mm Hg a 20° C; log Kow: 3.8.

Descubrimiento/Usos: Las formulaciones principales son: "HCH técnico", mezcla de diversos isómeros, entre ellos α HCH (55-80%), β -HCH (5-14%) y γ -HCH (8-15%), y "lindano", que es esencialmente γ HCH puro. El lindano ha sido uno de los insecticidas más utilizados en el mundo entero. En los años 1940 se descubrieron sus propiedades como insecticida. Se utiliza para controlar una gran variedad de insectos chupadores y masticadores y se ha utilizado para el tratamiento de semillas en suelos, en productos biocidas para el hogar, y como conservador de textiles y de madera.

Persistencia/destino: El lindano y otros isómeros de HCH son relativamente persistentes en suelo y agua, con una vida media normalmente superior a 1 y 2 años, respectivamente. Los HCH son mucho menos bioacumulativos que otros compuestos organoclorados debido a su lipofilia relativamente baja. Sus valores relativamente altos de vapor de presión, sobre todo del isómero α -HCH, determinan su transporte a grandes distancias en la atmósfera.

Toxicidad: El lindano es moderadamente tóxico en invertebrados y peces, con valores de LC₅₀ de 20-90 μ g/L. La toxicidad aguda en ratones y ratas es moderada, con valores de LD₅₀ entre 60-250 mg/kg. Según

algunos estudios, el lindano no tiene potencial mutagénico, pero ocasiona perturbaciones endocrinas. Los hexaclorociclohexanos son posibles carcinógenos en seres humanos (Grupo 2B de la IARC).

1.7.5.3. Parafinas cloradas (CP)

Nombre químico: Alcanos policlorados ($C_xH_{(2x-y+2)}Cl_y$), producidos por cloración de n-alcanos líquidos o cera de parafina, con un contenido de 30 a 70% de cloro. Estos productos generalmente se dividen en tres grupos, según la longitud de la cadena: cadena corta ($C_{10} - C_{13}$), media ($C_{14} - C_{17}$) y larga ($C_{18} - C_{30}$).

Número de registro CAS: 108171-26-2

Propiedades: Las propiedades varían según el contenido de cloro. Solubilidad en agua: de 1.7 a 236 $\mu\text{g/L}$ a 25° C; presión de vapor: 6.78×10^{-2} a 8.47×10^{-9} mm Hg a 20° C; log Kow: entre 5.06 y 8.12.

Descubrimiento/Usos: Se han utilizado sobre todo como plastificantes, principalmente en combinación con plastificantes primarios como ciertos ftalatos en PVC flexibles. Las parafinas cloradas ofrecen algunas ventajas técnicas; la más importante de ellas es la de mejorar las propiedades ignífugas y la lubricación de extrema presión.

Persistencia/destino: Las parafinas cloradas pueden emitirse en el medio ambiente debido a la incorrecta eliminación de fluidos metalúrgicos o de polímeros que contienen parafinas cloradas. La fuga de parafinas cloradas por el lixiviado de pinturas y revestimientos también puede contribuir a la contaminación ambiental. Las parafinas cloradas de cadena con menos de 50% de cloro parecen degradarse en condiciones aeróbicas. Los compuestos de cadena mediana y larga se degradan más lentamente. Las parafinas cloradas se bioacumulan. Las sustancias con contenido más bajo de cloro se ingieren y eliminan más rápido.

Toxicidad: La toxicidad aguda de las parafinas cloradas en mamíferos es baja, con valores de LD_{50} orales entre 4 y 50 g/kg pc, pero en experimentos con dosis repetidas, se han observado efectos en el hígado a dosis de 10 - 100 mg/kg pc/día. Los análisis de laboratorio con compuestos de cadena mediana y corta han mostrado efectos tóxicos en peces y otros organismos acuáticos después de exposición prolongada. El NOEL parece situarse entre 2 y 5 $\mu\text{g/L}$ para las especies más vulnerables analizadas. Las parafinas cloradas son posibles carcinógenos en seres humanos (Grupo 2B de la IARC).

1.7.5.4. Endosulfán

Nombre químico: 6,7,8,9,10,10-Hexacloro-1,5,5a,6,9,9a-hexahidro-6,9-metano-2,4,3-benzodioxatíepin-3-óxido ($C_9H_6Cl_6O_3S$).

Número de registro CAS: 115-29-7.

Propiedades: Solubilidad en agua: 320 $\mu\text{g/L}$ a 25° C; presión de vapor: 0.17×10^{-4} mm Hg a 25° C; log Kow: 2.23-3.62.

Descubrimiento/Usos: El endosulfán se introdujo por primera vez en 1954. Se utiliza como insecticida de contacto y de ingestión y acaricida en una gran variedad de cultivos comestibles y no comestibles (té, verduras, frutas, tabaco, algodón), y controla más de 100 tipos de insectos plaga. Las formulaciones de endosulfán se utilizan en la agricultura comercial y jardinería, así como para la conservación de maderas. El producto técnico contiene por lo menos 94% de dos isómeros puros, endosulfán α - y β .

Persistencia/destino: Tiene una persistencia moderada en suelos, y una vida media promedio de 50 días. Los dos isómeros presentan distintos tiempos de degradación en suelos (en condiciones neutras, la vida media de los isómeros α y β es de 35 y 150 días, respectivamente). El endosulfán tiene una capacidad moderada de adsorción en suelos. No es probable su lixiviación en aguas subterráneas. En plantas, el endosulfán se descompone rápidamente en el respectivo sulfato en la mayoría de las frutas y verduras. Cincuenta por ciento del residuo genitor se pierde al cabo de 3 a 7 días.

Toxicidad: El endosulfán tiene una toxicidad moderadamente alta en especies de aves (ánade real: LD_{50} oral de 31 - 243 mg/kg) y es muy tóxico en organismos acuáticos (LC_{50} a 96 horas de 1.5 $\mu\text{g/L}$ en trucha arcoiris). También ha mostrado toxicidad alta en ratas (LD_{50} oral: 18 - 160 mg/kg, y dérmica: 78 - 359 mg/kg). Las ratas hembra parecen ser 4 o 5 veces más vulnerables a los efectos letales del endosulfán técnico que los

machos. Se considera que el isómero α es más tóxico que el β . Existe fuerte evidencia de su potencial de perturbación endocrina.

1.7.5.5. Pentaclorofenol (PCP)

Nombre químico: Pentaclorofenol (C_6Cl_5OH).

Número de registro CAS: 87-86-5.

Propiedades: Solubilidad en agua: 14 mg/L a 20° C; presión de vapor: 16×10^{-5} mm Hg a 20° C; log Kow: 3.32 – 5.86.

Descubrimiento/Usos: Se utiliza como insecticida (termiticida), fungicida, herbicida de contacto no selectivo (defoliante) y, sobre todo como conservador de madera. También se utiliza en pinturas anti-incrustantes y en otros materiales (textiles, tintas, pinturas, desinfectantes y limpiadores) como inhibidor de la fermentación. El PCP técnico contiene cantidades residuales de PCDD y PCDF.

Persistencia/destino: El índice de fotocomposición aumenta con el pH ($t_{1/2}$ 100 h. con un pH de 3.3, y 3.5 hrs. con un pH de 7.3.). La descomposición total en suspensiones de suelo lleva >72 días. Se han registrado vidas medias de 23 a 178 días. El PCP se enriquece a lo largo de la cadena alimentaria, pero se elimina rápidamente al detener la exposición ($t_{1/2} = 10$ -24 h en peces).

Toxicidad: El PCP es sumamente tóxico en organismos acuáticos y tiene ciertos efectos en la salud de seres humanos. Despide un olor desagradable a concentraciones incluso muy bajas. Los valores de LC_{50} de 24 h que se observaron en truchas son de 0.2 mg/L. Se ha observado toxicidad crónica con concentraciones hasta de 3.2 μ g/L. La toxicidad aguda del PCP en mamíferos es de moderada a elevada. La LD_{50} oral en ratas va de 50 a 210 mg/kg pc. El LC_{50} va desde 0.093 mg/L en truchas arcoiris (48 h) hasta 77-0.97 mg/L en guppy (96 h) y 0.47 mg/L en carpa cabezona (48 h). El PCP es un posible carcinógeno en seres humanos (Grupo 2B de la IARC).

1.7.5.6. Hexabromobifenilo

Nombre químico: Hexabromobifenilo ($C_{12}H_4Br_6$).

Número de registro CAS: 59536-65-1

Propiedades: Solubilidad en agua: 0.6 μ g/L a 25° C; presión de vapor: 10^{-7} mm Hg a 20° C; log Kow: 6.39.

Descubrimiento/Usos: Los bifenilos polibromados (PBB) comenzaron a producirse en 1970. El hexabromobifenilo se utilizaba como retardante de llama principalmente en termoplásticos para fabricación de aparatos de oficina y productos para la construcción, industriales y eléctricos. Se utilizaban pequeñas cantidades como retardante del fuego en revestimientos y lacas, y en espuma de poliuretano para tapicería de autos.

Persistencia/destino: El hexabromobifenilo se adsorbe con fuerza en suelos y sedimentos y suele ser persistente en el medio ambiente. El hexabromobifenilo es resistente a la degradación química y biológica. Se ha encontrado hexabromobifenilo en varias muestras de sedimento de estuarios de grandes ríos así como en peces comestibles.

Toxicidad: Existen pocos datos sobre toxicidad con análisis de breve plazo en organismos acuáticos. Los valores de LD_{50} de mezclas comerciales muestran un nivel de toxicidad aguda relativamente bajo (la LD_{50} está entre > 1 y 21.5 g/kg peso corporal en roedores de laboratorio). La exposición oral de animales de laboratorio a los PBB han provocado pérdida de peso, afecciones cutáneas, efectos en el sistema nervioso, y defectos de nacimiento en crías. Los seres humanos expuestos mediante alimentos contaminados han presentado afecciones cutáneas como acné y pérdida de cabello. Los PBB provocan perturbación endocrina y son posibles carcinógenos en seres humanos (Grupo 2B de la IARC).

1.7.5.7. Éteres de bifenilo polibromado (PBDE)

Nombre químico: Éteres de bifenilo polibromado ($C_{12}H_{(10-n)}Br_nO$, donde $n = 1$ -10). En total, existen 209 congéneres, y en mezclas comerciales predominan los isómeros de sustitución tetra, penta y octa.

Número de registro CAS: Diversos (PeBDE: 32534-81-9; OBDE: 32536-52-0; DeBDE: 1163-19-5)

Propiedades: Solubilidad en agua: 0.9 ng/L a 25° C (PeBDE); presión de vapor: 3.85×10^{-3} a $<10^{-7}$ mmHg a 20-25° C; log Kow: 4.28 - 9.9.

Descubrimiento/Usos: Desde los años 1960 se producen tres formulaciones comerciales de PBDE. El producto pentabromado se utiliza principalmente como retardante de llama en espumas de poliuretano para muebles, forros de tapiz y alfombra, y ropa de cama. El octa comercial es una mezcla de éteres hexa- (10-12%), hepta- (44-46%), octa- (33-35%) y nonabromobifenilo (10-11%). Se utiliza como ignífugo en una gran variedad de termoplásticos, y se recomienda para aplicaciones de moldeo por inyección como en el caso del poliestireno de alto impacto (PAI). El producto deca (un congénere solo) se utiliza principalmente para textiles y plásticos más densos, como receptáculos de diversos aparatos eléctricos, sobre todo televisores y computadoras.

Persistencia/destino: Aunque son limitados, los datos sobre destino ambiental sugieren que la biodegradación no representa una forma importante de degradación, pero que la fotodegradación puede desempeñar un papel significativo. Se han encontrado grandes concentraciones de PBDE en aves y mamíferos marinos de zonas remotas. Las vidas medias de los componentes de PBDE en el tejido adiposo de ratas varía entre 19 y 119 días, y el valor más elevado corresponde a los congéneres más bromados.

Toxicidad: Los datos existentes sugieren que los congéneres de PBDE más bajos (tetra a hexa) pueden ser carcinógenos, tóxicos para el desarrollo neuronal y perturbadores endocrinos. Los estudios en ratas con PeBDE comercial indican una baja toxicidad aguda por exposición vía oral y dérmica, con valores de LD₅₀ de > 2000 mg/kg pc. En un estudio de 30 días en ratas, se observaron efectos hepáticos con dosis de 2 mg/kg pc/día, y un NOEL de 1mg/kg pc/día. También se ha estudiado la toxicidad para la *Daphnia magna* y se ha observado una LC₅₀ de 14 µg/L con una NOEC de 4.9 µg/L. Aunque los datos sobre toxicología son limitados, los PBDE pueden tener características de perturbación endocrina y los efectos de la exposición en la salud humana son motivo de preocupación.

1.7.5.8. Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH)

Nombre químico: Los PAH son un grupo de compuestos que contienen dos o más enlaces aromáticos fusionados.

Número de registro CAS: Diversos

Propiedades: Solubilidad en agua: 0.00014 -2.1 mg/L a 25° C; presión de vapor: de 0.0015×10^{-9} a 0.0051 mmHg a 25° C; log Kow: 4.79-8.20

Descubrimiento/Usos: La mayoría de los PAH se forman durante la combustión incompleta de material orgánico. La composición de una mezcla de PAH varía según la(s) fuente(s) y por determinados efectos de la acción del clima.

Persistencia/destino: La persistencia de los PAH varía según su peso molecular. Los PAH con bajo peso molecular se degradan con mayor facilidad. Las vidas medias registradas del naftaleno, antraceno y benzopireno en sedimento son de 9, 43 y 83 horas, respectivamente. Los PAH con mayor peso molecular tienen vidas medias en suelos y sedimentos de varios años. El BCF en organismos acuáticos suele oscilar entre 100 y 2000 y aumenta según el tamaño molecular. Debido a su extensa distribución, los PAH representan un problema ambiental a nivel mundial.

Toxicidad: La toxicidad aguda de los PAH de bajo peso molecular es moderada: en ratas, la LD₅₀ del naftaleno es de 490 y la del antraceno de 18000 mg/kg peso corporal, mientras que los PAH con mayor peso molecular son mucho más tóxicos. Así, la LD₅₀ del benzoantraceno es de 10mg/kg peso corporal en ratones. En *Daphnia pulex*, la LC₅₀ es de 1.0 mg/L para el naftaleno, de 0.1 mg/L para el fenantreno y de 0.005 mg/L para el benzopireno. El efecto crítico de muchos PAH en mamíferos es su potencial carcinógeno. La actividad metabólica de estas sustancias produce intermediarios que forman enlaces covalentes con el ADN celular. La IARC ha clasificado al benzatranceno, el benzopireno y el dibenzoantraceno como posibles carcinógenos en

seres humanos (Grupo 2A). El benzo[b]fluoranteno y el indeno[1,2,3-c,d]pireno fueron clasificados como posibles carcinógenos en seres humanos (Grupo 2B).

1.7.5.9. Ftalatos

Nombre químico: Los ftalatos engloban un variado grupo de compuestos. Dimetilftalato (DMP), dietilftalato (DEP), dibutilftalato (DBP), benzilbutilftalato (BBP), di(2-etilexil)ftalato (DEHP)(C₂₄H₃₈O₄) y dioctilftalato (DOP) son los más comunes.

Número de registro CAS: 84-74-2 (DBP), 85-68-7 (BBP), 117-81-7 (DEHP).

Propiedades: Las propiedades fisicoquímicas de los ésteres de ácido ftálico varían enormemente según las fracciones de alcohol. Solubilidad en agua: 9.9 mg/L (DBP) y 0.3 mg/L (DEHP) a 25° C; presión de vapor: 3.5 x 10⁻⁵ (DBP) y 6.4 x 10⁻⁶ (DEHP) mm Hg a 25° C; log Kow: 1.5 to 7.1.

Descubrimiento/Usos: Se utilizan mucho como plastificantes, repelentes de insectos y solventes para acetato de celulosa en la fabricación de barnices y lubricantes. El plástico de vinil puede contener hasta 40% de DEHP.

Persistencia/destino: Los ftalatos son contaminantes ubicuos de sedimentos marinos, estuarinos y de aguas dulces, lodos de depuración, suelos y alimentos. Sus valores de degradación (t^{1/2}) van de 1 a 30 días en suelos y aguas dulces.

Toxicidad: Por lo regular, los ftalatos tiene baja toxicidad aguda: la LD₅₀ oral en el caso del DEHP es de 25-34 g/kg, según la especie; en el caso del DBP, la LD₅₀ registrada en ratas tras suministro oral se encuentra entre 8 y 20 g/kg peso corporal; en ratones, los valores son de aproximadamente 5 y 16 g/kg peso corporal. A los niveles bajos en que suele estar presente, el DEHP no es tóxico en comunidades acuáticas. En animales, los niveles elevados de DEHP afectan hígado y riñón así como la capacidad de reproducción. Se ha observado que los ftalatos son perturbadores endocrinos. No se puede clasificar a los ftalatos como carcinógenos en seres humanos ya que los datos son escasos o deficientes (Grupo 3 de la IARC). La EPA propuso una Concentración máxima permisible (*Maximum Admissible Concentration, MAC*) de 6 µg/L de DEHP en agua potable.

1.7.5.10. Nonilfenol y octilfenol

Nombre químico: NF: C₁₅H₂₄O; OF: C₁₄H₂₂O.

Número de registro CAS: 25154-52-3 (NF).

Propiedades: Solubilidad en agua: 6.3 µg/L (NF) a 25° C; presión de vapor: 7.5 x 10⁻⁴ mm Hg a 20° C (NF); log Kow: 4.5 (NF) y 5.92 (OF).

Descubrimiento/Usos: El NF y el OF son compuestos de base en la síntesis de etoxilados de alquilfenol (APE), y se usaron por primera vez en los años 1960. Estos compuestos son agentes limpiadores y tensoactivos sumamente efectivos que se han utilizado mucho en diversas aplicaciones industriales, como textiles, pulpa y papel, pinturas, adhesivos, resinas y recubrimientos de protección. Se utilizan derivados de fosfito de alquilfenol como estabilizadores UV en plásticos.

Persistencia/destino: El NF y el OF son los productos finales de la degradación de los APE en condiciones aeróbicas y anaeróbicas. Por eso, la mayor parte se libera en el agua y se concentra en lodos de depuración. Los NF y los t-OF son persistentes en el medio ambiente y sus vidas medias son de 30-60 años en sedimentos marinos, 1-3 semanas en aguas estuarinas y 10-48 horas en la atmósfera. Debido a su persistencia, pueden acumularse considerablemente en especies acuáticas. Sin embargo, su excreción y metabolismo es rápido.

Toxicidad: Los valores de toxicidad aguda del NF y el OF en peces, invertebrados y algas van de 17 y 3,000 µg/L. En análisis de toxicidad crónica se determinaron NOEC de 6 µg/L en peces y de 3.7 µg/L en invertebrados. El umbral de inducción de vitellogenin en peces es de 10 µg/L en el caso del NF y de 3 µg/L en el caso del OF (similar al NOEC más bajo). Los alquilfenoles son sustancias químicas que provocan perturbaciones endocrinas también en mamíferos.

1.7.5.11. Compuestos orgánicos de estaño

Nombre químico: Los compuestos orgánicos de estaño comprenden compuestos mono-, di-, tri- y tetrabutyl y trifenil estaño. Se identifican por la siguiente fórmula general: $(n-C_4H_9)_nSn-X$ y $(C_6H_5)_3Sn-X$, en que X es un anión o un grupo con enlaces covalentes mediante un átomo hetero.

Número de registro CAS: 56-35-9 (TBTO); 76-87-9 (TPTOH)

Propiedades: Solubilidad en agua: 4 mg/L (TBTO) y 1 mg/L (TPTOH) a 25° C y pH 7; presión de vapor: 7.5×10^{-7} mm Hg a 20° C (TBTO) 3.5×10^{-8} mmHg a 50° C (TPTOH); log Kow: 3.19 - 3.84. En aguas marinas y en condiciones normales, el TBT está presente de tres formas (hidróxido, cloro y carbonato).

Descubrimiento/Usos: Los compuestos orgánicos de estaño se utilizan principalmente como pinturas anti-incrustantes (tributyl y trifenil estaño) para estructuras submarinas y barcos. También se utilizan, aunque en menor grado, como agentes antisépticos o desinfectantes en textiles y sistemas de aguas industriales, como sistemas de torre de enfriamiento y de aguas de refrigeración, de molienda de papel y pulpa de madera, y en la fabricación de cerveza. También se utilizan como estabilizadores en plásticos y como agentes catalizadores en la fabricación de espuma flexible, así como para controlar la esquistosomiasis.

Persistencia/destino: En condiciones aeróbicas, el TBT se degrada en un periodo de 1 a 3 meses, mientras que en suelos anaeróbicos puede persistir durante más de dos años. Dada su baja solubilidad en agua, se adhiere con fuerza a materiales suspendidos y sedimentos. El TBT es lipofílico y tiende a acumularse en organismos acuáticos. Las ostras expuestas a concentraciones muy bajas presentan valores de FBC entre 1,000 y 6,000.

Toxicidad: El TBT es moderadamente tóxico y todos sus derivados son incluso menos tóxicos. A principios de los años 1980, en Francia, se descubrió su impacto en el medio ambiente, observándose efectos nocivos en organismos acuáticos, como malformaciones de conchas de ostras, imposex en caracoles marinos y menor resistencia a infecciones (ej., en lenguado). Los moluscos reaccionan adversamente ante niveles muy bajos de TBT (0.06-2.3 ug/L). Las larvas de langosta presentan cese casi total del crecimiento con niveles de apenas 1.0 ug/L de TBT. En análisis de laboratorio, la reproducción se inhibe cuando, al exponer a los caracoles hembras a 0.05-0.003 ug/L de TBT, desarrollan características de caracoles macho. Se ha demostrado que grandes dosis de TBT dañan los sistemas reproductivo y nervioso central, la estructura ósea y el conducto hepático de los mamíferos.

1.7.5.12. Compuestos orgánicos de mercurio

Nombre químico: El compuesto de mayor preocupación es el metilmercurio, $Hg(CH_3)_2$.

Número de registro CAS: 22967-92-6

Propiedades: Solubilidad en agua: 0.1 g/L a 21° C ($HgCH_3Cl$) y 1.0 g/L a 25° C ($Hg(CH_3)_2$); presión de vapor: 8.5×10^{-3} mm Hg a 25° C ($HgCH_3Cl$); log Kow: 1.6 ($HgCH_3Cl$) y 2.28 ($Hg(CH_3)_2$).

Producción/Usos: Existen muchas fuentes emisoras de mercurio en el medio ambiente, tanto naturales (volcanes, depósitos de mercurio y volatilización desde los océanos) como antropógenas (combustión de carbón, industria cloro-alcalina, incineración de desechos y procesamiento de metales). El mercurio también se utiliza en termómetros, baterías, lámparas, procesos industriales, refinamiento, aceites lubricantes y amalgamas dentales. El metilmercurio no se utiliza a nivel industrial; se forma en el medio ambiente por metilación de iones de mercurio inorgánico, sobre todo por efecto de microorganismos en aguas y suelos.

Persistencia/destino: El mercurio liberado en el medio ambiente puede permanecer cerca de su fuente durante largos periodos, o dispersarse extensamente a escala regional, e incluso mundial. Los compuestos metilados de mercurio son tóxicos y altamente bioacumulativos. El contenido de mercurio asciende por la cadena alimentaria acuática, lo que genera niveles de mercurio relativamente altos en peces consumidos por humanos. Sólo se absorbe 0.01% del mercurio elemental ingerido, pero el metilmercurio es absorbido casi al 100% por el tracto gastrointestinal. La vida media biológica del mercurio es de 60 días.

Toxicidad: La exposición prolongada a los compuestos orgánicos e inorgánicos de mercurio puede dañar de forma permanente el cerebro, los riñones y el feto en desarrollo. El sistema nervioso parece ser el blanco más

vulnerable en exposición a bajos niveles de compuestos de mercurio metálico y orgánico. Los compuestos de metilmercurio son posibles carcinógenos en seres humanos (Grupo 2B de la IARC).

1.7.5.13. Compuestos orgánicos de plomo

Nombre químico: Los compuestos de alquilplomo pueden reducirse a tetrametilplomo (TMP, $Pb(CH_3)_4$) y tetraetilplomo (TEP, $Pb(C_2H_5)_4$).

Número de registro CAS: 75-74-1 (TMP) y 78-00-2 (TEP).

Propiedades: Solubilidad en agua: 17.9 mg/L (TMP) y 0.29 mg/L (TEP) a 25° C; presión de vapor: 22.5 y 0.15 mm Hg a 20° C para el TMP y el TEP, respectivamente.

Descubrimiento/Usos: El tetrametilplomo y el tetraetilplomo se utilizaron profusamente como aditivos antidetonantes en gasolina. Las liberaciones de TMP y TEP se redujeron enormemente con la introducción de la gasolina sin plomo, a fines de los años 1970, primero en los Estados Unidos, y luego en otras partes del mundo. Sin embargo, aún existe la gasolina con plomo, que contribuye a la emisión de TEP y, en menor grado, de TMP, en el medio ambiente. También se siguen reciclando y fabricando baterías con plomo.

Persistencia/destino: En el aire o en soluciones acuosas se produce desalkilación, generando las formas menos alkiladas y, por último, plomo inorgánico. Sin embargo, hay escasa evidencia de que en ciertas circunstancias pueda efectuarse la metilación natural de sales de plomo. Se ha observado bioacumulación mínima de TEP en camarones (650x), mejillones (120x) y platija(130x) y de TMP en camarón (20x) , mejillón (170x), y platija (60x).

Toxicidad: La toxicidad aguda de TEL y TML es moderada en mamíferos y alta en biota acuática. La LD50 (rata, oral) de TEL es de 35 mg Pb/kg y de 108 mg Pb/kg para TML. La LC50 (peces, 96 horas) para TEL es de 0.02 mg/kg y para TML es de 0.11 mg/kg. Los compuestos orgánicos de plomo no son clasificables en cuanto a carcinogenicidad en seres humanos por ser los datos insuficientes o incorrectos (Grupo 3 de la IARC)

1.8. RESUMEN

En el año 2000 se emprendió, en 12 regiones, el proyecto de evaluación de efectos ambientales y en la salud de las sustancias tóxicas persistentes (STP) del Fondo para el Medio Ambiente Mundial del PNUMA. El informe que aquí se presenta es el informe de la Región de América Central y el Caribe (Región X), que comprende 23 países y un total de 136 millones de habitantes en las Antillas Mayores, las islas del este y del sur de las Antillas Menores, las Bahamas, Belice, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, la Guyana, Honduras, Nicaragua, Panamá, Surinam y Venezuela.

El proyecto señala las fuentes de STP más importantes, determina su impacto en el medio ambiente y la salud humana, evalúa su transporte transfronterizo, estima las causas que originan los problemas relativos a las STP, estudia la capacidad regional para resolver esos problemas, establece prioridades regionales en lo relativo a STP, medio ambiente y salud, y contribuya a definir prioridades globales en cuanto a STP.

La estructura del proyecto está compuesta por un Director de proyecto de la División de Productos Químicos del PNUMA, en Ginebra, un Grupo Directivo, Coordinadores regionales y Equipos regionales. El componente regional se ocupa de los doce contaminantes orgánicos persistentes (COP) incluidos en el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes de 2001: aldrina, endrina, dieldrina, clordano, DDT, toxafeno, mirex, heptacloro, hexaclorobenceno, bifenilos policlorados (PCB), dibenzodioxinas policloradas (PCDD), dibenzofuranos policlorados (PCDF) y una lista regional de compuestos: atrazina, endosulfán, pentaclorofenol, éteres de bifenilo polibromado, lindano, compuestos orgánicos de plomo, compuestos orgánicos de mercurio, compuestos orgánicos de estaño, fenoles policlorados, hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), parafinas de cadena corta, ftalatos, octilfenoles y nonilfenoles.

Se aprovecharon datos ya existentes sobre fuentes, concentraciones ambientales, efectos en la salud y el medio ambiente. En los talleres en los que participaron representantes de diversos países se definieron las

prioridades regionales respecto a los compuestos y las acciones. La mayoría de los países de la Región X dependen en gran medida de la agricultura, pero la minería, el turismo y la manufactura son sectores importantes en algunos de ellos. La distribución de la producción por sectores determina el patrón de uso de STP, pero una parte de la carga de contaminantes proviene del exterior de la región X.

2. FUENTES DE STP

2.1. INFORMACIÓN DE BASE SOBRE FUENTES DE STP

Las STP pueden introducirse en el medio ambiente a partir de diversas fuentes y actividades. Algunas fuentes puntuales y difusas son las zonas agrícolas e industriales, viviendas, tránsito vehicular y operaciones de eliminación de desechos.

Las fuentes más importantes de STP en América Central y el Caribe son los sectores agrícola, energético, industrial, de desechos y marino. Hay pocos datos sobre STP relacionados con plaguicidas, tanto nuevos como obsoletos, usados en la agricultura y para el control de vectores, PCB en aceites de transformadores, y PAH provenientes del petróleo, derivados del petróleo, emisiones de motores, y desechos de petróleo. Entre los años 1950 y 1970, el sector agrícola utilizó profusamente aldrina, dieldrina, lindano y toxafeno, entre otros. Además, el DDT se utilizó en tratamientos de salud pública, contra vectores de enfermedades en seres humanos y animales. Sin embargo, no hay datos fidedignos de esa época sobre la importación de los plaguicidas que hoy se clasifican como STP, ni datos relacionados con los niveles ambientales o los efectos nocivos de esas sustancias.

No están documentadas las fuentes de subproductos no intencionales como las dioxinas y los furanos. La combustión, sobre todo de desechos urbanos, de cultivos (como la caña de azúcar) y para el desmonte es una práctica común en la región y constituye una fuente potencial de PCDD, PCDF, HCB y PAH. Hay pruebas circunstanciales de la presencia de compuestos orgánicos de estaño en el medio ambiente marino, ya que se han utilizado como agentes anti-incrustantes en pinturas marinas, y algunos de los países de la región los importan como plaguicidas. La gasolina con plomo aún se utiliza en algunos países de la región y constituye una fuente de compuestos orgánicos de plomo. Otra fuente de plomo son las baterías de automóviles que lo contienen. El uso industrial, comercial y doméstico de solventes clorados representa una inquietud adicional.

Se necesitan inventarios de fuentes y de emisiones para poder armar y poner en práctica estrategias de control de riesgos relacionados con las STP y otros productos químicos. No hay inventarios nacionales ni regionales exhaustivos.

2.2. PLAGUICIDAS

En la región se importan grandes cantidades de plaguicidas para su uso en el sector agrícola y para el control de vectores. La agricultura es una actividad económica importante en todos los países de la región. Los principales cultivos, con variaciones según las zonas, son la caña de azúcar, café, plátano, naranja, piña, maíz, algodón, verduras, arroz, cacao, frijol, tubérculos, entre otros (Tabla 2.1.). Las extensiones disponibles para cultivo se están reduciendo y se exige más productividad de ellas. Con esta finalidad, así como para satisfacer los requisitos de exportación de los mercados internacionales, se utilizan grandes cantidades de plaguicidas. La agricultura se ha diversificado en razón de las experiencias negativas con monocultivos, sobre todo en las islas del Caribe, y con el fin de ofrecer alimentos producidos en la zona. Ello ha originado el cultivo de tomates, verduras, plátano y jengibre, entre otros productos, acompañado ocasionalmente por el uso de nuevos plaguicidas o dosis mayores de éstos.

También se emplean plaguicidas en el ganado y los hogares.

Tabla 2.1. Principales cultivos en América Central y el Caribe (en hectáreas)

País	Café	Caña de azúcar	Plátano	Maíz	Cacao
Barbados	SID	9 000 (azúcar y algodón)	SID	SID	SID
Belice	SID	57 322	4 663	35 019	SID
Colombia (1999)	2 049 244	447 568	123 756	150 184	SID
Costa Rica (2000)	106 000	46 000	48 080	10 395	3 550
Dominica	SID	SID	SID	SID	SID
El Salvador	162 731	71 957	2 970	288 328	SID
Granada	SID	530	3 560	SID	4 460
Guatemala (1996)	380 000	154 000	13 300	576 170	SID
Guyana (producción, 2001)	SID	284 477 ton.	SID	SID	SID
Honduras (producción, 2000)	4 266 000 qq	81 305 000 qq	9 463 000 qq	11 285 000 qq	SID
Jamaica (producción)	13 408 ton.	2 231 000 ton.	43 052 ton.	SID	2 325 ton.
Nicaragua	134 388	79 816	2 451	373 479	SID
Panamá	SID	SID	SID	SID	SID
República Dominicana	SID	SID	11 564	23 212	SID
San Kitts y Nevis	SID	4 050	SID	SID	SID
Santa Lucía	41	SID	5 346	SID	285
San Vicente y las Granadinas	SID	SID	486	SID	SID
Trinidad y Tobago (producción)	343 ton.	112 000 ton.	SID	SID	SID
Venezuela (1997)	171 376	155 376	SID	651 697	51 573

Fuente: Informes nacionales. SID: Sin información documentada

Algunos de los plaguicidas con STP fueron introducidos en la región en los años 1950. En América Central, su uso se intensificó a la par de la integración económica de los países de esta región. En el Caribe y en Colombia, este incremento coincidió con un proceso de aceleración económica similar. En los países desarrollados, casi todos los plaguicidas organoclorados fueron restringidos a principios de los años 1970. Desde 1980, la mayoría de ellos fueron restringidos o prohibidos en América Central (Tabla 2.2.). De 1974 a 1975, Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Honduras utilizaron 16 millones de kg de compuestos organoclorados en la producción de algodón, lo que representa 56.5% de todos los insecticidas en uso (Murray, 1994).

Tabla 2.2. Situación jurídica del uso de plaguicidas orgánicos en América Central y el Caribe

Plaguicida	BAR	BEL	COL	CR	CUB	DCA	GUA	HON	JAM	NIC	PAN	R.D.	SAL	VEN
Aldrina	P 1987	P 1985	P 1988	P 1988	P 1989	P	P 1988	P 1991	P 1999	P 1977	P 1987	P 1991	P 1980	R 1983
Atrazina		U 1997		U 1997			U 1997	U 1997		U 1997	U 1997		U 1997	
Clordano	P 1986	U 1985	P 1988	P 1991	P 1989	P	P 1988	P 1999	P 1999		P 1987		P 1986	P 1983
DDT	P 1967	R 1990	P 1993	P 1988	P 1989	P	P 1979	P 1991	P 1999	P 1980	P 1987	P 1991	P 1980	R 1983
Dieldrina	P	P 1985	P 1988	P 1988	P 1989	P	P 1988	P 1991	P 1999	P 1981	P 1987	P 1991	P 1986	P 1983
Endosulfán		P 1985	P 2001	U 1997			U 1997	R 1991		U 1997	R 1992		U 1997	
Endrina	P	P 1985	P 1986	P 1990	P 1989		P 1988		P 1999	P 1981	P 1987		P 1986	P 1983
Heptacloro	P	P 1985	P 1988	P 1989	P 1989	P	P 1988	P 1991	P 1999	R 1992	P 1997	P 1991	P 1986	P 1983
Hexacloro-benceno			P 1993	Nunca se registró			P		P 1999	Nunca se registró	P 1987		P 2000	
Lindano	P 1989	R 1990		P 1989	P 1989		P 1988	P 1991	P 1999	P 1977	P 1987	P 1991	P 2000	
Mirex		R 1990	P 1993	R 1989	P 1989			P 1991	P 1999		R 1992		P 2000	P 1983
Pentacloro-Fenol		R 1990		P 1990				R 1988	P 1999	P	P 1987		P 2000	
Toxafeno		P 1985	P 1988	P 1988	P 1989		P 1988	P 1991	P 1999	R,P	P 1987		P 1988	P

P: Prohibido, R: Restringido, U: Registrado

BAR: Barbados, BEL: Belice, COL: Colombia, CR: Costa Rica, CUB: Cuba, DCA, Dominica, GUA: Guatemala, HON: Honduras, JAM: Jamaica, NIC: Nicaragua, PAN: Panamá, R.D.: República Dominicana, SAL: El Salvador, VEN: Venezuela

Notas: Trinidad y Tobago indica haber importado atrazina y endosulfán en 2001. En Santa Lucía todos los plaguicidas organoclorados están prohibidos.

Fuentes: IRET, 1999; OPS, 2001; ICA, 2001; Min. de Salud y Desarrollo Social de la Rep. de Venezuela (comunicación personal).

2.2.1. Aldrina y dieldrina

La aldrina se ha producido y comercializado a nivel mundial desde 1950. La aldrina y la dieldrina se utilizaban como insecticidas de amplio espectro para proteger cultivos como algodón, maíz y cítricos, así como para combatir las termitas. Hubo en Panamá una pequeña empresa que producía formulaciones de aldrina para uso agrícola durante las décadas de 1970 y 1980 (Espinoza, 2002). Durante el periodo de 1970 a

1978 las importaciones de aldrina en este país fueron de 198 toneladas. Costa Rica importó 105 toneladas de aldrina y dieldrina entre 1977 y 1980 (De la Cruz, 1994; Higalco, 1986). No se registraron importaciones de estas dos sustancias en Costa Rica porque desde 1988 fueron prohibidas. En todos los países centroamericanos y en casi todos los caribeños la aldrina y la dieldrina están prohibidas o canceladas (Tabla 2.2.). La aldrina y la dieldrina se utilizaron durante 1950-1970 en Río Cobre, Jamaica, para el control de *eupoecila australasiae*, que se efectuaba anualmente en plantaciones de cítricos, y cada dos años en las de piñas (Chin Sue, 2002).

2.2.2. Clordano

El clordano es un insecticida versátil de amplio espectro que actúa por contacto y se emplea principalmente para aplicaciones no agrícolas. Los datos sobre su uso son escasos. Los datos de Costa Rica señalan que se importaron 28 toneladas métricas de clordano de 1977 a 1985. No hay datos sobre importaciones posteriores. Entre 1985 y 1991, casi todos los países centroamericanos cancelaron, prohibieron o restringieron el uso de clordano (Tabla 2.2.). En Jamaica se utilizó en la caña de azúcar, pero no hay datos sobre cantidades o fecha de la última importación.

2.2.3. DDT

En la región no se produce DDT. La Tabla 2.3. presenta los usos del DDT en América Central. La cantidades para uso agrícola eran elevadas durante los años de cultivos de algodón en el subcontinente (1971-1980). El DDT se mezclaba con toxafeno, metil-paratión y HCH, y en algunos países se aplicaba utilizando el sistema de volumen ultrabajo (UVL, por sus siglas en inglés) (González y Calderón, 2002).

En la Guyana y Surinam, el DDT aún se utiliza en el sector de salud pública. No hay datos sobre cantidades. Desde 1951, Jamaica ha sido declarado país con paludismo controlado, y por eso el DDT no se utiliza como control de vectores. En Cuba se utilizó desde principios de los años 1950 el DDT en la agricultura y como control de vectores.

Tabla 2.3. Uso del DDT en el sector de salud pública en América Central

País	Período	Viviendas fumigadas	DDT 75%, kg	DDT 100%, kg	Observaciones
Belice	1997-1998	5 643			Viviendas fumigadas con DDT y K-otrina.
Costa Rica	1957-1985	2 008 542	1 212 300	175 478	
El Salvador	1960-1973	5 161 260			Datos del Ministerio de Salud
Guatemala	1958-1979	7 584 751	4 488 400	302 170	Datos del Ministerio de Salud
Honduras	1950-1978		2 240 000	400 000	
Nicaragua	1959-1962	1 702 304			
	1959-1991		1 351 200	17 900	
Panamá	1967-1971		79 410	109 230	Datos del Ministerio de Salud

Fuente: PNUMA/OPS, 2000.

2.2.4. Endosulfán

El endosulfán, insecticida organoclorado, se utiliza para el control de un gran número de plagas en diversos cultivos. Algunos países de la región lo utilizan. De 1998 a 1999, Guatemala, Colombia y Costa Rica fueron los principales importadores de la región (Ver Tabla 2.9). En Belice se prohibió en 1985, y en Colombia en 2001. En Jamaica, su uso se ha limitado a plantaciones de café y las importaciones se han reducido a 6,000 L por año (Chin Sue, 2002).

2.2.5. Endrina

La endrina se utilizaba en cultivos de algodón, arroz, caña de azúcar, maíz, entre otros. También es rodenticida. Su uso se ha prohibido en muchos países y en otros ha sido estrictamente restringido. En México todavía se produce (IPCS, 1984).

No hay datos sobre uso en la mayoría de los países de la región. En Panamá, se importaron 537 toneladas de endrina entre 1970 y 1978. En Costa Rica, se importaron más de 150,000 kg entre 1977 y 1982 (De la Cruz, 1994, Hidalgo, 1986). No se han encontrado datos de importaciones posteriores.

2.2.6. Heptacloro

El heptacloro es un insecticida de contacto utilizado contra insectos del suelo, termitas, insectos del algodón, saltamontes y plagas de cultivos, así como para combatir el paludismo. El heptacloro ha sido prohibido en casi todos los países de la región, y está restringido en Nicaragua (Tabla 2). Panamá importó 805 toneladas de heptacloro entre 1970 y 1978. En Jamaica, este compuesto fue utilizado de 1948 a 1975 en plantaciones de café (Mansingh y col., 2000). Costa Rica importó 198 toneladas entre 1977 y 1979, y 113 toneladas entre 1980 y 1991 (De la Cruz, 1994; Hidalgo, 1986). En muestras de aire recientemente tomadas en Belice y Costa Rica se encontró muy poco clordano y heptacloro (Wania y col., 2002).

2.2.7. Hexaclorobenceno

El hexaclorobenceno (HCB) es un fungicida y una impureza en ciertas formulaciones plaguicidas, entre ellas las formulaciones de pentaclorofenol (PCP) y de dicloram. Puede encontrarse todavía HCB en la cadena alimentaria; sin embargo, la fuente principal de emisión en el medio ambiente es la fundición de aluminio, de la que es subproducto. La producción de monómero de cloruro de vinilo y de halocarburos volátiles genera HCB como subproducto. Otras fuentes potenciales de HCB son el uso de PCP, que puede contaminarse con HCB en su producción, y la producción electrolítica de magnesio y aluminio. En los años 1970 estos usos del HCB fueron suspendidos en muchos países ante la preocupación respecto a sus efectos adversos en el medio ambiente y la salud humana.

Actualmente, se considera que las fuentes principales de HCB en el medio ambiente son la producción de solventes clorados, la producción y uso de plaguicidas contaminados con HCB y la incineración incorrecta de desechos que contienen cloro (Bailey, 2001).

En la Región no hay datos sobre fuentes y emisiones de HCB.

2.2.8. Mirex

El uso del mirex como insecticida se ha centrado principalmente en el control de hormigas. El mirex (declorano), se utilizó también como retardante de llama en plásticos, caucho, pintura, papel y aparatos eléctricos, y como compuesto fumígeno, combinado con óxido de zinc y aluminio activo. No hay datos de la mayoría de los países de la Región. En Costa Rica se importaron 479 toneladas de mirex entre 1977 y 1992, año en que fue restringido (Tabla 2.2). En Guatemala y Cuba, y posiblemente en otros países, el mirex original no está presente. Hay otro plaguicida registrado con el mismo nombre comercial (Mirex): el “sulfuramid”.

2.2.9. Toxafeno

El toxafeno (canfecloro) se utilizaba mayormente para controlar las plagas de los cultivos de algodón, pero también se aplicaba en otros cultivos así como en ganado y aves de corral. En 1990 se eliminaron todos los usos registrados del toxafeno en los EE.UU. Sin embargo, los fabricantes estadounidenses de productos químicos pueden producir legalmente toxafeno para exportación (ATSDR, 2002). En Puerto Rico y las Islas Vírgenes aún se utiliza como insecticida en cultivos de plátanos y piñas (USEPA, 2002).

En la Región, el toxafeno se ha utilizado de forma generalizada en el cultivo de algodón y, en cierto grado, en el de arroz. De 1974 a 1991, Nicaragua produjo toxafeno en una fábrica a orillas del Lago Xolotlán. La fábrica descargaba todos sus desechos en el ecosistema de ese lago. De 1974 a 1979, el promedio anual de producción de toxafeno fue de 10 millones de kg., y de 1980 a 1985 disminuyó a 3.5 millones de kg., y a 600,000 kg. en 1988. Hasta 1985, el toxafeno producido en Nicaragua se exportaba al resto de América

Central. A partir de entonces se produjo exclusivamente para consumo nacional (Castillo y col., 1997; Calero y col., 1993).

Panamá importó 131 toneladas de toxafeno entre 1970 y 1978. Costa Rica importó 89 toneladas de 1977 a 1980 y 151 toneladas de una mezcla de toxafeno y DDT entre 1977 y 1983. Guatemala importó 5,000 toneladas en 1978, y en 1985 las importaciones se redujeron a 61 toneladas debido a la reducción del área de cultivo de algodón (de Campos, 2002). Guatemala prohibió el toxafeno en 1998.

2.3. COMPUESTOS INDUSTRIALES

2.3.1. Bifenilos policlorados

Los bifenilos policlorados (PCB) son mezclas complejas de hidrocarburos clorados que se han utilizado en forma generalizada desde los años 1930. Son productos y subproductos generados en procesos industriales.

La distribución prácticamente universal de los PCB, incluso en el Ártico y otras regiones remotas, sugiere que estos compuestos se transportan por la atmósfera y las corrientes oceánicas (Ballschmiter y Wittlinger, 1991). Se estima que, dada su baja solubilidad en agua, la mayor parte de los PCB descargados es adsorbida en sedimentos de los fondos de ríos o lagos, y se transporta principalmente en partículas llevadas por el agua. Los PCB en suelos provienen de la deposición de partículas (que suelen concentrarse en áreas urbanas), la deposición húmeda, el uso de lodos de depuración como fertilizante, y el lixiviado de rellenos sanitarios.

Los PCB fueron introducidos en América Central entre 1950 y 1960 para sistemas de enfriamiento, fluidos para intercambiador de calor, condensadores y transformadores. Puede que también se hayan utilizado como lubricantes y sustancias vehículo en pinturas, plásticos, papel y plaguicidas. Existen pocos datos sobre fuentes (De la Cruz, 2002).

Ninguno de los países de la Región tiene un inventario nacional exhaustivo de reservas y usos de PCB. Esta carencia parece deberse a la falta de conocimientos sobre PCB y sobre las implicaciones de su uso, falta de recursos humanos y financieros, y a insuficiencias en la que la legislación. No obstante, hay inventarios incompletos sobre reservas de PCB en desuso (Ver sección 2.7.).

Los transformadores que actualmente se utilizan en Panamá y la Guyana no contienen PCB. Sin embargo, aún se utiliza una gran cantidad de transformadores importados hace muchos años. El aceite de los transformadores contiene PCB en concentraciones que van de 50 a 1000 mg/L. El criterio convencional para clasificar aceite de transformador como tipo PCB es que contenga 50 mg/L. Entre 25 y 50% del aceite en transformadores es de tipo PCB. En Panamá existen aproximadamente 200 toneladas de aceite de transformador que contiene PCB (MINSA, 2001). Los PCB también pueden estar en líquidos hidráulicos y para frenos de automóviles. En Panamá y la República Dominicana, una minoría de la población utiliza los aceites con PCB como remedio casero contra artritis y dolores de articulaciones (Espinoso, 2002; Porro, 2002). Costa Rica prohibió los PCB en 2001.

2.4. SUBPRODUCTOS NO INTENCIONALES

2.4.1. Dioxinas y furanos

Las dibenzodioxinas policloradas (PCDD) y los dibenzofuranos policlorados (PCDF) constituyen un grupo complejo de STP. Están dispersos en todo el medio ambiente. Aunque las dioxinas se producen en fuentes naturales (volcanes, incendios forestales), la mayoría son antropógenas. Las PCDD y los PCDF son subproductos que se generan involuntariamente cuando intervienen materiales clorados en la combustión o en otros procesos de altas temperaturas. Se forman en cantidades mínimas como impurezas durante la producción de sustancias químicas como fenoles clorados y PCB. También son subproductos involuntarios de una gran variedad de procesos industriales, como la fundición, blanqueamiento de pulpa de papel, y la producción de ciertos plaguicidas. Se considera que los incineradores de desechos sólidos que tienen tecnologías de limpieza poco adecuadas contribuyen significativamente a las emisiones atmosféricas totales, entre ellas las de dioxinas. La producción de cemento Portland, las fábricas de celulosa que utilizan el proceso kraft, las plantas mezcladoras de asfalto, la regeneración de catalizadores en refinerías de petróleo, el

humo del cigarrillo y la pirólisis de retardantes de llama bromados son también fuentes. En los países en desarrollo, otra fuente de dioxinas la constituye la combustión de desechos agrícolas y municipales, controlados o no controlados, así como la combustión de leña, llantas y otros materiales para obtención de energía.

Aunque muchas de estas actividades se realizan en los diferentes países de la Región, no existen inventarios o estudios específicos sobre fuentes o emisiones de dioxinas. Sin embargo, hay cierta información sobre las actividades que se sabe que generan dioxinas y furanos.

Combustión de desechos sólidos municipales. En la Región, los desechos domésticos y comerciales se depositan por lo regular en rellenos sanitarios. Por consiguiente, no debería haber combustión intencional de desechos municipales. Sin embargo, la hay. Aunque en casi todos los países es ilícito incinerar desechos en rellenos sanitarios, se da la incineración por combustión espontánea. En muchos países se queman los desechos en las viviendas, lo que constituye otra fuente más de dioxinas y furanos.

Los plásticos representan entre 6 y 20% de la masa de desechos locales que se recolecta y elimina (Tabla 2.4). En Trinidad se estima que la cantidad de desechos sólidos municipales depositados en rellenos en 1996 fue de 280,000 toneladas, es decir, de 0.7 kg/persona/día. La combustión espontánea en los dos rellenos sanitarios principales de Trinidad ha incrementado en frecuencia y duración ya que estos rellenos están llegando a su capacidad máxima. En la República Dominicana también se ha registrado la combustión espontánea de desechos municipales (Porro, 2002). En Jamaica, la cantidad estimada total de desechos sólidos es de un millón de toneladas, de las que 526, 403 provienen de Kingston. De vez en cuando se produce combustión espontánea, que arroja humo sobre la ciudad de Kingston. En Jamaica se estima que en los mercados existen unos 264 millones de botellas de tereftalato de polietileno (PET) (PIOJ, 2001). Al igual que en Jamaica, en el resto de los países del Caribe las botellas de PET representan un problema importante ya que no existen instalaciones para el reciclado de plásticos. En Guatemala, la combustión de desechos municipales es una práctica común que no está regulada. En Haití casi no hay recolección de desechos sólidos, y se queman en todo el país. La mayoría de esos desechos es orgánica, aunque también contiene plásticos. La Tabla 2.4 presenta la composición de desechos municipales en cinco países de la Región. La Tabla 2.5 contiene información sobre porcentaje de los desechos urbanos recolectados en ciertos países de la Región.

Tabla 2.4. Composición de desechos municipales (% de peso total) en algunos países

País	Cartón, papel	Metal	Vidrio	Textiles	Plásticos	Desechos orgánicos	Otros
Costa Rica	19	-	2	-	11	58	10
El Salvador	18	1	1	4	6	43	27
Guatemala 1991	14	2	3	4	8	63	6
Guyana	30	2	2	5	11	40	3
Jamaica	17*	5	9	2	12	55	-
Trinidad y Tobago	20	10	10	7	20	27	6

* Contiene 13% de papel y 4% de cartón, madera y chapa

Fuente: RFI, 2002; Chin Sue, 2002; EPA Guyana, comunicación personal

Tabla 2.5. Eliminación de desechos urbanos en ciertos países

País	Población (en millones)		Recolectados	Rellenos sanitarios u otro método controlado
	Total	Urbana		

Cuba (1991)	10.9	8.3	95%	90%
Costa Rica (1996)	3.7	1.8	66%	68%
El Salvador	6.00	3.6	70%	1.5%
Trinidad (1993)	1.3	0.8	95%	70%
Honduras (1996)	5.7	2.5	20%	0%
Dominica (1995)	0.07	0.03	50%	-

Fuente: RFI, 2002.

Incineración de desechos peligrosos. Si bien en la Región X el uso de incineradores para eliminación de desechos municipales constituye la excepción más que la regla, éstos se usan generalmente para eliminar desechos de hospitales. Estos desechos, colocados en bolsas de plástico, se queman en pequeños incineradores situados en los hospitales. Gran parte de estos incineradores operan a bajas temperaturas y, por consiguiente, producen dioxinas y furanos. Además de los incineradores de hospitales, los hornos de cemento y los crematorios son ejemplos de fuentes puntuales de dioxinas y furanos.

Guatemala tiene 37 hospitales, y en cada uno de ellos hay un incinerador de materiales no patológicos. Guatemala ha establecido un Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios. Hay un incinerador privado autorizado para quemar desechos hospitalarios con base en una evaluación del impacto ambiental (Ecotermo de Guatemala, S.A.). Cinco incineradores son operados por hospitales del Instituto Guatemalteco de la Seguridad Social en el área metropolitana y en la costa del Pacífico, y tienen una capacidad promedio de 75 a 100 libras/hora. En los hospitales públicos hay seis incineradores con una capacidad de 35 a 50 kg por hora. Una fábrica de plaguicidas opera un incinerador cuya capacidad es de 45 a 90 kg/hora. En Guatemala hay un horno de cemento que incinera materiales de desecho, entre ellos envases de plaguicida de plástico. El horno opera a temperaturas entre 1,800 y 2,100° C y está equipado con un filtro (Cifuentes, 2002).

En Honduras hay 16 incineradores en hospitales, pero sólo tres de ellos están funcionando actualmente: el del Hospital Mario Catarino Rivas, en San Pedro Sula, con capacidad de 80-100 kg/día, el del Hospital en San Lorenzo, Valle, capacidad de 20-25 kg/día, y el del Hospital de San Francisco de Asís, Olancho, capacidad de 20-25 kg/día. Dos de los incineradores inactivos quedaron destruidos al explotar el depósito de combustible. En ambos casos, el combustible estaba almacenado cerca del incinerador. En Honduras está prohibida la incineración de desechos peligrosos en hornos de cemento (Sabillón, 2002).

Se considera que los pequeños incineradores que operan en la mayoría de los hospitales de los países del Caribe representan fuentes puntuales de dioxinas y furanos. En Belice, uno de cada siete hospitales de distrito tiene un incinerador de desechos médicos con una antigüedad promedio de cinco años. La producción total combinada anual de estos incineradores es de aproximadamente 1,200 libras (RFI, 2002). En Bogotá, Colombia, se reportaron 21 incineradores con cargas de 8.3 kg/hora hasta 120 kg/hora de material orgánico (Nieto, 2002). Siete hospitales de Jamaica tienen pequeños incineradores para eliminación de sus desechos. También se recurre a la compañía cementera para eliminar pequeñas cantidades de productos químicos peligrosos (Chin Sue, 2002).

En Costa Rica, las compañías cementeras utilizan materiales alternativos como combustible: papel, llantas, plásticos y aceites. Se reconoce que, si el proceso de combustión con estos materiales no está debidamente controlado, puede producir dioxinas y otras STP. Las compañías cementeras se han esforzado por evitar el uso de sustancias no deseadas mediante el control de emisiones de las plantas. No se han efectuado análisis de emisiones. Las tablas 2.6, 2.7 y 2.8. presentan datos sobre incineradores en Costa Rica, Trinidad y Tobago y Jamaica.

Tabla 2.6. Incineradores en Costa Rica

Incineradores	Ubicación	Material	Volumen
Industria agroquímica	Puntarenas	Envasado de agroquímicos	45 kg/hora, 700 ton/año
Horno de cemento 1	Cartago	Aceites, papel, plástico, llantas, etc (<2% Cl)	4000 ton/año Planes de expansión a 30,000 ton/año
Horno de cemento 2	Puntarenas	Aceites (sin PCB)	14000 L/mes Planes de expansión a 60,000 L/semana
Hospital A	San José	Desechos hospitalarios	11 ton/año
Hospital B	San José	Desechos hospitalarios	1 ton/año
Hospital C	San José	Sin autorización del Ministerio de Salud	

Fuente: Ministerio de Salud, comunicación personal; Jihad Sasa, comunicación personal

Table 2.7. Incineradores y otras fuentes de STP en Trinidad y Tobago

Fuente	Detalles
Incineradores de desechos médicos (3)	Port of Spain, San Fernando, Eric Williams Medical Sciences Complex
Hornos de cemento (2)	Trinidad Cement Ltd.; Claxton Bay
Rellenos sanitarios (5)	Forres Park, Beetham; Guapo
Crematorios (3)	Mosquito Creek; Caroni; St. James
Refinería de aceites de desecho (1)	Point-a-Pierre

Fuente: RFI, 2002

Tabla 2.8. Incineradores en Jamaica

Incinerador	Ubicación	Tipo de material	Volumen
Horno de cemento Carib 4 (seco)	Kingston	Carbón	13,000 ton/hora
Horno de cemento Carib 3 (húmedo)	Kingston		700 ton/día
Hospital 1	Bahía de Sta. Ana	Desechos médicos	
Hospital 2	Savanna la mar	Desechos médicos	
Hospital 3	Mandeville	Desechos médicos	
Hospital 4	May Pen		

Hospital 5	Cornwall Regional	Desechos médicos	
Banco de sangre	Slipe Pen Road	Desechos médicos	
Laboratorio Nacional de Salud Pública (<i>National Public Health Laboratory</i>)	Kingston	Desechos médicos	

Source: Chin Sue, 2002

Las llantas usadas se utilizan como fuente de energía en algunos países como Colombia, Costa Rica y El Salvador. Hay pocos datos sobre cantidades. En la ciudad de Bogotá se queman casi 2 millones de llantas al año (13,560 ton/año) como fuente de energía (DAMA, 2000). Con estas mismas estimaciones, puede calcularse que la cantidad de llantas usadas que podrían haberse quemado en Colombia en 2001 es de aprox. 28,500 toneladas (Nieto, 2002).

Quema de cultivos e incendios forestales y de rastrojos. En muchos países se ha practicado, y todavía se practica ocasionalmente, la quema de los campos para facilitar la cosecha de caña de azúcar y prevenir ataques de alimañas, como serpientes y ratas. Los incendios de bosques y rastrojos son frecuentes en muchos países de la Región.

En El Salvador, se calcula que el número anual de incendios forestales es de 1,200 y afecta un área de 3,500 ha. El área de cultivo de caña de azúcar es de aproximadamente 71,957 ha., y 80% de ésta se quema antes de cosechar (González y Calderón, 2002).

En Costa Rica, durante los últimos diez años la proporción de sembradíos de caña de azúcar quemados ha descendido de 90% a 69% del área de producción total, y un total de 32,200 ha. se quemaron en 2001-2002 (Liga de la Caña, comunicación personal). En Costa Rica, el área estimada de pastizales quemados en 1996 fue de 6,120 ha. Los residuos de cultivos como café, caña de azúcar y arroz se utilizan como combustible (Com. Ozono, 2000).

En Cuba se ha evaluado la importancia de los incendios forestales como fuente de PAH y dioxinas (Dierksmeier, 2002). Se sabe que esta fuente de STP en el medio ambiente es importante pero su contribución a la contaminación ambiental en relación con los incendios es mínima. En Cuba hay aproximadamente 221 incendios al año, y sólo 0.2% de éstos son de bosques (Dierksmeier, 2002). Además, ya no se practica la quema de sembradíos de caña de azúcar, gracias a la introducción de la cosecha mecánica en la mayoría de las plantaciones (70% del área cultivada), cuando la topografía permite su uso.

En Guatemala, se registraron 126 incendios de bosques y 10 incendios de otros tipos entre enero y marzo de 2001. El área afectada fue de 1,646 ha. de bosques (Cifuentes, 2002). Los incendios provocados representaron 30% de todos los incendios; la quema agrícola representó el 25%, y la combustión de desechos el 3%. No se determinaron las causas en 21% de los incendios.

En 1995, la producción de gases de efecto invernadero en Honduras, aprox. 9,685 kg de CO₂, provino en un 63% de las emisiones por la combustión de desechos de madera y de caña de azúcar, y en 37% del uso de combustibles (Sabillón, 2002).

En 1997, el Fondo Mundial para la Naturaleza registró 7,000 incendios forestales que destruyeron 17,000 hectáreas de parques nacionales en Colombia (Anderson, 1997 en Nieto, 2002). Según un comunicado de prensa (ANCOL, 30/11/2000), en un año hubo 10,289 incidentes relacionados con incendios de cobertura vegetal, lo que afectó a cerca de 175,670 hectáreas, sobre todo en la región andina, donde habita 67% de la población colombiana. El Departamento de Medio Ambiente de Colombia registró 360 incendios y 15 ha. afectadas en 1999, y 470 incendios y 47 ha. afectadas en 2000 (DAMA, 2001). El Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales de Venezuela registró 755 incendios en 1998: 491 agrícolas, 146 provocados, 91 por combustión de desechos, 22 forestales y 5 en áreas urbanas y no especificados. El número de incendios forestales reportado es sorprendentemente bajo, quizás porque no todos los casos están registrados. No se encontró información sobre las extensiones afectadas.

2.6. OTRAS STP DE RECIENTE PREOCUPACIÓN

2.4.2. Atrazina

La atrazina, un herbicida de triazina, se ha utilizado durante los últimos 40 años como herbicida efectivo contra maleza de frondosas en maíz, sorgo, caña de azúcar y otros cultivos así como para tratamiento no específico de malas hierbas en vías férreas y carreteras. En muchos países desarrollados está restringido el uso de la atrazina. Esta sustancia es uno de los herbicidas más utilizados en la Región. Las importaciones de este compuesto en 1998-1999 ascendieron a 1,276,241 kg en 11 países de la Región (Tabla 2.9).

Tabla 2.9. Importaciones de atrazina, endosulfán y pentaclorofenol en la Región X entre 1998 y 1999 (en kg de ingrediente activo)

País	Atrazina	Endosulfán	Pentaclorofenol
Belice	16 768	-	-
Guatemala	326 131	231 121	
El Salvador	407 865	33 010	
Honduras	191 740	41 514	4 856
Nicaragua	35 046	23 560	700 (F)
Costa Rica	10 503	50 282	
Panamá	113 048	4 096	
República Dominicana (F)	5 040	42 108	
Jamaica (1999, F)	4 200	6 000	
Trinidad y Tobago (1999, F)	61 000	2 100	
Colombia (F)	104 900	173 500	

F: Compuesto formulado



sin datos

Fuente: base de datos de IRET/UNA sobre importaciones de plaguicida en los países de América Central; Chin Sue, 2002; Nieto, 2002; Porro, 2002.

2.4.3. Retardantes de llama bromados

Existen más de 60 retardantes de llama bromados de toxicidad variable, entre ellos los éteres de bifenilo polibromado (PDBE). Los PDBE son importantes aditivos retardantes de llama y tienen varios usos en equipo electrónico industrial y doméstico, y textiles. Se comportan de manera similar a los PCB (hidrofóbicos, lipofílicos, térmicamente estables). Hay cada vez más indicios de que los PDBE son contaminantes que afectan el medio ambiente mundial y de que pueden bioacumularse en las cadenas alimentarias. Junto con los bifenilos polibromados (PBB), los PDBE son los compuestos que más tienden a producir dioxinas y furanos durante la incineración. Cuando los PDBE se queman, los materiales bromados se convierten en dibenzofuranos polibromados (PBDF) y dibenzodioxinas polibromadas (PBDD). Por consiguiente, cuando en el reciclado se extruyen plásticos que contienen retardantes de llama bromados,

sobre todo PBB y PBDE, o cuando se incineran para eliminación, se pueden liberar compuestos peligrosos en el medio ambiente (Environment Canada, 2000).

Se producen tres formulaciones comerciales de PBDE. El producto penta se utiliza principalmente como retardante de llama en espumas de poliuretano para muebles, forro de alfombras y tapices y ropa de cama. En Europa, la demanda ha disminuido considerablemente, pero la demanda global sigue en ascenso. América del Norte concentraba en 1999 la mayor parte de la demanda (97% : 8,290 toneladas). El producto deca se compone básicamente de un único congénere: el BDE 209. La demanda global en 1999 fue de 54,800 toneladas, y la mayoría (44%) se consumió en América del Norte. El producto deca se utiliza principalmente en textiles y plásticos más densos como carcasas para diversos productos eléctricos, entre ellos televisores y computadoras. El octa comercial es una mezcla de diversos PBDE que se utiliza como retardante de llama en una gran variedad de termoplásticos y se recomienda en aplicaciones de moldeo por inyección, como en el caso del poliestireno de alto impacto (HIPS, por sus siglas en inglés) (Holoubeck, 2002).

No hay datos sobre fuentes o emisiones de retardantes de llama bromados en la Región pero, dados los usos de estos compuestos, es probable que estén presentes en productos importados como computadoras, televisores, alfombras y tapices, y materia primas para la industria.

2.4.4. Endosulfán

El endosulfán es una mezcla de dos formas del mismo producto químico: (endosulfán α y β). En América Central y el Caribe se utiliza para controlar plagas de insectos en café, plantas ornamentales y legumbres y hortalizas.

Actualmente, el endosulfán es el insecticida organoclorado más importado en América Central. A excepción de Belice, todos los países de América Central han importado endosulfán (Tabla 2.9). Las importaciones provienen de la India, Estados Unidos, Colombia, Israel, Inglaterra, Italia y Francia (base de datos IRET/UNA sobre importación de plaguicidas en los países de América Central).

Colombia, la República Dominicana, Jamaica y Trinidad y Tobago también han importado endosulfán. En Trinidad y Tobago la importación ha pasado de 0.8 toneladas en 2000 a 0.7 toneladas en 2001. En Barbados aún hay reservas disponibles de endosulfán en almacenes de distribución de plaguicidas, pero ya no se expiden permisos para importación de este plaguicida. Sin embargo, la venta de endosulfán también ha sido restringida porque se deterioraron las etiquetas del producto en reserva y, por lo tanto, ya no cumplen con la reglamentación sobre etiquetado del país. Las estadísticas indican una importación total de 606,291 kg de endosulfán entre 1998 y 1999 en 11 países de la Región (Tabla 2.9).

2.4.5. Lindano (γ -HCH)

El lindano es el isómero gama del hexaclorociclohexano (HCH). Se ha utilizado para controlar insectos en suelo, vectores de enfermedades en seres humanos, ectoparásitos en animales, y en el tratamiento de semillas. La volatilización constituye una vía importante de difusión en la atmósfera, sobre todo en condiciones de temperaturas altas. El lindano es muy persistente en suelos y se acumula en las capas superficiales.

La importación anual de lindano en Costa Rica fue de 1.8 toneladas entre 1977 y 1985, de 1.1 toneladas entre 1985 y 1990, y después se prohibió. En la mayoría de los países de América Central, el lindano fue prohibido o cancelado entre 1987 y 2000. En Panamá, hasta 1999 se utilizaba, con prescripción médica, para control de ácaros en seres humanos. Actualmente, el uso del lindano para estos casos ha sido sustituido por un tratamiento a base de aceites que contienen limoneno como ingrediente activo (Espinoso, 2002).

En Belice, desde 1990 el uso del lindano ha sido restringido. Sólo se permiten formulaciones con menos de 1% de los ingredientes activos. De 1998 a 1999, Belice importó 2,783 kg de lindano como ingrediente activo. En ese mismo periodo no se registraron importaciones de lindano en el resto de los países centroamericanos. En la Tabla 2.2 se presenta la situación jurídica del lindano en los países de América Central. En Jamaica, el lindano se utilizó para el control del gusano barrenador hasta 1990. Todavía pueden encontrarse algunas cantidades en el comercio. En Haití se sigue utilizando el lindano pero no hay datos sobre cantidades. No se encontró información con respecto al resto de los países del Caribe.

2.4.6. Compuestos orgánicos de mercurio

El mercurio es un elemento sumamente tóxico para los seres vivos y existe en diversas formas físicas y químicas en el medio ambiente. El mercurio elemental (Hg^0) y los iones de mercurio (Hg^+ , Hg^{2+}) son las formas naturales predominantes en la atmósfera y el agua, mientras que el cinabrio (HgS) suele estar presente en suelos mineralizados y en condiciones anaeróbicas (Mitra, 1986; Lindqvist, 1991). En entornos acuáticos se introduce como compuesto inorgánico de mercurio en las descargas de ríos y el transporte atmosférico: como resultado del vulcanismo, desgaste natural de rocas, como fungicida en la agricultura y en la industria de pinturas y papel, o como subproducto en diversas actividades humanas. Una vez en la columna de agua o en sedimentos, la actividad microbiana puede transformarlo en monometil mercurio (CH_3Hg^+), una forma que es más tóxica y que los organismos retienen durante más tiempo (Ramamoorthy y col., 1982).

En muchos de los países de América Central y el Caribe hay importantes fuentes naturales de mercurio. Muchos de ellos tienen gran actividad volcánica y se han formado como consecuencia de ella. Algunos países de la Región se localizan en el cinturón del Pacífico oriental, que presenta mayor contenido de mercurio en sedimentos. En la mayor parte de los países está prohibido desde 1960 el uso del mercurio como fungicida o insecticida. El mercurio también proviene de actividades humanas como la minería del oro, y la extracción de minerales no metálicos, conserva de pescados, laboratorios odontológicos y hospitales, desechos municipales, lámparas, baterías y dispositivos eléctricos que contienen mercurio (de la Cruz, 2002). En Haití, los fabricantes de pinturas importan compuestos orgánicos de mercurio como el fenilacetato de mercurio (5,500 kg/año) y el succinato de mercurio (600 kg/año) (Carré, 2002). En la Región no se han registrado datos sobre emisiones en aire, agua y suelos.

El Gobierno de la República Dominicana estableció un Grupo de Trabajo interinstitucional sobre metales pesados que está realizando estudios en la materia.

2.4.7. Plomo orgánico

El plomo puede utilizarse como metal, puro o aleado con otros metales, o en compuestos químicos. Su importancia comercial radica en que es un metal maleable, de alta densidad, bajo punto de fusión, baja resistencia, facilidad de fabricación, resistencia a ácidos, reactividad electroquímica con ácido sulfúrico, y estabilidad química en aire, agua y suelo. Por lo menos la mitad del plomo que se consume en todo el mundo se utiliza para baterías de plomo ácido en vehículos automotores y en diversas aplicaciones industriales. Algunas aplicaciones que generan plomo disperso o de fácil biodisponibilidad, como el plomo en gasolina, en soldadura de tuberías de agua potable y en alimentos en conserva y en pinturas para el hogar, se han eliminado o están en vías de eliminarse por consideraciones de salud ambiental y humana (ATSDR 2002).

El uso de la gasolina con plomo, principal combustible para automóviles en toda la Región X, se está reduciendo gradualmente. En Trinidad y Tobago aún se utiliza. En este país, el número de vehículos registrados ha ido aumentando a razón de 20,000 por año, y se estima que ahora es de 300,000, o sea, 23 autos por cada 100 personas (comunicación personal en 2002, *Ministry of Works and Transport*). Esta fuente de tetraetilo de plomo tiene un impacto importante en la biota, incluidos los seres humanos.

En Panamá, hasta agosto de 2001 se agregaba tetraetilo de plomo a la gasolina (premium y regular). En 1999, se importaron 416 kg de agente antidetonante. En 2000, la cantidad importada se elevó a 7,954 kg. El consumo anual de gasolina con plomo en el año 2000 fue de 74,447,970 galones. La cantidad de tetraetilo de plomo agregada a la gasolina fue de 3.25 ml/galón. Los vehículos que utilizan gasolina con plomo han sido la fuente más importante de plomo en Panamá (Espinosa, 2002).

En la República Dominicana, el plomo dejó de utilizarse en la gasolina en enero de 1999 (Porro, 2002) y en la Guyana la gasolina con plomo fue eliminada en diciembre de 2000 (EPA Guyana, comunicación personal). El Gobierno de la República Dominicana estableció un Grupo de Trabajo interinstitucional sobre metales pesados, que está realizando estudios en la materia. En Jamaica y Costa Rica también ha sido prohibida la gasolina con plomo. Es posible que otros países también la hayan eliminado, pero no lo tenemos documentado. En St. Catherine y St. Andrew, Jamaica, se han detectado sitios contaminados con plomo proveniente del reciclado de baterías (Chin Sue, 2002). Las baterías con plomo de vehículos automotores y diversas aplicaciones industriales son fuente de plomo en todos los países de la Región. Al igual que en

Trinidad y Tobago, el número de vehículos registrados aumenta cada año. En Costa Rica se observa un incremento anual de vehículos de aproximadamente 8%, y el parque vehicular era de unos 900,000 vehículos en 2002. Un estudio reciente (Ortiz, 2002) señala que Costa Rica exporta para reciclado de 154 a 198 toneladas de baterías de plomo ácido a El Salvador.

2.4.8. Compuestos orgánicos de estaño

Los compuestos orgánicos de estaño son compuestos de mono-, di-, tri- y tetrabutyl y trifenil estaño. Se conoce bien su impacto en medio ambiente. Los compuestos de estaño más peligrosos son los de tributyl estaño. Los estudios en los océanos del mundo muestran malformaciones de las conchas de ostras, imposex en caracoles marinos, menor resistencia a infecciones en pez plano, y efectos en el sistema inmunológico de seres humanos. Los compuestos orgánicos de estaño se utilizan en la producción de plásticos, envases de alimentos, tubos de plástico, plaguicidas, pinturas y repelentes de plagas (ATSDR, 2002). Los compuestos inorgánicos de estaño se utilizan en la industria del vidrio. También sirven como base para la formulación de colores, como catalizadores, y en perfumes y jabones (ATSDR, 2002).

La fuente primaria más importante de tributyl estaño es el lixiviado de cascos de buques. Las actividades que generan emisiones de compuestos de tributyl estaño son el tráfico de embarcaciones, las actividades en los muelles y el vertido de material dragado. Otras fuentes son las descargas industriales de la producción y formulación de todos los compuestos orgánicos de estaño y la deposición atmosférica de los mismos. Los compuestos de tributyl estaño se utilizan para la conservación de maderas: son fuente la aplicación, lixiviado, y los desechos de madera tratada. Otras fuentes son el uso de compuestos de tributyl estaño como antisépticos o desinfectantes y la eliminación de lodos de dragado portuario contaminados con compuestos orgánicos de estaño (OSPAR, 2000).

En la Región X no hay datos sobre emisiones en el aire y el suelo. La navegación en bote o yate son actividades recreativas populares en el Caribe. La Región también está expuesta a un tráfico intenso de barcos. Prevalece la pesca a pequeña escala. Es comprensible que se encuentren compuestos orgánicos de estaño, en particular de tributyl estaño, que se utiliza en pinturas marinas como agente anti-incrustante, concentrados en aguas y sedimentos costeros, en las inmediaciones de los astilleros y marinas en el Caribe. Estos compuestos suelen provenir de la pintura que se usa para el fondo de las embarcaciones, y se liberan hacia aguas circundantes. Las inmediaciones de los astilleros, donde se desincrustan los botes para volverlos a pintar, suelen contener altos niveles de estos compuestos. Sin embargo, en la región del Caribe se han realizado pocos estudios sobre los niveles de compuestos orgánicos de estaño en el medio ambiente. Los estudios efectuados en Trinidad sobre niveles de tributyl estaño en sedimentos, y en las Islas Vírgenes de Estados Unidos, muestran que los niveles de este compuesto en los astilleros y sus inmediaciones son significativamente superiores a los límites considerados como inocuos para organismos invertebrados (Singh, 2002).

Todos los países de la Región están expuestos al tráfico de barcos. Panamá está expuesto al tráfico más intenso, ya que aproximadamente 15,000 barcos al año cruzan el Canal.

Asimismo, en Panamá se registra el uso de trifenil estaño como fungicida en la agricultura (Espinosa, 2002). Unos 300 campesinos en 3 o 4 zonas de aproximadamente 500 hectáreas lo utilizan. En países de América Central se registra el uso de otros dos plaguicidas con compuestos orgánicos de estaño: hidróxido de trifenilestaño (fentin) y acetato de trifenilestaño (IRET, 1999). En Cuba se siguen utilizando plaguicidas con compuestos orgánicos de estaño en el cultivo de la papa, pero su uso es cada vez menor (Dierksmeier, 2002).

En Guatemala, el compuesto óxido de fenbutatín (nombre comercial: Torque 50 WP) está registrado como insecticida y acaricida. Aunque legalmente no está prohibido, ya no se sigue utilizando. La última importación, de 723 kg, se efectuó en 2000 (de Campos, 2002). En 1999, Panamá importó 648 kg y Costa Rica 779 kg de hidróxido de trifenilestaño (base de datos de IRET/UNA sobre importación de plaguicidas en los países de América Central).

Los compuestos orgánicos de estaño también se utilizan como aceleradores de la reacción de vulcanización en la fabricación de llantas.

2.4.9. Pentaclorofenol

Dada su eficiencia como plaguicida de amplio espectro y su bajo costo, el PCP y sus sales se han utilizado de forma generalizada como alguicidas, bactericidas, fungicidas, herbicidas, insecticidas y molusquicidas con una gran variedad de aplicaciones en la industria, la agricultura y el hogar. Su sal, el pentaclorofenato de sodio, se utiliza con propósitos similares y se degrada con facilidad a PCP. Se calcula que la producción mundial de PCP es de 30,000 toneladas por año. Su volatilidad relativamente alta y la solubilidad del agua de su forma ionizada, que hacen que se libere en el medio ambiente a partir de varias fuentes no puntuales, han causado una contaminación generalizada del medio ambiente.

Los únicos informes documentados sobre importación de PCP en la Región se refieren a la importación en Honduras (país en el que su uso está restringido desde 1998) de 4,856 kg de ingrediente activo, y de la importación de 700 kg de producto formulado en Nicaragua en el periodo 1998-1999. El PCP no está registrado en Guatemala, pero se distribuye libremente en ferreterías para la conservación de maderas (Campos, 2002).

2.4.10. Hidrocarburos aromáticos policíclicos

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) son un grupo de compuestos con moléculas de 3 o más anillos bencénicos fusionados, aunque a menudo se incluyen los compuestos bicíclicos. Los compuestos de PAH son tóxicos y se bioconcentran en invertebrados de medios acuáticos. Los invertebrados pueden metabolizar los PAH, y los metabolitos resultantes son compuestos reactivos, algunos de ellos carcinógenos.

Se considera que las fuentes de combustión constituyen el 90% de la carga ambiental de PAH. Las fuentes puntuales fijas representan cerca del 90% de esta carga (Howsam y Jones, 1998). Las descargas en el medio ambiente provienen principalmente de las liberaciones asociadas con la calefacción de viviendas (combustión de carbón, leña, aceite y gas) y procesos industriales como la fabricación de coque. Los procesos que no emplean combustión, como la producción y uso de creosota y alquitrán de hulla así como la rehabilitación de sitios contaminados con estas sustancias, son fuentes primarias y secundarias importantes, aunque las cuantificaciones son escasas.

No hay inventarios de fuentes o estimaciones de emisiones de PAH en la región de América Central y el Caribe. En la Tabla 2.10 se presenta un panorama de las fuentes de PAH.

Una fuente importante de PAH en la Región es la importación y la producción nacional de petróleo crudo. En la mayoría de los países este combustible fósil se utiliza principalmente para el transporte y la generación de energía. La extracción de petróleo crudo mediante operaciones de perforación terrestres y en alta mar en países como Trinidad y Tobago, Venezuela y Barbados genera un producto rico en hidrocarburos aromáticos policíclicos. En Barbados, el país productor más pequeño de petróleo crudo y gas natural, se vendieron cerca de 37.9 millones de metros cúbicos de gas natural y 559,675 barriles de crudo en el año 2000. La producción local de crudo satisface aproximadamente la mitad de la demanda nacional. El petróleo crudo producido se exporta a Trinidad y Tobago para su procesamiento. En la Región X existen tres centros principales en los que se procesa el crudo mediante operaciones de refinación, que se encuentran en Venezuela, Trinidad y Tobago y Jamaica. En Barbados, las operaciones de refinación se suspendieron hace aproximadamente cinco años.

Jamaica importa 7,202 millones de barriles de crudo al año. La *Jamaica Petroleum Corporation* lo refina localmente. Otras industrias importantes en Jamaica son la de la transformación de bauxita en aluminio y la de producción de cemento (Chin Sue, 2002). Ochenta y cinco por ciento de los productos químicos que importa Santa Lucía son productos de petróleo y afines (Magloire, 2002). En Falconbridge, República Dominicana, la producción promedio de petróleo refinado por día es de 16,000 barriles (Monseñor Nouel). La Refinería Dominicana de Petróleo, REFIDOMSA (Haina), produce 33,250 barriles al día. REFIDOMSA importa petróleo para refinación, sobre todo de México.

En Nicaragua, la refinería ESSO, localizada junto al lago Xolotlán, en la ciudad de Managua, es una fuente importante de contaminación por hidrocarburos de petróleo. El consumo anual de hidrocarburos de petróleo en Costa Rica es de 14.4 millones de barriles, y se procesan 25,000 barriles por día en una refinería ubicada

en Limón, cerca de la costa caribeña. La distribución del consumo estimado de energía en Colombia en 1999 fue el siguiente: 49.2% de petróleo, 14% de gas natural y 7.8% de carbón.

Los vehículos con motores de combustión interna que utilizan combustibles fósiles constituyen otra fuente de PAH. Colombia registró 2,821,457 vehículos automotores en 2001, 43% de éstos eran modelos de 15 años atrás. Venezuela registró 2,039,000 vehículos automotores en 1995. Costa Rica registra 900,000 vehículos en el año 2002, y Panamá 300,000. El número de vehículos en Honduras en 2000 fue de 460,808 en 2000 (Sabillón, 2002). El número de vehículos registrados en Trinidad y Tobago ha aumentado en un índice de 20,000 por año y se estima que ahora hay 300,000, es decir, 23 autos por cada 100 personas (comunicación personal, *Ministry of Works and Transport*, 2002). Barbados calculó 68,580 vehículos, es decir, 25 autos por cada 100 personas, mientras que Santa Lucía registra 22,275 vehículos (15 autos por cada 100 personas).

Los aceites de desecho son una fuente de PAH bastante preocupantes en todos los países de la Región. El número cada vez mayor de vehículos representa una fuente importante de aceites usados. Por ejemplo, en Nicaragua, el aceite lubricante que desechan los vehículos automotores representa un problema considerable. Se está tratando de limitar el aceite de desecho por la vía legal (Cruz y Flunky, 2002).

Los motores lubricados con aceite, incluidos los generadores eléctricos, contribuyen significativamente a la generación de aceites usados. Los desechos de aceite de buques y embarcaciones que navegan en el Mar del Caribe se vierten clandestinamente en las aguas litorales o se descargan en puertos caribeños. Un inventario realizado por el Instituto de Salud Ambiental del Caribe (*Caribbean Environmental Health Institute*) (Singh y Glasgow-Chung, 2001) reveló que los desechos de aceite son los desechos peligrosos que más preocupan en los seis países representados en el inventario.

Una fuente importante de STP en el medio ambiente en Colombia es el derrame de petróleo y derivados de petróleo ocasionado por el dinamitado de oleoductos por obra de grupos armados. Las estadísticas realizadas por la compañía petrolera ECOPETROL muestran que entre 1986 y 2000 hubo 752 explosiones de ductos, y se derramaron 2,400,000 barriles. Más de 6,000 ha. con potencial agrícola y de pastizal, 2,500 km de ríos y otras aguas superficiales, y 1,600 ha. de lagos y zonas pantanosas han sido afectados (Nieto, 2002). Algunos de los derrames han afectado a Venezuela y Ecuador.

En octubre de 2001, uno de los muchos incidentes relacionado con el dinamitado del oleoducto de Caño Limón en Colombia provocó el derrame de 43,000 barriles de petróleo crudo en los ríos Catatumbo y Tarra que fluyen hacia Venezuela. Otros 34 incidentes similares han afectado a Venezuela. Los derrames han sido detenidos, pero las zonas siguen contaminadas. El daño ambiental provocado por derrames de petróleo ha repercutido en la pesca y la agricultura locales.


Uno de los accidentes ambientales más importantes relacionado con derrames de petróleo es el que tuvo lugar la noche del 28 de febrero de 1997, cuando se fracturó el casco de un buque cisterna griego en el canal de navegación del lago Maracaibo, el más grande en América del Sur, con una extensión de 13,280 kilómetros cuadrados. En cuestión de una hora, 25,000 barriles de aceite pesado se derramaron en las aguas. Entre febrero de 1996 y febrero de 1997, en este canal de navegación se registró en promedio un accidente cada 40 días. También hubo derrames frecuentes de los pozos petroleros en el área. En 1997, los derrames simultáneos de dos pozos vertieron petróleo en el lago Maracaibo durante dos semanas sin ser detectados, lo que dañó severamente los manglares y la vida silvestre de los alrededores (Centeno, .

Tabla 2.10. Incidencia de fuentes y subfuentes potenciales de PAH en la Región X

Fuente	Incidencia
Agricultura	
Quema de rastrojo/paja en el campo	XX
Transporte e infraestructura	
Transporte por carretera	XX

Navegación en aguas continentales	X
Actividades marítimas	X
Tráfico aéreo	X
Materiales para construcción	
Construcción y demolición (uso de madera tratada con creosota)	XX
Hogares	
Otros equipos (combustión doméstica de madera, aceite, carbón, y turba)	X
Actividades industriales	
Procesos de combustión (Generación de energía)	X
Producción de pulpa, papel y productos de papel; editoriales e imprentas (combustión de madera)	X
Producción de químicos, productos químicos y fibras artificiales	
Producción de metales básicos y productos de metal	X
Conservación de maderas (madera para construcción tratada con creosota y carbolineum)	X
Hornos de coque (emisiones por fugas en puertas y durante el apagado)	X
Fundición de hierro y acero	X
Fuente	Incidencia
Industria de ferroaleación	X
Construcción y reparación de barcos	X
Producción de ánodos	X
Extracción y distribución de combustibles fósiles y energía geotérmica	X
Eliminación de desechos	
Tratamiento de aguas residuales	X
Incineración de desechos y pirólisis	X
Combustión a cielo abierto de desechos agrícolas	XX

Creación	
Eliminación de desechos sólidos en terrenos	XX
Suelos/sedimentos contaminados	
Sedimentos en lagos y ríos	
Sitios y suelos contaminados	XX

XXX: importante, XX: regular, X: escasa

2.4.11. Parafinas cloradas de cadena corta

Las parafinas cloradas son mezclas complejas de moléculas de hidrocarburo clorado de cadena lineal con distintas longitudes de cadena (corta C₁₀₋₁₃, mediana C₁₄₋₁₇ y larga C₁₈₋₃₀) y variable grado de cloración (entre 40% y 70 % por peso). Se considera que 50% de las parafinas cloradas que se producen en el mundo tienen longitudes de cadenas de carbono entre 14 y 17, y contenido de cloro entre 45% y 52%.

Existen más de 200 formulaciones comerciales con diversas propiedades físicas y químicas, lo que las hace útiles en una gran variedad de aplicaciones, por ejemplo como plastificantes secundarios en PVC y otros plásticos (C₁₀₋₁₃ y C₁₄₋₁₇), aditivos de extrema presión para lubricantes (C₁₄₋₁₇), retardantes de llama (C₁₀₋₁₃), selladores (C₁₀₋₁₃ y C₁₄₋₁₇) y pinturas. En 1985, la producción mundial estimada de parafinas cloradas fue aproximadamente de 300,000 toneladas (OMS, 1996).

Los fluidos de la metalurgia indebidamente eliminados y los polímeros, todos ellos con contenido de parafinas cloradas, pueden emitir parafinas cloradas en el medio ambiente. La liberación de parafinas cloradas por el lixiviado de pinturas y recubrimientos puede contribuir a la contaminación ambiental. Se estima que el potencial de liberación de parafinas cloradas es menor durante la producción y transporte que durante el uso y eliminación de productos.

En la Región no se producen parafinas cloradas pero se importan en productos o como materia prima para las industrias regionales. En Jamaica, por ejemplo, cabe encontrar algunas cantidades por el uso frecuente del tiner y otros solventes. En Jamaica no hay reglamentación de tales productos. No hay datos sobre cantidades en la Región.

2.4.12. Ftalatos

Los ftalatos se utilizan como plastificantes en guantes, recubrimiento de suelos y láminas flexibles, pegamentos, revestimientos, cosméticos (solvente y fijador de perfumes), agentes de suspensión de sólidos en aerosoles, lubricantes para válvulas para aerosol, antiespumantes y emolientes para la piel.

Los ftalatos son importados para uso en diversas actividades industriales, como la producción de plásticos y pinturas, y las curtidurías. Los datos sobre importación son escasos. El Salvador (González y Calderón, 2002) registró volúmenes anuales de 193 kg de anhídrido ftálico y 964 kg de di-octil ortoftalato.

2.4.13. Nonilfenoles y octilfenoles

Son sustancias químicas de gran volumen que han sido utilizadas durante más de 40 años como detergentes, emulsionantes, agentes humectantes y agentes de dispersión. Los productos que contienen polietoxilato de nonilfenol se utilizan en el procesamiento de textiles, pulpa y papel, pinturas, resinas y revestimientos protectores, recuperación de petróleo y gas, producción de acero, productos para el control de plagas y generación de energía (CEPA, 1999).

En viviendas e instituciones se emplean diversos productos de limpieza, desengrasantes, y detergentes que contienen estas sustancias. Tienen numerosas aplicaciones, por ejemplo, para controlar depósitos en maquinaria, limpiar equipo, fibras para fregar, como agentes humectantes y deshumectantes, en teñidos, en la limpieza y acondicionamiento de fieltros de máquinas y en el acabado de productos. También se utilizan en una gran variedad de artículos de consumo como cosméticos, limpiadores y pinturas (CEPA, 1999).

Los octilfenoles y nonilfenoles se importan para uso en diversas actividades industriales como textiles, curtidurías, pinturas, plásticos, formulación de plaguicidas y otras industrias químicas. Hay muy poca información cuantitativa. Las estadísticas sobre importaciones en El Salvador (González y Calderón, 2002) indican cantidades promedio anuales de tan sólo 93 kg de octil y nonilfenoles.

2.5. RESERVAS OBSOLETAS

Las STP obsoletas son STP viejas, caducadas, no utilizadas y confinadas como desechos o en espera de eliminación. Contienen grandes cantidades de compuestos organoclorados prohibidos que tienen gran persistencia en el medio ambiente, entre ellos DDT, dieldrina, endrina, HCH, y los PCB. Las reservas obsoletas constituyen un problema mundial. La cantidad total mundial es aproximadamente de 500,000 toneladas (Poznan, 2001).

Los plaguicidas obsoletos se almacenan en depósitos subterráneos llamados tumbas o simplemente en hoyos, en viejos almacenes, fortificaciones militares, fosas sin sellar, galpones abiertos en el campo, en granjas, etc. Muchas de estas reservas están seriamente deterioradas y son una fuente de grave contaminación, una amenaza para la salud humana y el medio ambiente, sobre todo para las aguas subterráneas.

Para combatir el problema de las STP obsoletas hay que evitar que se sigan acumulando reservas. Deben realizarse inventarios seguidos de una eliminación sin riesgos y ambientalmente correcta de las grandes cantidades de STP que son obsoletas.

En la Región es común el almacenamiento de las reservas sin condiciones de seguridad. Los datos sobre ubicación, contenidos y volúmenes son totalmente insuficientes. Se carece de recursos técnicos y financieros para una eliminación libre de riesgos.

2.5.1. Exportación de productos químicos peligrosos

Algunos de los países de la Región han exportado sus reservas de STP obsoletas hacia países en los que pueden ser eliminadas en condiciones de seguridad. En 1999, Nicaragua envió a Finlandia para incineración 437,000 kg de los desechos de plaguicidas más peligrosos. De esta cantidad, aproximadamente 25% fue financiada por PROMAP/MARENA y 75% por el Gobierno de Finlandia (Cruz y Flunky, 2002).

De 1998 a 2000 el Gobierno de Barbados exportó a Canadá varios cargamentos de desechos peligrosos para eliminación. La exportación de los desechos peligrosos de Barbados así como su importación en Canadá se efectuaron conforme a las disposiciones del Convenio de Basilea para el Control del Movimiento Transfronterizo de Desechos Peligrosos y su Eliminación. Los compuestos exportados eran 1,840 L de una mezcla de solventes aromáticos y alifáticos, 400 L de cloruro de metileno, 200 L de tolueno, 200 L de aceite de petróleo y 32 L de cloroformo. Conviene mencionar que el sistema de clasificación de desechos para exportación que utilizaron las empresas en Barbados indicaban que se trataba de plaguicidas tóxicos sólidos y líquidos, pero al analizar las sustancias exportadas no coincidían los niveles de plaguicidas. Los responsables de la División de Ingeniería Ambiental (*Environmental Engineering Division*) del Ministerio de Desarrollo Físico y Medio Ambiente (*Ministry of Physical Development and Environment*) explicaron que esta discrepancia se debía a que se había utilizado el sistema de clasificación creado y aplicado por la empresa importadora en el país receptor. Esta empresa no tenía información sobre la composición química de los desechos para importación y al parecer pecó por exceso de precaución.

Jamaica efectuó en toda la isla una práctica de eliminación de plaguicidas obsoletos, entre ellos algunas STP. Entre 1996 y 1998, aproximadamente 8,000 kg fueron exportados a los Estados Unidos. Una parte eran reservas obsoletas de DDT. Entre 1993 y 2000, fueron exportadas a Francia aproximadamente 1,200 toneladas de PCB para incineración. El procedimiento se efectuó siguiendo las estipulaciones del Convenio de Basilea, y la Autoridad sobre Conservación de Recursos Naturales (*Natural Resource Conservation Authority, NRCA*) fue la instancia responsable en Jamaica. Desde entonces se han localizado otros contenedores de plaguicidas y de STP, que están a la espera de ser eliminados. Estas nuevas reservas se componen de heptacloro, dieldrina y contenedores vacíos de endosulfán.

En 2000, Colombia exportó a Francia 16.9 toneladas métricas de condensadores y transformadores con PCB. Trinidad y Tobago exportó a Canadá 1,200 toneladas de desechos de PCB, pero no se especifica el año (RFI,

2002). En diciembre de 1999, después del huracán Mitch, Honduras exportó, con la ayuda del Banco Mundial, 103,000 kg de plaguicidas obsoletos (Sabillón, 2002). Costa Rica ha exportado durante 4 años 56.5 toneladas de PCB (Ministerio de Salud, comunicación personal). Al parecer, todas estas exportaciones fueron realizadas en apego a lo estipulado en el Convenio de Basilea.

2.5.2. Identificación de reservas y depósitos de STP

A través de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación se emprendió un inventario de reservas y depósitos de STP en el Caribe, con la finalidad de reunir datos sobre plaguicidas obsoletos y también sobre sustancias desconocidas que podrían ser plaguicidas. En Trinidad y Tobago y San Vicente se recopilaron inventarios, y la actualización más reciente se efectuó en 2000. La información así compilada es sólo indicativa pues estos inventarios no son exhaustivos. El inventario más detallado, con 210 entradas, es el de Trinidad y Tobago. Entre las STP identificadas se encuentran la atrazina (108 kg), el DDT (24 toneladas), el endosulfán (0.75 L) y el mirex (26 kg) (FAO, 2000). El inventario de San Vicente contiene 11 entradas. La única STP de preocupación es la aldrina (28 kg).

En Colombia, como resultado de una convocatoria del Ministerio de Salud para notificar el reempaque, embalaje, y organización de reservas de DDT, se sabe que existen aproximadamente 123.5 toneladas de esta sustancia en dos almacenes ubicados en Honda y Bogotá (www.minsalud.gov.co/newsite/msecontent/newsdetail). Sin embargo, los datos preliminares del Proyecto FAO/COL/TCP/0065 Asistencia Técnica para la Eliminación de Plaguicidas Obsoletos (FAO –Ministerio de Medio Ambiente), presentados durante un seminario en 2001, indicaron la existencia de unas 178 toneladas de DDT almacenadas bajo la responsabilidad de los servicios de salud provincial y nacional. Una organización privada de productores de algodón declaró 20 toneladas de toxafeno y 250 kg de arseniato de calcio en reserva (Nieto, 2002). Es posible que se entierren plaguicidas caducados en zonas de uso intensivo de plaguicidas en los departamentos de Antioquia, Atlántico, Bolívar, César y Cundinamarca. Sólo uno de estos sitios ha sido evaluado para detectar compuestos de organofosfato y compuestos organoclorados. Un inventario en Venezuela identificó 140 toneladas de plaguicidas con STP obsoletos en todo el país (Ministerio de Medio Ambiente, comunicación personal).

El Centro Nacional para el Control de Enfermedades Tropicales de la República Dominicana tiene en reserva 40 toneladas de DDT. Una pequeña cantidad de heptacloro ha sido almacenada en Santa Lucía. Guatemala tiene reservas de 10 plaguicidas obsoletos en malas condiciones de almacenamiento, entre ellos DDT y dieldrina (Tabla 2.11). Costa Rica reportó sólo reservas obsoletas de DDT, pero el hallazgo reciente de un transformador viejo con PCB en un área residencial así como un barril de toxafeno enterrado en una plantación de plátano abandonada, cerca de un pozo de agua potable, evidencian el desconocimiento de las cantidades y la ubicación de STP obsoletas así como la necesidad de inventarios (Castillo, 2002). La Tabla 2.11. muestra datos sobre plaguicidas obsoletos seleccionados en algunos países de la región.

Tabla 2.11. Plaguicidas obsoletos detectados en la región de América Central y el Caribe (en kg)

País	Aldrina-dieldrina	Clordano	DDT	Endrina	Heptacloro	Mirex	Toxafeno	HCH
Belice	1	19	13,000		-	28	6	1
El Salvador	1,814	-	4,672		1,040	-	27,900	7,802
Nicaragua			6,300				250,000	
Guatemala	100		14,585					
Honduras		19,900	18,900					12,560
Panamá			5,000					

Costa Rica			8,300					
Colombia			178,000				20,000	
República Dominicana			40,000					
Jamaica					55			
Santa Lucía		23			23			
Trinidad y Tobago			24,000			26		
Venezuela	17,146	11,607	113	96,693			15,359	

Fuente: Informes de los países para la Evaluación regional de STP en la Región X

El total de reservas caducadas de DDT y toxafeno para los 13 países que presentaron información es de 312,870 y 313,265 kg, respectivamente. Además, Belice reportó 7.5 litros de endosulfán y Trinidad y Tobago 108 kg de atrazina. En casi todos los países se sigue utilizando el endosulfán y la atrazina, con excepción de Colombia y Belice, donde está prohibido el endosulfán. El peligro de las reservas obsoletas se refleja en el incidente de los 658 kg de DDT que estaban almacenados en unas instalaciones del Ministerio de Salud en Matagalpa, Nicaragua. Estas reservas se perdieron a causa del huracán Mitch, en octubre de 1998, al ser arrastradas por las aguas del Río Grande de Matagalpa, que desemboca en el Caribe (ISAT, 2000).

Ninguno de los países de la Región tiene inventarios nacionales completos sobre reservas y usos de PCB, lo que se atribuye a la falta de recursos humanos y financieros, y de marcos jurídicos. Colombia, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Nicaragua, Panamá y Venezuela han recopilado inventarios preliminares sobre PCB. El inventario de Costa Rica es sobre reservas, y no sobre usos. Este país notificó la exportación de 56,472 kg en transformadores entre 1998 y 2001. Las estimaciones preliminares de Nicaragua sobre PCB en transformadores en uso para distribución nacional de energía eléctrica de 1980 a 2000 fueron de 820,684 galones, y de 4,430 galones en transformadores propiedad de particulares.

En El Salvador, el inventario preliminar de PCB lo realizó el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Este inventario indica que aproximadamente 165,000 kg de PCB están almacenados y serán exportados a Francia siguiendo las estipulaciones del Convenio de Basilea. El cargamento será destruido mediante incineración en suelo en 2002-2003 (González y Calderón, 2002). Los PCB se encuentran en 17 transformadores y 153 condensadores.

Honduras no tiene inventario sobre PCB. La Empresa Nacional de Energía Eléctrica es la fuente principal de PCB. Se han vendido a empresas privadas transformadores con etiquetas que señalan niveles de PCB entre 50 y 500 ppm. A los nuevos transformadores se les pone la etiqueta "sin PCB" y se indica que contienen menos de 1 ppm de PCB (Sabillón, 2002).

Panamá ha emprendido un estudio preliminar sobre PCB e indica que en Río Hato, la empresa Edemet Edichi S.A almacena aproximadamente 95 toneladas de PCB en estado líquido y sólido. Asimismo, el hospital de la Caja del Seguro Social en Bahía las Minas tiene almacenados galones de fluidos eléctricos, mientras que EGEMINSA (Empresa de Generación Eléctrica Bahía las Minas) tiene 30,000 kg en un transformador. Otros 200,000 kg de PCB líquido de EGEMINSA son enviados a Bélgica para su incineración controlada (Espinosa, 2002).

En 2002-2003 se emprenderá un proyecto en la región de América Central para capacitar a autoridades gubernamentales y organizaciones interesadas en el manejo de PCB. Como parte del proyecto, se elaborará un inventario y un plan de acción por cada país.

A principios de 1998, el Ministerio de Minas y Energía de Colombia elaboró un inventario preliminar a partir de la respuesta a los cuestionarios que envió a empresas del sector eléctrico (generadoras, transportadoras y distribuidoras) y petrolero. Sólo 22% de las empresas lo contestaron. La cantidad total estimada de PCB es de 2,000 toneladas, pero se reconoció que se trata de una subestimación (Proyecto CERI-ACDI-COLOMBIA, 1999). Las empresas del sector eléctrico están emprendiendo planes para dar de baja los transformadores y otros equipos que contengan PCB. Algunas han elaborado y puesto en marcha planes de contingencia (Nieto, 2002).

En Santo Domingo se han señalado sitios en los que se guardan transformadores sin las debidas precauciones. El aceite de los transformadores viejos se vende de 6 a 17 dólares por 55 galones. Hay más de dieciocho instalaciones para reparación de transformadores (Porro, 2002).

En Jamaica está prohibido el uso de PCB en transformadores. Los transformadores que contienen PCB están pendientes de eliminación. Como no hay áreas de almacenamiento para eliminación, el gobierno vacila en hacer un llamado nacional a declarar los plaguicidas obsoletos. Con todo, algunas veces las autoridades reciben informes de algunas cantidades (Chin Sue, 2002).

En Santa Lucía aún se importan aceites y otros materiales con PCB. Este país tiene un almacén de transformadores de desecho que contiene 150 transformadores desechados que se supone contienen PCB (Magloire, 2002).

En Trinidad y Tobago, la Empresa de Generación de Energía (*Power Generation Company of Trinidad and Tobago*) se propuso la sustitución total de aceites a base de PCB para el año 2000. Todos los aceites han sido sustituidos y están debidamente almacenados en espera de eliminación en una planta autorizada en Canadá. La Comisión de Electricidad de Trinidad y Tobago (*Trinidad and Tobago Electricity Commission*), que se encarga del abastecimiento de energía a nivel nacional, notificó que ya no utilizan aceites a base de PCB. Se llevó a cabo una inspección en uno de los principales centros de abastecimiento al este del país, que tiene aceites usados almacenados en barriles en las mismas instalaciones. El inspector que visitó el sitio observó que los aceites no están debidamente almacenados y que, por lo tanto, hay riesgo de que entren en el medio ambiente. Trinidad y Tobago exportó para destrucción 1.2×10^{-5} kg de desechos de PCB hacia Canadá, sin especificarse la fecha (RFI, 2002).

En la República Dominicana se está elaborando un inventario de Fuentes de PCB. Este país no tiene un mecanismo de eliminación de estas sustancias. Un inventario de Venezuela localizó 270 toneladas de aceites con PCB en 14 lugares. En este país, la cantidad estimada de PCB en 1993 fue de 3,374.5 toneladas, localizadas en todos los estados (Ministerio del Ambiente, comunicación personal). La mayor parte esos PCB provenía de empresas de energía eléctrica y petroleras registradas.

Se precisan inventarios nacionales para determinar usos y cantidades en los distintos materiales (transformadores, condensadores, balastras, motores, magnetos, fluidos de termopermutadores, fluidos hidráulicos, interruptores eléctricos, armas, reguladores de voltaje, fluidos de cables eléctricos, plásticos, pegamentos, papel carbón, tintas, lubricantes, material de aislamiento, selladores, pinturas en barcos, etc.), usos difusos, PCB almacenados, y en sitios contaminados.

2.5.3. PAH y aceites de desecho

El Instituto de Salud Ambiental del Caribe (*CEHI*, por sus siglas en inglés) realizó en la región del Caribe un estudio titulado “Inventario Regional de Desechos Peligrosos centrado en productos químicos caducados y desechados en los países del Caribe” (*Regional Inventory of Hazardous Waste focusing on Discarded and Outdated Chemicals in Caribbean Countries*) (Singh y Glasgow-Chung, 2001). Este estudio proporciona datos sobre reservas de estos productos químicos en Antigua y Barbuda, Barbados, Jamaica, Santa. Lucía, San Kitts y Nevis y Trinidad y Tobago (Tabla 2.12.). La información contenida en el estudio es indicativa más que cuantitativa pues hubo que limitar el alcance del proyecto debido a restricciones financieras.

El estudio del CEHI reveló que en los seis países las sustancias peligrosas de mayor preocupación que se almacenan son los desechos de aceites y toda una variedad de solventes, entre ellos los compuestos clorados. El caso de Barbados puede ilustrar los tipos de desechos que se almacenan en estas islas (Singh, 2002). En Barbados no se identificó ninguno de los productos químicos que se establecieron como prioridad del

proyecto. Sin embargo, según la Junta de Control de Plaguicidas (*Pesticide Control Board*), es posible que el Ministerio de Agricultura tuviera almacenadas algunas de las reservas caducadas de plaguicidas que no fueron inventariadas.

Tabla 2.12. Información compilada por el estudio CEHI/BASEL en Antigua y Barbuda, Barbados, las Bahamas, Jamaica, Santa Lucía, San Kitts y Nevis y Trinidad y Tobago

Empresa	Tipo de desechos	Volumen/masa
Advocate Company Ltd.	Productos para revelado/acabado: sulfonato de naftaleno alquilado, sal de sodio, alcohol bencílico, pirofosfato de tetrapotasio, dioleato glucósido de metil etoxilado, glicol de polietileno, metabisulfito de sodio, agua	1.5 gal /semana
Arawak Cement Plan	Aceite de desecho	1 1000 gal (almacenados) 550 gal generados por mes
B S & T Motors	Aceite de motores/engranajes	800 L (almacenados) 400 L generados por mes
Barbados Community College	Desechos orgánicos (mezcla de tetrahidrofurano de carbono, cloroformo, acetona, benceno, benceno, 1,1,1-tricloroetano, propan-1-ol, propan-2-ol.	42 L
Barbados Reference Laboratory	Xileno	10 gal (almacenados) 5 gal generados por 18 meses
Barbados Reference Laboratory	Xileno	4 gal (almacenados) 2 gal/año
Barbados National Oil Company Ltd.	Antiespumante para cemento (desconocido) Diluyente para cemento (secreto de fabricación) Líquido para cemento (secreto de fabricación) Fiocheck (secreto de fabricación) Retardador (secreto de fabricación) Hill Pivalnut (secreto de fabricación) Glicol etileno Glicol trietileno Dispersante Parid (desconocido) Demulsionante Hunting D6350 (desconocido) Aceite hidrocarburo	125 gal 770 gal 1 320 gal 275 gal 250 gal 450 gal 600 gal 385 gal 330 gal 330 gal 110 gal
C.F. Caribbean Flowers Ltd.	Cloroformo	4.5 L (almacenados)

Flavours Ltd.		(almacenados) 1L/mes generado
Coles Printery Ltd	VARN A. 230 (desconocido)	550 gal
Courtesy Garage Ltd.	Aceite para motores	400 gal (almacenados) 300 gal/mes generados
Harrison college	Mezcla de solventes orgánicos y compuestos de plomo Xileno Cloroformo	500 ml (almacenados) 1L 750 ml
McEearney Service Centre	Aceites de desecho Tíneres (disolventes)	500 gal/mes generados 45 gal/mes
Steve's Dry Cleaning	Tetracloroetileno	2035 gal (almacenados) 150 gal/año
Tropical laundries	Tetracloroetileno	55 gal (almacenados)

Fuente: Singh y Glasgow-Chung, 2001

La principal incertidumbre relacionada con estas existencias obsoletas es su caracterización en términos de contenido de STP. Se sabe poco sobre la composición del material de desecho y se reconoce que, entre estas mezclas de sustancias químicas, las STP estarán presentes en cantidades desconocidas.

2.6. DATOS FALTANTES

La mayor parte de los datos presentados en esta sección es cualitativa y está incompleta. Hay, por consiguiente, lagunas considerables de datos. En la Región no existen inventarios exhaustivos sobre fuentes y emisiones de sustancias tóxicas persistentes importadas. En el Caribe no han sido recopilados datos sobre la importación de cada uno de los plaguicidas que son objeto de preocupación. Por eso resulta difícil presentar una imagen clara de la magnitud del problema a partir de datos de importación. Sin embargo, varios países están progresando en la compilación y notificación de datos.

Se precisa un inventario de sustancias no plaguicidas importadas, ya sea como constituyentes de otros productos o como materia prima, para determinar y desarrollar las estrategias de control de sustancias peligrosas adecuadas para los casos de STP y otros productos químicos. Los países de la región de América Central y el Caribe tienen poco control sobre el uso de STP en productos comerciales como plásticos, espumas, llantas, pinturas, detergentes, etcétera.

Se han reunido datos sobre fuentes de dioxinas y furanos partiendo de los procesos que las generan. Se encuentran más o menos al azar referencias a la producción de dioxinas y furanos mediante la combustión de plásticos, operaciones en rellenos sanitarios, quema de combustibles e incineración. No se han calculado las cantidades de STP emitidas por la combustión de material orgánico durante incendios forestales o de matorrales o la quema de cultivos.

Asimismo, los datos sobre PAH y PCB en aceites usados, emisiones de vehículos automotores y procesos en instalaciones industriales son deficientes. Los sitios industriales son posibles fuentes de emisiones de STP en aire, agua, suelo y desechos. Son escasos los datos a este respecto.

Los datos existentes indican la necesidad de recopilar datos de manera continua y más exhaustiva para señalar puntos críticos en lo referente a fuentes y para medir o calcular emisiones.

2.7. RESUMEN

Las fuentes antropógenas más importantes de STP en la Región son la agricultura, la gestión de desechos y el sector marino. Las categorías generales de STP son: *plaguicidas, subproductos no intencionales, compuestos industriales y las STP de preocupación incipiente*. Los datos cuantitativos sobre fuentes de STP en la Región son escasos; existe algo de documentación sobre plaguicidas, bifenilos policlorados (BPC), hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), productos de petróleo, compuestos orgánicos de plomo, de estaño y solventes cloro, pero no la hay sobre dioxinas y furanos.

Todos los plaguicidas seleccionados para el proyecto se han aplicado en la región en la agricultura o para control de vectores. En uno o varios países están registrados la atrazina, DDT, endosulfán, heptacloro, lindano, mirex y pentaclorofenol. Puede que sigan utilizándose la endrina, hexaclorobenceno y toxafeno. Es probable que la aldrina y la dieldrina ya no se utilicen. Probablemente se ha usado pentaclorofenol en varios países, más recientemente en Honduras y Nicaragua.

Los PAH se forman y emiten con la generación de energía eléctrica, la extracción y refinación de petróleo crudo, y en los motores de combustión, particularmente en las emisiones vehiculares. La industria del petróleo, incluida la extracción y refinación de petróleo crudo, es una fuente importante de PAH en la región. Estas operaciones han provocado la contaminación de aguas, suelos, y aire. Los PCB se utilizaron en diversas aplicaciones durante las décadas de 1950 y 1960. Se encuentra PCB en los aceites de transformadores. No hay datos sobre fuentes y emisiones de retardantes de llama bromados ni de compuestos orgánicos de mercurio. Las emanaciones de compuestos orgánicos de estaño provienen de botes y barcos, descargas industriales y otras fuentes. No hay datos sobre emisiones. Todos los países de la Región usaban gasolina con plomo. El hecho de que haya continuado su uso en algunos países, como Trinidad y Tobago, ha contribuido a la contaminación de aire, agua y suelo. En la Región no se producen parafinas cloradas, pero se importan en cantidades desconocidas. Se importan asimismo cantidades desconocidas, posiblemente pequeñas, de nonilfenoles y octilfenoles.

En cuanto a los subproductos no intencionales, se encuentran ocasionalmente inventarios de fuentes o estimaciones de emisiones de PAH. La incineración incorrecta de desechos domésticos, industriales, y agrícolas así como la quema de terrenos para desmonte son fuentes potenciales de dibenzodioxinas policloradas (PCDD), y dibenzofuranos policlorados (PCDF), hexaclorobenceno (HCB) y PAH. Los incendios espontáneos en rellenos sanitarios y, en algunos casos, la quema deliberada de desechos municipales se consideran otras fuentes importantes de dioxinas y furanos. Los aceites de desecho se suman a la carga de contaminación por PAH. Grandes cantidades de desechos de aceite han sido descargadas en el medio ambiente, lo que ha provocado la contaminación de vías de agua, litorales y suelos. Algunos aceites usados han sido almacenados. Los motores de combustión interna, sobre todo los motores de gasóleo, son una fuente potencial importante de PAH en el medio ambiente. En casi todos los países la quema de desechos en rellenos sanitarios es ilícita, pero se registran incendios espontáneos de desechos municipales. Se usan generalmente incineradores para desechos de hospitales. En Colombia, Costa Rica, El Salvador, y posiblemente en otros países se queman llantas usadas para obtener energía. Se pueden producir PCDD y PCDF como subproductos de algunos procesos industriales así como por la actividad volcánica y los incendios forestales. La deficiencia o ausencia de reglamentos e instalaciones de reciclado de desechos de plásticos se suma a la carga de desechos. La eliminación de reservas obsoletas de plaguicidas prohibidos representa un problema. En la Región hay almacenados por lo menos 312,000 kg de DDT, en particular en Colombia; y unos 313,000 kg de toxafeno, la mayoría de éste en Nicaragua. También hay reservas de aldrina-diieldrina, clordano, endrina y heptacloro. Algunas de las reservas, como las de PCB y de plaguicidas obsoletos que comprenden STP, han sido exportadas fuera de la Región para ser incineradas. El uso de PCB en transformadores eléctricos constituye la fuente más grande de PCB en la Región. Están todavía pendientes los inventarios de reservas de PCB en todos los países así como su completa eliminación.

Las STP más importantes que empiezan a ser objeto de preocupación son: atrazina, retardantes de llama bromados, endosulfán, lindano, compuestos orgánicos de mercurio, compuestos orgánicos de plomo,

compuestos orgánicos de estaño, pentaclorofenol, PAH, parafinas cloradas de cadena corta, ftalatos, nonilfenoles y octilfenoles.

Hay una carencia importante de datos sobre STP en la región, lo que pone de relieve la necesidad de inventarios y datos de emisión fiables.

2.8. REFERENCIAS

- ATSDR. 2002.** *Agency for Toxic Substances and Disease Registry.* <http://www.atsdr.cdc.gov>
- Bailey, R.E. 2001.** *Global hexachlorobenzene emissions.* Chemosphere 43:167-182.
- Ballschmiter, K., y R. Wittlinger, 1991.** *Interhemisphere exchange of hexachlorocyclohexanes, hexachlorobenzene, polychlorinated biphenyls, and 1,1,1-trichloro-2, 2-bis (p-chlorophenyl)ethane in lower troposphere.* Environment Science Technology, 25 (6): 1103-1111.
- Bonilla J.P., J.E. Peinado, M.A. Urdaneta, E. Carrascal. 2001.** *Informe sobre el uso y manejo de plaguicidas en Colombia, tendiente a identificar y proponer alternativas para reducir el derramamiento de plaguicidas al mar Caribe.* Bogotá, Colombia, Informe Final, Proyecto PNUMA/UCR/CAR, Fondo para el Medio Ambiente Mundial.
- Calero, S., I. Fomsgaard, M. Lacayo, V. Martínez, R. Rugama. 1993.** *Toxaphene and other organochlorine pesticides in fish and sediment from Lake Xolotlan, Nicaragua.* Int. J. Environ. Anal. Chem. 53:297-305.
- Campos, M. 2002.** *The Use and Impact of Chlorinated Pesticides in Guatemala.* Past and Present. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/PNUMA.
- Castillo, L.E. 2002.** *Costa Rica Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/PNUMA
- Castillo, L.E., E. de la Cruz, C. Ruedert. 1997.** *Ecotoxicology and pesticides in tropical aquatic ecosystems of Central America.* Env. Toxicol. Chem. 16:41-51.
- CEPA. 1999.** *Canadian Environmental Protection Act: Priority Substances List Assessment Report - Nonylphenol and its Ethoxylates.* <http://www.ec.gc.ca/substances/ese/eng/psap/final/npe.cfm>
- Chin Sue, H. 2002.** *Jamaica Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/PNUMA.
- Cifuentes D. 2002.** *Guatemala Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/PNUMA.
- Cruz Granja, A., R C. Flunky. 2002.** *Nicaragua Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), GEF/United Nations Environment Programme.
- DAMA (Bogota) - Comisión Distrital de Prevención y Mitigación de Incendios Forestales.** *Informe de Gestión 1998-2000.* (<http://www.dama.gov.co/ince/info.htm>)
- De la Cruz, E. 2002a.** *Levels and trends of mercury and methyl-mercury on marine biota from Costa Rica.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/PNUMA.
- De la Cruz, E. 2002b.** *Levels and trends of polychlorinated biphenyls on marine biota from Central America.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/PNUMA.

- Dierksmeier, G. 2002.** *Cuba Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/PNUMA.
- Environment Canada. 2000.** *Information Technology (IT) and Telecommunication (Telecom) Waste in Canada.* <http://www.ec.gc.ca/nopp/sustainable/itwaste/ITWasteE.pdf>
- Espinoza J. 2002.** Panama Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/PNUMA.
- Gonzalez R. Calderon GR. 2002.** *El Salvador Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/PNUMA.
- Hidalgo, C. 1986.** *Determinación de residuos de plaguicidas organoclorados en huevos de ocho especies de aves acuáticas, colectados durante 1983-1984 en la Isla Pájaros, Guanacaste, Costa Rica.* Tesis de Maestría. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Howsam, M., K.C. Jones, 1998.** *Sources of PAHS in the Environment. Handbook of Environmental Chemistry.* Volumen 3. Springer-Verlag.
- ICA. 2001.** *Comercialización de plaguicidas 1999.* Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Bogotá.
- IMN. 2000.** *Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Cambio Climático.* Instituto Meteorológico Nacional (IMN), San José, Costa Rica.
- IPCS. 1984.** *Chlordane. Environmental Health Criteria 34.* International Programme on Chemical Safety (IPCS).
- IRET. 1999.** *Manual de Plaguicidas: Guía para América Central. 2da. Edición,* Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, EUNA, Heredia, Costa Rica.
- ISAT. 2001.** *Diagnóstico situacional del uso del DDT y el control de la malaria. Informe regional para México y Centroamérica.* Instituto de Salud, Ambiente y Trabajo (ISAT), México, OPS/OMS, FMAM, PNUMA.
- Magloire, L. 2002.** *St. Lucia Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/PNUMA.
- Mansingh A, Robinson DE, Henry C, Lawrence V. 2000.** *Pesticide Contamination Of Jamaican Environment. II. Insecticide residues in the rivers and shrimps of Rio Cobre basin, 1982–1996.* . Environ. Monit. Assess. 63: 459–480
- MINAE. 2001.** *Reducción del Ecurrimiento de Plaguicidas al Mar Caribe. Informe Nacional: Costa Rica.* Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), San José, Costa Rica. Proyecto FMAM/1100-99-04/PNUMA.
- Murray, D. 1994.** *Cultivating Crisis, The Human Cost of Pesticides in Latin America,* University of Texas Press, Austin, TX, EE.UU.
- Nieto, O. 2002.** *Colombia, Suriname and Venezuela Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/PNUMA.
- OPS. 2001.** *Fichas Técnicas de Plaguicidas a Prohibir o Restringir Incluidos en el Acuerdo No. 9 de La XVI Reunión del Sector Salud de Centroamérica y República Dominicana (RESSCAD).* OPS/OMS, San José, Costa Rica.
- OPS. 1995.** *Desechos peligrosos y salud en América Latina y el Caribe. 1995. Serie Ambiental No. 15.* OPS.
- OSPAR. 2000.** *OSPAR Background Document on Organic Tin Compounds.*

- PAHO, Ministry of Health. 2000.** *Prevention and management of agricultural pesticide related illnesses Dominica, Nicaragua and Granada, phase I field assessment of pesticide use.* 21 de julio-06 de agosto. Informe n° 2. Dominica. Informe n° 1 Granada.
- PIOJ. 2001.** *Economic and Social Survey.* Planning Institute of Jamaica (PIOJ), Kingston, Jamaica.
- Porro L. 2002.** *República Dominicana Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/PNUMA.
- Proyecto CERI-ACDI-COLOMBIA. 1999.** *Manual de manejo de PCBs para Colombia,*
- PAEDDT. 2001.** *Programa regional de acción y demostración de alternativas sostenibles para el control de malaria sin el uso de DDT en México y América Central.* Propuesta para ser presentada al FMI por la CCA.
- Rajkumar W. 2002.** *Trinidad and Tobago Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/PNUMA.
- RFI. 2002.** *Sound Management of Persistent Organic Pollutants in Mexico, Central America and the Caribbean and Opportunities for Regional collaboration.* Resource Futures International (RFI), Versión preliminar presentada al Banco Mundial.
- Sabillón R. D. 2002.** *Honduras Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/PNUMA.
- Sasa Marin, J. 2002.** *Informe sobre el inventario de sustancias tóxicas persistentes a nivel industrial en Costa Rica.* Laboratorio Gestión de Desechos. Escuela de Química. Universidad Nacional, Costa Rica.
- Singh, J. & Glasgow-Chung, S. 2001.** *Regional Inventory of Hazardous Waste focusing on Discarded and Outdated Chemicals in Caribbean Countries.* Caribbean Environmental Health Institute/Secretaría del Convenio de Basilea.
- Singh, J. 2002.** *Barbados Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/PNUMA.
- U.S. EPA. 2000.** *Toxic Release Inventory (TRI). Public Data Release Report,* United States Environmental Protection Agency.
- Wania, F., D C.G. Muir, T.F. Bidleman, J.Blais. 2002.** *Characterizing the Origin and Long Range Transport Behaviour of Persistent Organic Pollutants (POPs) in the Canadian Atmospheric Environment Using Passive Samplers.* TSRI Project #27, Final Report.
- WHO. 1996.** *Chlorinated Paraffins. Environmental Health Criteria, 181.* International Programme on Chemical Safety. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc181.htm>

3. NIVELES AMBIENTALES

3.1. NIVELES Y TENDENCIAS EN EL MEDIO AMBIENTE

3.1.1. Introducción

En este capítulo se resumen las evidencias de la presencia de STP en los diversos elementos medioambientales de la región, con particular atención en los niveles y tendencias ambientales. Se entiende por elementos medioambientales los ecosistemas aéreos, marinos y de aguas dulces y terrestres.

Hay muy pocos datos sistemáticos sobre la presencia ambiental de las STP en la región. No existen programas regionales de monitoreo y análisis para algunas STP. Existen ciertos datos nacionales sobre algunas STP: plaguicidas organoclorados (principalmente DDT, HCH y toxafeno) y, en algunos casos, PCB, pero hay muy pocos datos sobre PAH y ftalatos y no hay datos sobre PCDD ni PCDF. Guatemala señala que aunque no se haya realizado una cuantificación sobre ftalatos, su naturaleza ubicua se demuestra por su interferencia cuando se analizan muestras ambientales para detectar compuestos organoclorados.

Durante las últimas tres décadas se han realizado ocasionalmente estudios de los niveles ambientales de las STP en casi todos los países de la región. Guatemala fue el primer país en hacerlo, en 1971. La mayoría de estos estudios fueron realizados por grupos de investigación en universidades e instituciones gubernamentales. Muchos se realizaron con la colaboración y/o el apoyo de universidades o instituciones de Estados Unidos, Canadá o Europa. Algunos organismos internacionales, principalmente la OIEA y la OPS/OMS, prestaron frecuentemente apoyo a estos estudios regionales.

La mayor parte de los datos existentes se resumen en las tablas 3.1 a 3.22. Lamentablemente, es difícil comparar los diversos estudios por varias razones: el número limitado de estudios, los diferentes tipos de sustratos analizados, metodologías analíticas distintas (columna capilar o columna empaquetada, mayor o menor precisión y exactitud, límites de cuantificación diferentes), y la presentación de resultados no uniformizada. Por ejemplo, los residuos de compuestos organoclorados en biota vienen expresados en peso fresco, peso seco o peso en grasa. A veces falta información esencial, como los datos temporales, de lugar y condiciones de muestreo, o está insuficientemente descrita. La mayor parte de los estudios se realizaron en diferentes momentos, los investigadores no eran los mismos, y los objetivos tampoco. Los datos no se cotejaban y pocas veces se analizaban las muestras por duplicado.

Algunos de estos estudios se han publicado en revistas nacionales o internacionales arbitradas. Se revisaron capítulos de libros, tesis de maestría y tesis doctorales e informes técnicos. Estos estudios se ocupan, además de los plaguicidas organoclorados, de insecticidas organofosfatados, herbicidas fenoxiacéticos y ciertos plaguicidas que se utilizan en determinados cultivos. La mayoría de los estudios abarcan más de un sustrato ambiental.

3.1.2. Aire

El aire constituye un medio importante de transporte de STP. Ciertas STP de mucho uso como el DDT pueden transportarse por aire desde áreas tropicales hacia áreas más frías (Jones y De Voogt, 1999). No existen datos de vigilancia regional. Los únicos datos disponibles son los de los plaguicidas organoclorados de dos campañas de muestreo en aire en Belice y Costa Rica (Alegria y col., 2000; Wania, 2002). Este tipo de estudios debería realizarse con mayor regularidad. Ayudaría mucho a entender los movimientos transfronterizos si se pudieran relacionar los niveles con un inventario de fuentes.

3.1.2.1. DDT

Los únicos dos estudios en la región indican que los DDT están presentes en Belice, en niveles que indican su uso reciente (Tabla 3.1). Los niveles atmosféricos de DDT encontrados en Belice son elevados, superiores a los registrados por las estaciones de vigilancia de los Grandes Lagos. El nivel de residuos de DDT es mayor en el campo beliceño y los niveles tienden a aumentar durante el periodo de muestreo de invierno (diciembre-enero) (Alegria y col., 2000). Los datos más recientes (Wania y col., 2002) provienen de una cartografía de

gran escala de las concentraciones atmosféricas promedio de COP a largo plazo, de una red de más de 40 estaciones de muestreo pasivo en América del Norte y otras regiones. Dos de estas estaciones se colocaron en la Región, una en la región montañosa en Costa Rica y la otra en tierras bajas de Belice, durante un periodo de un año (Tabla 3.1). Las concentraciones de DDT en muestras de los bosques nubosos de Costa Rica resultaron casi diez veces más bajas que las de las muestras de las tierras bajas de Belice.

3.1.2.2. Dieldrina

Durante dos periodos, entre 1995 y 1996, se calcularon mediante muestreo activo las concentraciones de dieldrina (Tabla 3.1) a partir de las muestras recogidas en dos lugares en Belice (Alegría y col., 2000). Los residuos de dieldrina en la zona rural continental eran 20 veces mayores que los de la zona urbana costera. Los niveles tendían a elevarse durante el periodo de muestreo de invierno (diciembre-enero).

Los resultados se exponen en la Tabla 3.1. Los autores concluyeron que los niveles de aldrina y dieldrina registrados eran elevados, y eran comparables con los niveles de las estaciones de vigilancia de los Grandes Lagos, lo que es bastante sorprendente dado que Belice prohibió el uso de dieldrina y aldrina como plaguicidas en 1985. La mayoría de los países de la Región prohibió estas sustancias en la década de 1980 o principios de los años 1990, a excepción de Jamaica, que las prohibió en 1999.

3.1.2.3. Otros compuestos organoclorados

Los niveles de toxafeno, heptacloro y clordano eran similares o menores a los calculados recientemente en los Estados Unidos. Los niveles de endosulfán en Belice analizados con la técnica de muestreo pasivo eran bajos pero los resultados de Costa Rica no son concluyentes porque las muestras duplicadas arrojaron resultados distintos (Wania, 2002). El endosulfán es uno de los plaguicidas con STP que se utiliza regularmente en la Región (Tabla 2.9).

Tabla 3.1. Niveles atmosféricos de STP


País /periodo	Lugar del muestreo	Resultados	Observaciones	Referencia
Belice 1995-96	Belmopan (zona continental: área de cultivo de cítricos, plátano, verduras) Ciudad de Belice (área costera). 2 estaciones de muestreo 2 periodos de muestreo (diciembre-enero y julio-agosto) tiempo de muestreo: 18-67 h volumen de muestreo: 500 – 1400 m ³	Media geométrica Belice / Belmopan (pg/m ³): ΣDDT 216 / 992 Dieldrina 34 / 728 Toxafeno 28 / 33 γ-HCH 26 / 33 Heptacloro 0.3 / 0.9	La aldrina, dieldrina y DDT tienden a ser más altos en diciembre-enero. Niveles más elevados en el punto de muestreo continental Niveles de DDT mayores en Belice que en estaciones de América del Norte.	Alegria y col., 2000
Belice 2001-02	Belmopan Muestreo atmosférico pasivo (durante 1 año) 1 estación de muestreo, muestras duplicadas	Valores de los duplicados (ng/muestra) γ-HCH 1.1, 1.3 α-HCH 0.3, 0.5 cis-clordano 1.3, 1.4 trans-clordano 1.3 : 1.8 α-endosulfán 0.9 heptacloro 0.3, 0.2 p,p'-DDE 38.2, 38.0 p,p'-DDT 44.2, 48.7	América Central tiene las concentraciones continentales de α-HCH más bajas. Los niveles elevados de DDT en Belice indican su uso reciente.	Wania y col., 2002
Costa Rica 2001-02	Monteverde (bosque nuboso, montaña), Muestreo atmosférico pasivo (durante un año), 1 estación de muestreo, muestras duplicadas	Valores de los duplicados (ng/muestra) γ-HCH 4.5 : 5.7 α-HCH 0.5 : 1.4 cis-clordano 0.4 : 0.7 trans-clordano 0.3 : 0.5 α-endosulfán 0.0 : 21.8 heptacloro 0.0 : 0.0 p,p'-DDE 0.5 : 0.4 p,p'-DDT 1.8 : 2.8		

3.1.3. Ecosistemas acuáticos

3.1.3.1. Ambiente marino

Los niveles de STP en el medio ambiente marino y costero dependen de la emisión directa, por ejemplo desde ríos, por descargas industriales, escurrimientos agrícolas y urbanos, y por deposición atmosférica.

Las STP lipofílicas se acumulan en la biota y en la fracción orgánica de los sedimentos. Pueden afectar a organismos vivos y convertirse en un problema de salud pública por contaminación de pescado y marisco. Los organismos marinos más pequeños ingieren STP de las aguas a través de sus superficies respiratorias. Para los animales de los niveles tróficos superiores de la cadena alimentaria marina, como aves y mamíferos marinos, la vía más importante es la ingesta de alimentos, con la correspondiente biomagnificación. Suele aceptarse que la eliminación de contaminantes lipofílicos disminuye a medida que el tamaño del cuerpo aumenta.

Las evidencias sugieren que hay STP que pueden persistir en el medio marino durante años. Las costas, tanto del Pacífico como del Caribe, de los países del continente se caracterizan por sus manglares, humedales, marismas (lagunas costeras semiabiertas), bahías y arrecifes de coral. En América Central, la mayoría de los ríos son relativamente cortos y varios atraviesan más de un país. En Colombia y Venezuela hay largos ríos que desembocan en estuarios caracterizados por sus grandes ecosistemas de manglares con una gran biodiversidad, como el Sitio Ramsar Ciénaga Grande de Santa Marta  en el norte de Colombia, en la costa caribeña. La isla de Jamaica tiene 120 ríos y, al igual que la mayoría de los países del Caribe, puede considerarse toda ella como cuenca hidrológica. Hay manglares a lo largo de su litoral.

La lluvia tropical genera grandes cantidades de agua que se escurren hacia los sistemas costeros, en los que deposita gran cantidad de sedimentos.

3.1.3.2. Aguas costeras y estuarios

Hay pocos datos sobre plaguicidas organoclorados o PCB en muestras de agua tomadas en medios marinos (Tabla 3.2). El muestreo se realizó en áreas posiblemente contaminadas como estuarios, áreas costeras y puertos. No hay datos en lo que respecta a mar abierto.

La mayoría de los compuestos muestreados tienen baja solubilidad en agua y suelen ser absorbidos a material orgánico suspendido. Por ejemplo, se suelen registrar concentraciones de PCB del orden de pg/L en aguas oceánicas filtradas. La solubilidad en agua del lindano es mayor y se encuentra a niveles más altos. En la mayoría de los estudios no se indica si el agua se filtró antes de la extracción.

3.1.3.2.1. DDT

Hay pocos datos sobre niveles de DDT en muestras de aguas costeras en la Región, pero hay algunos datos de Colombia, Honduras, Jamaica y Santa Lucía. Se han determinado los niveles de DDT y en algunos casos de DDE y DDD en antiguos arrozales en la Ciénaga de la Virgen, Cartagena, Colombia (1996), en el Golfo de Fonseca, Honduras (1995-97), en Hunts Bay, Hellshire y Kingston Harbour, Jamaica (1982-96), en Portland y las aguas costeras del noreste de Jamaica (1990-91), y en zonas costeras de Santa Lucía (Tabla 3.2).

3.1.3.2.2. PCB

Los únicos datos disponibles sobre PCB en aguas costeras fueron recopilados en Colombia, en los ecosistemas costeros de la Ciénaga de la Virgen, Cartagena, en los antiguos arrozales. Se detectaron niveles entre 0.1 y 173 ng/g.

3.1.3.2.3. Endosulfán

Existen pocos conjuntos de datos sobre niveles de endosulfán en aguas costeras. Uno de los países en los que se han recopilado datos es Honduras (1995-97), donde se detectaron niveles de 0.03 mg/L. En un área de producción de café en Jamaica (1982-96) se registraron niveles promedio de 2.2 µg/L de α -endosulfán y de 7.86 µg/L de β -endosulfán. Las concentraciones de α -endosulfán se sitúan entre 0.42 y 7.12 µg/L en

muestras tomadas entre 1990 y 1991 en aguas costeras de Portland, en una zona de plantación de café. No se detectó β -endosulfán (Robinson y Mansingh, 1999).

3.1.3.2.4. *Otros organoclorados*

Se compilaron pequeños conjuntos de datos sobre niveles de heptacloro epóxido, lindano y endrina en Honduras (1995-97), de dieldrina, aldrina y lindano en Jamaica (1982-96), y de lindano y dieldrina en Santa Lucía (1986-89). Estos niveles se exponen en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Niveles de plaguicidas organoclorados y de PCB en muestras de agua de medio ambiente marino.

País/ año de estudio	Área	Resultados	Observaciones	Referencia
Colombia 1996	Ecosistemas costeros Ciénaga de la Virgen, Cartagena Antiguos arrozales	DDT 2.5 – 53.4 ng/g DDE <0.001- 0.5 ng/g DDD <0.001- 3.6 ng/g PCBs 0.1-173 ng/g		Castro, 1997
Honduras 1995-97	Océano Pacífico, Golfo de Fonseca 3 estuarios	Concentraciones máximas: β -endosulfán 0.03 mg/L Lindano 0.02 mg/L p,p'-DDT 0.012 mg/L Heptacloro epóxido 0.01 mg/L Endrina 0.011 mg/L	Los resultados indican contaminación generalizada de aguas costeras. Concentraciones mayormente bajas.	Meyer, 1999
Jamaica	Kingston Harbour	Niveles promedio: α -endosulfán 2.2 μ g/L β -endosulfán 7.86 μ g/L Sulfato de endosulfán 0.003 μ g/L p,p'-DDT 7.02 μ g/L Dieldrina 1.88 μ g/L Endrina 0.26 μ g/L Lindano nd	También se detectaron plaguicidas en muestras de sedimentos del puerto. Contaminación causada por la descarga del Río Cobre, por el uso, entre otros, de endosulfán 2 a 3 veces/ año en cafetales	Mansingh y Wilson, 1995, en: Mansingh y col., 2000
Jamaica 1990-91	Portland, aguas costeras del noreste	Niveles medios α -endosulfán 0.42-7.12 μ g/L β -endosulfán p,p'-DDE 0.8 μ g/L	Zona de producción de café También se detectaron plaguicidas en sedimentos y biota.	Robinson y Mansingh, 1999

País/ año de estudio	Área	Resultados	Observaciones	Referencia
Santa Lucía 1986-89	Lugares costeros	Concentraciones máximas detectadas Lindano 5-40 ng/L Dieldrina 4 ng/L DDT 4-20 ng/L		Singh y Ward, 1992, en Magloire, 2002.

3.1.4. Sedimentos marinos

La mayoría de los escasos datos sobre el medio ambiente marino de la región provienen de muestras de sedimentos y biota tomadas en lagunas costeras, y se presentan en las Tablas 3.3 y 3.4.

El primer estudio conocido (Keiser y col., 1973) registró en 1970 residuos de organoclorados en peces e invertebrados estuarinos y marinos en la zona costera de Guatemala, influenciada por plantaciones de algodón. Se dividió esta zona en cinco subregiones según la actividad de cultivo de algodón. Los niveles de DDT de la mayoría de los organismos fueron superiores en las subregiones colindantes de las plantaciones de algodón, y 53% de las muestras contenían toxafeno. La concentración máxima, 15.8 mg/kg de peso fresco de todos los DDT, se reportó en mejillones de la costa del Pacífico de Guatemala.

Aunque limitados, los datos sobre organoclorados y PCB en sedimentos marinos fueron más sustantivos que los existentes sobre aguas costeras. La mayor parte de estos datos, que figuran en la Tabla 3.3, se han obtenido de muestras de sedimento de lagunas costeras.

3.1.4.1. DDT

Se han recopilado datos de niveles de DDT en sedimentos marinos de Colombia, Costa Rica, Cuba, Guatemala, Honduras, Jamaica y Nicaragua. Los niveles más altos, de 9 mg/kg, se registraron en la costa del océano Pacífico en Honduras. He aquí otros niveles registrados: 7 mg/kg de peso seco en la costa del Pacífico del Sur en Guatemala, 0.08 ng/g en un humedal en la costa caribeña colombiana y 0.8 ng/g en los ecosistemas costeros en Cartagena localizados en un antiguo arrozal, 6.1 ng/g de DDE y 0.35 ng/g de p,p DDT en sedimentos de Portland y Kingston Harbour en Jamaica, y niveles entre 0.71 y 270 ng/g de peso seco en lagunas de la costa del Pacífico de Nicaragua. El estudio en Nicaragua arrojó las concentraciones más altas de DDT cerca de la desembocadura de un río que pasa por un antiguo campo de algodón (Carvalho y col., 1999); otras áreas arrojaron niveles considerablemente inferiores. Los resultados de 1992 a 2001 de un estudio de vigilancia permanente realizado en la costa suroeste de Cuba fueron de 4-6 a 61.4 µg/kg de peso seco, y los niveles más bajos se registraron en 2001 (Dierksmeier, 2002). Estos datos figuran en la Tabla 3.3.

3.1.4.2. PCB

En lo que respecta a aguas costeras, existen datos limitados sobre niveles de PCB en sedimentos marinos. Los únicos datos recopilados son los de Colombia (1996), con niveles de 1.3 a 6.9 ng/g, y los de Nicaragua (1995), en las marismas de la costa del Pacífico, con niveles máximos de 45 µg/g de peso seco (Carvalho y col., 1999).

3.1.4.3. Endosulfán

Sólo se habían recopilado datos sobre endosulfán en Jamaica; se detectó β-endosulfán a niveles promedio de 5.1 ng/g en sedimentos de Portland y de 0.35 ng/g en Kingston Harbour, así como α-endosulfán a niveles medios de 0.52 en Kingston Harbour (Ver Tabla 3.3). Las aguas de los campos de cítricos, café y legumbres y hortalizas se descargan en Kingston Harbour.

3.1.4.4. Toxafeno

En diciembre de 1995 se realizó un estudio de detección de hidrocarburos clorados persistentes en las principales marismas del Pacífico en Nicaragua (Carvalho y col., 1999), donde durante décadas se ha utilizado la mayor parte de los plaguicidas para la agricultura del país. Los resultados relativos a una gran variedad de plaguicidas organoclorados en sedimentos de marismas en Estero Real, Estero Padre Ramos, y el estuario de San Juan del Sur indicaron niveles generalmente muy bajos. Sin embargo, los sedimentos del sistema Esteros Naranjo-Paso Caballos dieron niveles muchos más elevados, con valores máximos de toxafeno de 1,420 ng/g. Las concentraciones muy elevadas de toxafeno y DDT (Tabla 3.3) se deben al uso intensivo de estos plaguicidas en el cultivo de algodón en el distrito de Chinandega. Debido a la vida media prolongada de estos compuestos ($t_{1/2} > 10$ años en suelos templados), es probable que sus concentraciones en sedimentos de marismas sigan siendo altas durante años. Teniendo en cuenta estos resultados, debería relegarse a determinadas áreas toda nueva actividad de cría de camarón en las lagunas costeras del Pacífico.

3.1.4.5. Otros organoclorados

Se recopilaron datos de niveles de otros compuestos organoclorados, entre ellos lindano, heptacloro, aldrina, dieldrina y clordano, y se presentan en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Niveles de plaguicidas organoclorados y de PCB en muestras de sedimentos en medio ambiente marino

País/año	Zonas	Resultados	Observaciones	Referencia
Colombia 1986	Costa del Caribe Ciénaga Grande de Santa María	Lindano 0.4 – 44.2 ng/g Heptacloro 2 – 28.2 ng/g Aldrina 0.2 – 1.1 ng/g Dieldrina 0.2 – 1.9 ng/g p,p'-DDT 0.0-0.1 ng/g	Niveles más bajos que en otras zonas costeras. Los datos constituyen referencia para estudios ulteriores	Ramírez, 1988
Colombia 1996	Ecosistemas costeros Cartagena Antiguos arrozales	DDT <0.001 – 0.8 ng/g DDE 0.02 – 1.0 ng/g DDD 0.09 – 0.1 ng/g PCBs 1.3 - 6.9 ng/g	Concentraciones en sedimentos comparables con los datos de la costa del Pacífico de Colombia publicados en 1995	Castro, 1997
Costa Rica 1995-1996	Golfo Dulce, Costa del Pacífico	Plaguicidas organoclorados detectados	Sin datos detallados	Spongberg y Davis, 1998
Cuba 1992-2001	Costa del suroeste, zona agrícola	Σ DDT 4.6 – 61.4 $\mu\text{g/kg}$ de peso seco	No se detectaron PCB. Niveles de DDT más bajos en 2001.	Dierksmeier, 2002
Guatemala 2001	Escuintla (costa del Pacífico), Izabal (costa del Atlántico)	Σ DDT Escuintla (8/8) promedio 1.6 mg/kg peso seco, escala: de 0.25 a 7 mg/kg Izabal (0/6)		Campos, 2002

País/año	Zonas	Resultados	Observaciones	Referencia
Honduras 1995-1997	Océano Pacífico, Golfo de Fonseca 3 estuarios	Concentraciones máx. (mg/kg) Lindano 0.08 p,p'-DDT 9.0 p,p'-DDE 0.21 Heptacloro epóxido 0.01 Heptacloro 0.09 Clordano 0.074 Aldrina 0.029	En varias muestras de sedimentos las concentraciones de DDT fueron altas; en 4 muestras rebasaron los 2 mg/kg	Meyer, 1999
Jamaica 1990-1991	Portland, Aguas costeras del noreste	Media ± SD (ng/g) β-endosulfán 5.1 ± 0.3 Dieldrina 0.1 ± 0.005 DDE 6.1 ± 0.4	ver Tabla 3.2.	Robinson y Mansingh, 1999
Jamaica	Kingston Harbour (campos de cítricos, café y legumbres y hortalizas)	p,p'- DDT 0.35 ng/g Aldrina 9.18 ng/g Lindano 0.56 ng/g α-endosulfán 0.52 ng/g β-endosulfán 0.35 ng/g		Mansingh y Wilson, 1995, en Mansingh y col., 2000
Nicaragua 1995	Lagunas costeras del Pacífico	<u>Cultivos de algodón (µg/kg peso seco):</u> ΣDDT 0.71-270 Toxafeno 13-1,420 Σendosulfán (8/13) max 1.23 PCB max 45 <u>Otras áreas (µg/kg peso seco):</u> ΣDDT 4.5 ± 3.4	Muestreo durante la estación seca. Concentraciones más altas de toxafeno y DDT cerca de la boca de un río que cruza antiguos campos de algodón. Altos niveles de DDT y toxafeno en sedimentos en comparación con la costa de América del Norte	Carvalho y col., 1999

3.1.5. Biota marina

La biota en cuyas muestras se registran datos de STP son peces, mejillones, camarones, estrellas de mar, ostras y cangrejos (Tabla 3.4).

3.1.5.1. DDT

Se han recopilado datos sobre niveles de DDT en peces en Colombia, El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica y Santa Lucía. En América Central, el nivel más alto del total de DDT, registrado en 1970, difiere significativamente de los niveles registrados de 1985 a 1991 (Castillo y col, 1997). La concentración máxima

que Keiser y col. (1973) registraron en 1970 fue de 45.2 mg/kg de peso en grasa, mientras que el nivel más alto en peces registrado en América Central en años más recientes ha sido de 114 µg/kg de peso en grasa, en el lago Xolotlán, en Nicaragua (Calero y col., 1993).

En el estudio en sistemas de marismas de Nicaragua, Carvalho y col. (1999) indican que la elevada proporción de muestras de peces (90%) que contienen DDT sugiere la presencia de bioacumulación.

En Colombia, los niveles registrados de DDT en peces estaban entre 0.7 y 0.78 ng/g en 1996, mientras que Honduras registró niveles entre 0.2 y 2.6 mg/kg de peso en grasa en 1988. No se proporcionaron datos precisos sobre Santa Lucía y El Salvador.

La fase de monitoreo del Programa Internacional de Vigilancia del Mejillón en ambas zonas costeras de la Región se realizó de 1991 a 1992 (Farrington y Tripp, 1994). Se detectaron PCB y plaguicidas organoclorados en muestras de bivalvos de zonas costeras no asociadas con fuentes obvias de contaminación. Los lugares de muestreo figuran en la Imagen 3.1. El estudio abarcó 17 estaciones en las costas del Atlántico y del Pacífico de América Central, y se tomaron 24 muestras en total. Los niveles resultaron bajos, en muchos casos inferiores a los límites de detección, y eran comparables con los registrados en el Golfo de México y otras costas poco contaminadas de América Latina. La concentración máxima del total de DDT (incluidos o,p'-DDE y p,p'-DDT) fue de 199.5 µg/kg de peso seco en una muestra de Nicaragua. Los DDT fueron los compuestos organoclorados más presentes en la biota.

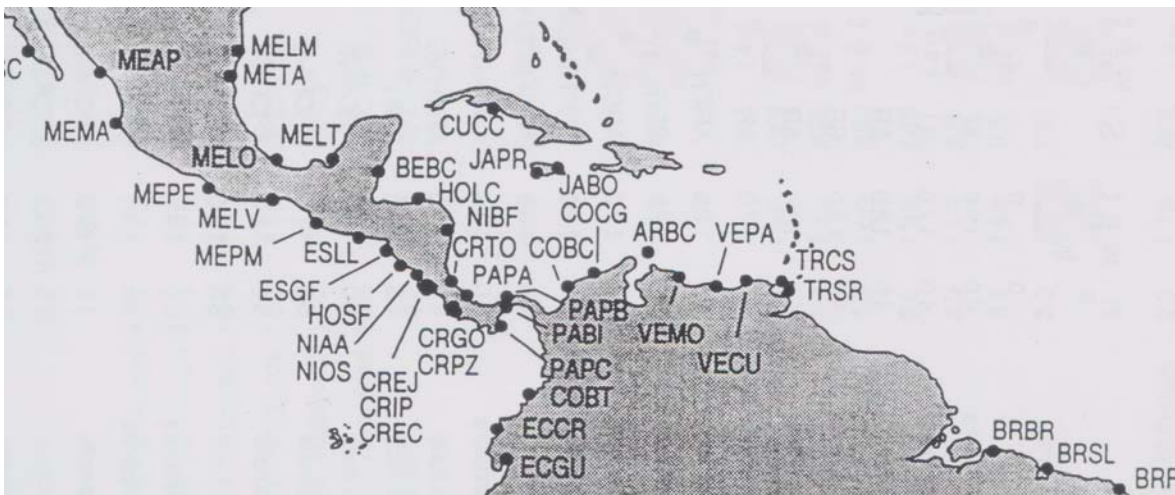


Imagen 3.1. Estaciones de muestreo del Programa Internacional de vigilancia del mejillón, 1991-1992 (Farrington y Tripp, 1994)

De 1988 a 1991 se determinaron los niveles de contaminación con plaguicidas organoclorados en el bivalvo *Anadara tuberculosa* que habita los ecosistemas de manglares del Golfo de Nicoya, en la costa del Pacífico de Costa Rica (de la Cruz, 1994). El objetivo fue evaluar el estado de los recursos marinos de la parte superior del Golfo de Nicoya en Costa Rica, evaluar el uso de la *Anadara tuberculosa* como organismo centinela para la calidad de aguas y sedimentos de las áreas de manglares, así como para conocer la distribución y destino de los compuestos estudiados. La concentración máxima registrada de DDT total fue de 134 µg/kg de peso seco de un total de 137 mejillones. En el estudio también se incluyeron los PCB y metales.

Entre 1995 y 1997 se realizó otro estudio (de la Cruz y col., 1998) sobre la ocurrencia, comportamiento e impacto biológico de plaguicidas y otros compuestos organoclorados en ecosistemas marinos de Costa Rica. Se evaluó y comparó la exposición de especies de las zonas costeras del Pacífico y del Caribe a diferentes niveles tróficos. En 1995 se tomaron muestras para análisis de diferentes clases de lípidos de la biota. La mayor parte de residuos totales de organoclorados en diferentes sitios de estudio de la *Anadara tuberculosa* en el Golfo de Nicoya, en el periodo 1990-1991, correspondieron a DDT, lindano y clordano (72%-91%).

En Cuba se efectuaron otros estudios de niveles de DDT en mejillones (1.7-23.8 µg/kg), entre 1992 y 2001 y otro en Guatemala en 1970 (4.53-15.84 mg/kg de peso seco).

3.1.5.2.PCB

Hay pocos estudios de PCB en biota marina. El Programa Internacional de Vigilancia del Mejillón, mencionado anteriormente, detectó PCB en muestras de este bivalvo tomadas en zonas costeras de América Central de 1991 a 1992 (Farrington y Tripp, 1994). Se detectó PCB en 18 de las 24 muestras analizadas, con niveles de 1.7 a 144.2 µg/kg de peso seco.

Los mejillones recolectados en manglares del Golfo de Nicoya (costa del Pacífico) entre 1988 y 1991 (de la Cruz, 1994) presentaron niveles de 8.28-266 µg/kg de peso seco (1988-1991). Las ostras del Parque Nacional Morrocoy en Venezuela recolectadas como muestra 1998 tenían niveles de PCB entre 0.6 y 12 ng/g (Jaffe y col., 1998).

3.1.5.3.Endosulfán

Jamaica es el único país de la Región que aportó conjuntos de datos sobre niveles de endosulfán en biota. Se registraron niveles medios entre 3.6 y 3.9 ng/g de α y β-endosulfán, respectivamente en muestras de camarón de Hunts Bay y Kingston Harbour (Mansingh, 2000). También se registraron niveles medios de 15.9 y 30.9 de α y β-endosulfán en biota de Portland, Jamaica.

3.1.5.4.Toxafeno

Klein (1988) registró hasta 800 µg/kg de peso en grasa de toxafeno en tejido de músculo de peces, y el compuesto se detectó en 44% de las muestras. Calero y col. (1993) encontraron toxafeno en 81% de las muestras de peces tomadas en el Lago Xolotlán (1991) con concentraciones entre 24 y 1131 µg/kg de peso en grasa.

3.1.5.5.Otros organoclorados


Son también limitados los datos sobre niveles de lindano, clordano, heptacloro, mirex, HCH, dieldrina, aldrina y endrina en unos cuantos lugares. Estos datos se presentan en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4. Plaguicidas organoclorados y PCB en muestras de biota marina

País/ año	Zonas	Resultados	Observaciones	Referencia
América Central y el Caribe 1991	Costas del Pacífico y el Caribe	Varias especies de bivalvos, en peso seco ΣDDT 2.4-199.5 µg/kg (24/24) Σclordano 0.46-16.0 µg/kg (16/24) ΣBHC 0.36-2.82 µg/kg (15/24) Lindano 0.28-4.2 µg/kg (16/24) Heptacloro <0.01-1.75 µg/kg (7/24) Aldrina <0.01-1.76 µg/kg (8/24) Dieldrina <0.01-4.73 µg/kg (5/24) Endrina <0.02-1.29 µg/kg (8/24) Mirex 0.32-0.85 µg/kg (5/24) ΣPCB 1.7-144.2 µg/kg (18/24)	Niveles de organoclorados inferiores a los límites de acción nacional o internacional recomendados para consumo humano.	Farrington y Tripp, 1994

País/ año	Zonas	Resultados	Observaciones	Referencia
Colombia 1996	Ecosistemas costeros Cartagena Antiguos arrozales	Peces Σ DDT 0.7 – 0.78 ng/g	Niveles en peces inferiores a los de organismos bivalvos de la costa del Pacífico de Colombia	Castro, 1997
Costa Rica 1988-91	Estuario marino Golfo de Nicoya Océano Pacífico	<i>Anadara tuberculosa</i> (mejillón) (n=137)(μ g/kg de peso seco) Σ DDT 1.2 –134 Σ clordano 0.24-119 Lindano 0.24-706 Heptacloro 0.0-29.9 Mirex 0.0-2.28 Σ PCB 8.28-266	La <i>A. tuberculosa</i> puede utilizarse como bioindicador en ecosistemas de manglares. Bajos niveles de PCB, niveles de organoclorados más altos en época de lluvias	de la Cruz, 1994
Cuba 1992-2001	Costa sur de las provincias occidentales (estudio de 9 años)	Mejillones, Σ DDT 1.7 – 23.8 μ g/kg de peso seco Residuos de PCB detectados sólo en una muestra (5.9 μ g/kg de peso seco)	Estudio de 9 años hasta 2004.	Dierksmeier, 2002
El Salvador 1977	Océano Pacífico Estuario Jiquilisco Campos de algodón	pez, bivalvo, camarón, estrella de mar. Compuestos organoclorados detectados.	Se detectaron organoclorados en todas las muestras, Sin datos precisos	López Zepeda, 1977
Guatemala 1970	Pacífico marino (estuarios y océano) - regiones costeras - campos de algodón	Quince especies de peces, cuatro de cangrejo, cinco de camarón, dos de gasterópodos, una de mejillón (n=91) Σ DDT (84/91) : Peces 0.04 - 45.17 mg/kg pf Crustáceos 0.01 - 3.56 mg/kg pf Mejillón 4.53 - 15.84 mg/kg ps Gasterópodos 0.06 - 3.02 mg/kg pf Toxafeno en 53 % de la muestras	Niveles de DDT más elevados en la mayoría de los organismos de zonas adyacentes a campos de algodón La aplicación de plaguicidas en campos de algodón afecta la industria camaronera.	Keiser y col., 1993
Guatemala 1971	Costa sur del Pacífico	Peces Media (rango) mg/kg de peso en grasa	* Cuantificación sólo en dos muestras	Campos, 2002.

País/ año	Zonas	Resultados	Observaciones	Referencia
		<p>ΣDDT (5/5) 16.8 (8.5-26.5)</p> <p>ΣHCH (5/5) 0.303 (0.028-0.94)</p> <p>Heptacloro epóxido (5/5) 0.064 (0.030-0.144)</p> <p>Aldrina (4/5) 0.251(0.036-0.784)</p> <p>Dieldrina (4/5) 0.021 (0.010-0.036)</p> <p>Endrina (2/5) 0.035 (0.015-0.054)</p> <p>Toxafeno (5/5) 4.2 - 7.6 *</p>		
Honduras 1988	Bahía Utila	<p>Peces de agua salada comerciales</p> <p>DDT: 0.2-2.6 mg/kg de peso en grasa (60%; n=49)</p> <p>Lindano 0.03-0.4 mg/kg de peso en grasa (51%; n=49)</p> <p>No se detectaron PCB</p>		Cescoco, 1989 en Sabillón, 2002
Jamaica 1982-96	Hunts Bay, Kingston Harbour	<p>Camarón (1995/1996)</p> <p>Media ± SD (ng/g) 1995-1996</p> <p>DDE 8.3 ± 4.2</p> <p>Dieldrina 1.6 ± 2.1</p> <p>α-endosulfán 3.6 ± 1.4</p> <p>β-endosulfán 4.0 ± 2.1</p>	<p>El trabajo de referencia incluye datos adicionales de 1982/83 y 1989/90.</p> <p>Los niveles de DDE y dieldrina han descendido</p> <p>Los de endosulfán están aumentando</p>	Mansingh y col., 2000
Jamaica 1990-91	Portland, aguas de la costa nororiental	<p>Biota, media ± SD (ng/g)</p> <p>α-endosulfán 15.9 ± 1.6</p> <p>β-endosulfán 30.9 ± 16</p> <p>Sulfato de endosulfán 14 ± 14.7</p>		Robinson y Mansingh, 1999
Santa Lucía 1985	Puerto de Castries, medio marino	<p><i>Brachidontes exustus</i> (mejillón)</p> <p><i>Mugil curema</i> (pez)</p> <p><i>Crassostrea rhizophorae</i> (ostra)</p> <p>Plaguicidas organoclorados analizados. Niveles más altos de clordano (0.16 ng/g) y p,p'-DDE en la ostra (0.16 ng/g)</p>		Ramsammy y col, 1985 en Magloire, 2002

País/ año	Zonas	Resultados	Observaciones	Referencia
Santa Lucía 1992	Zonas costeras	<i>Brachidontes exustus</i> (mejillón) <i>Mugil curema</i> (pez) <i>Crassostrea rhizophorae</i> (ostra) <i>Isognomon alatus</i> (callo de árbol)  Niveles más altos de clordano en muestras de lípido de <i>M. curema</i> , <i>I. alatus</i> y <i>C. rhizophorae</i> (13.3-67 ng/g)		Singh y Ward, 1992, en Magloire, 2002
Venezuela 1998	Parque Nacional Morrocoy, medio marino 10 estaciones de muestreo	Callo de árbol (<i>Isognomon alatus</i>) PCB 0.6 – 12.0 ng/g p,p'-DDE <0.44 – 1.1 ng/g p,p'-DDD <0.32 - <1.1 ng/g p,p'-DDT <0.18 - <0.61 ng/g o,p'-DDT 0.52 – 1.1 ng/g		Jaffé y col., 1998

pf = peso fresco, ps = peso seco

3.1.7. Mamíferos marinos

Son escasos los datos regionales sobre STP en mamíferos marinos. Tan sólo dos estudios pertinentes fueron registrados: uno en Santa Lucía, en 1974 (Simmonds y col., 1999) y otro en Costa Rica, en 2000 (Cubero y col., 2002). Los resultados se presentan en la Tabla 3.5.

3.1.7.1. DDT

Los niveles de DDT registrados en muestra de sebo del delfín moteado en la costa del Pacífico de Costa Rica fueron de 0.36 a 0.45 ng/g peso húmedo, y de 2.7 a 3.1 µg/g peso en grasa. Las muestras tomadas del delfín hocico de botella en el mismo lugar, presentaron niveles de DDT de 1.2 a 1.5 ng/g peso húmedo, y de 5.4 a 6.5 µg/g de peso en grasa.

En muestras de sebo de ballena piloto de aleta corta recolectadas en el Mar del Caribe, Santa Lucía, los niveles de DDT estaban entre 1.3 a 2.3 ug/g de peso húmedo. En las muestras tomadas al delfin de pico largo en el mismo lugar, los niveles de DDT encontrados variaban entre 1.4 y 7.4 ug/g peso húmedo.

3.1.7.2. PCB

Los niveles de PCB detectados en las muestras del delfín moteado tomadas en Costa Rica (antes mencionadas) fueron de 0.22 a 0.24 ng/g de peso húmedo y de 1.5 a 1.8 ug/g de peso en grasa. En el delfín hocico de botella los niveles de PCB fueron de 1.5 a 1.8 ng/g de peso húmedo y de 6.4 a 8.2 µg/g de peso en grasa. Los niveles de PCB en el delfín hocico de botella fueron bajos, similares a los registrados en Australia y Sudáfrica.

En las muestras de sebo de la ballena piloto de aleta corta tomadas en Santa Lucía, los niveles de PCB se encontraban entre 0.7 y 1.6 ug/g de peso húmedo. En el delfín de pico largo, los niveles de PCB iban de 2.0 a 5.0 ug/g de peso húmedo.

Tabla 3.5. Niveles de STP en mamíferos marinos

Área / año del estudio	Resultados	Observaciones	Referencia
Costa Rica, costa del Pacífico (Golfo Dulce), 2000	<p>Muestras de sebo</p> <p><i>Stenella attenuata</i> (delfín moteado)</p> <p>N = 2 macho y hembra</p> <p>ΣDDT 0.36 - 0.45 ng/g ph 2.7 - 3.1 µg/g peso en grasa</p> <p>ΣPCB 0.22 - 0.24 ng/g ph 1.5 - 1.8 µg/g peso en grasa</p> <p><i>Tursiops truncatus</i> (delfín hocico de botella)</p> <p>n= 2 macho y hembra</p> <p>ΣDDT 1.2 - 1.5 ng/g ph 5.4 - 6.5 µg/g peso en grasa</p> <p>ΣPCB 1.5 - 1.8 ng/g ph 6.4 - 8.2 µg/g peso en grasa</p>	<p>Primer informe de PCB en el delfín moteado.</p> <p>Sin diferencias claras en niveles de PCB entre macho y hembra.</p> <p>Niveles bajos de PCB en el delfín hocico de botella, similares a los registrados en Australia y Sudáfrica.</p> <p>Con excepción de los congéneres 101, 118 y 126, que son relativamente abundantes en las especies de este estudio, el patrón de PCB concuerda mucho con los patrones registrados en el delfín hocico de botella de otros lugares.</p> <p>Se detectó una cantidad relativa de PCB metabolizable en el delfín hocico de botella (22%), que coincide con los registrados en niveles de PCB similares.</p> <p>La porción relativamente baja de PCB metabolizables en el delfín moteado podría indicar una habilidad relativamente bien desarrollada para metabolizar PCB.</p> <p>El congénere 126 (congénere tóxico tipo dioxina) constituyó cerca del 95% del PCB-TEQ total.</p>	Cubero y col., 2002
Santa Lucía, mar del Caribe, 1974	<p>Muestras de sebo</p> <p><i>Globicephala macrorhynchus</i> (ballena piloto de aleta corta)</p> <p>DDT 1.3 - 2.3 µg/g ph</p> <p>PCBs 0.7 - 1.6 µg/g ph</p> <p><i>Stenella longirostris</i> (delfín de pico largo)</p> <p>DDT 1.4 - 7.4 µg/g ph</p> <p>PCB 2.0 - 5.0 µg/g ph</p>	<p>3.1.7.3. <u>También se detectó dieldrina</u></p> <p>Se determinaron DDT y PCB mediante columnas empaquetadas</p> <p>Los PCB fueron probablemente cuantificados como una mezcla de arocloro.</p>	Simmonds y col., 1999

* ph = peso húmedo

3.1.7.4. Otros compuestos organoclorados

Se registró un estudio sobre aves acuáticas. Hidalgo (1986) detectó compuestos organoclorados en huevos de ocho especies diferentes. Entre 1983 y 1984, se colectaron en total 137 huevos en Isla Pájaros, sitio de anidación localizado en el Golfo de Nicoya (la costa del Pacífico de Costa Rica). En todos los huevos se encontraron residuos de p,p'-DDE. Las concentraciones más elevadas se presentaron en los huevos de cigüeñas americanas (*Mycteria americana*) y las más bajas en ibis blanco (*Eudocimus albus*). Excepto en dos especies, se determinó una fuerte correlación entre el grosor del cascarón y los residuos de p,p' -DDE. El

autor observó cuarteamientos en algunos huevos de *M. americana* con las concentraciones más elevadas de DDE.

Se registraron en proporciones altas heptacloro epóxido, HCB, p,p'-DDT y endrina. El índice de plaguicidas organoclorados totales fue de 0.16 a 4.2 mg/kg de peso fresco. Los resultados se presentan en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6. Residuos de DDE y grosor de cascarones de huevos de ocho especies de aves, Isla Pájaros, Costa Rica, 1983-1984. (Hidalgo, 1986). R: Coeficiente de correlación entre el grosor del cascarón y el p,p'-DDE.

Especie	N	Grosor promedio del cascarón (mm)	p,p'-DDE (mg/kg de peso fresco)	R
A. anhinga	9	0.323	0.672	- 0.95**
N. nycticorax	25	0.293	1.502	- 0.68**
C. albus	17	0.324	0.898	- 0.70**
B. ibis	22	0.275	0.743	- 0.67**
C. cochlearius	10	0.276	0.556	- 0.76*
M. americana	25	0.572	3.194	- 0.69**
E. albus	15	0.359	0.092	- 0.13
A. ajaja	14	0.449	1.544	- 0.94**

N: número de muestras; *p<0.05; **p<0.01

3.1.8. Ecosistemas de aguas dulces

La mayoría de los estudios en ríos y lagos de agua dulce en la Región han estado asociados con actividades agrícolas: antiguos campos de cultivo de algodón en El Salvador, Guatemala, Nicaragua; plantaciones de plátano en Costa Rica; arrozales en Costa Rica y Colombia; campos de cítricos, café y de legumbres y hortalizas en Jamaica; y campos de cultivo de legumbres, hortalizas y flores en Colombia. Algunos estudios fueron realizados en puntos críticos, por ejemplo, en una fábrica de toxafeno en Nicaragua, fábricas de pinturas en Haití, y en el Río Choluteca en Honduras después del huracán Mitch.

Se tomaron muestras de agua y sedimentos, y a veces también de biota (sobre todo en peces). Se analizaron plaguicidas con compuestos organoclorados como DDT, lindano y endosulfán. En Nicaragua se analizó el toxafeno. En algunos estudios se incluyeron otros plaguicidas, que se utilizan para plátano, café, arroz y flores. La mayoría de los datos figura en la Tabla 3.7.

3.1.8.1. Aguas superficiales y freáticas

El DDT, el endosulfán y el toxafeno son algunas de las STP presentes con mayor frecuencia en las aguas superficiales y freáticas. En los estudios de Barbados y Costa Rica también se registraron triazinas. Casi todos los estudios han sido realizados en zonas agrícolas, por ejemplo, plantaciones de plátano, café, algodón, legumbres, hortalizas y caña de azúcar.

3.1.8.1.1. Atrazina

En aguas freáticas se registró la presencia de atrazina y ametrina, así como productos de la degradación de atrazina (dietilatrazina y diisopropilatrazina) (*British Geological Survey*, 1991; *Barbados Water Authority*, 1997). Se encontró atrazina, por lo general en concentraciones bajas, que al parecer está expandida en las aguas freáticas de la isla a niveles de hasta 2.9 µg/L debido a su uso intenso y prolongado en el cultivo de caña de azúcar. Los niveles de atrazina de pozos agrícolas tendían a ser mayores que los de pozos públicos. La ametrina, también una triazina, se encontró con gran frecuencia en aguas de pozos agrícolas, en

concentraciones que iban hasta 0.54 µg/L. También se detectó ametrina en 12% de las muestras tomadas en las aguas de una zona de plantación de plátano en la costa atlántica de Costa Rica (Castillo y col., 2000). Las concentraciones máximas de ametrina en este estudio fueron de 1.7 µg/L. Otro estudio realizado por Mortensen y col. (1998) en el mismo área registró un concentración máxima de ametrina de 2.15 µg/L.

Durante los últimos diez años no se detectaron niveles de atrazina superiores a los 0.5 µg/L en las muestras de aguas freáticas de la provincia de La Habana, Cuba (Dierksmeier, 2001).

3.1.8.1.2. DDT

En años recientes se han detectado DDT en aguas superficiales en Colombia (CAR, 1996; Galeano y col., 2001), Guatemala (Knedel y col., 1999), El Salvador (Gonzalez y Calderón, 2002), Nicaragua (Castillo y col., 2000) y Jamaica (Robinson y Mansingh, 1999, Mansingh y col., 2000). DDT y toxafeno son los residuos de compuestos organoclorados presentes con mayor frecuencia en las muestras de agua y sedimentos de una antigua zona de plantación de algodón en la costa del Pacífico de Nicaragua. La frecuencia de detección de DDE en aguas superficiales fue de 90% en la temporada de lluvia y de 60% en la temporada seca de 1993 (Castillo y col., 2000).

3.1.8.1.3. Endosulfán

Entre 1998 y 1999 se puso en marcha un programa de monitoreo de 15 meses de aguas superficiales y freáticas en cuencas hidrológicas de Guatemala. En las muestras se detectaron con frecuencia varios plaguicidas con compuestos organoclorados, algunos de ellos prohibidos en 1988. Los más frecuentes fueron el endosulfán y el HCH. La frecuencia de muestreo fue demasiado baja para determinar tendencias (Knedel y col., 1999).

En Jamaica se ejecutaron varios programas de monitoreo (Mansingh y col., 2000; Robinson y Mansingh, 1999), El primer estudio, que se emprendió en 1982 en algunas cuencas hidrológicas, mostró la contaminación por plaguicidas con compuestos organoclorados en aguas, sedimentos y biota entre 1982 y 1983. En estudios posteriores se detectaron compuestos organoclorados pero en menor grado, y los niveles de DDT y dieldrina fueron descendiendo. Se detectó endosulfán con mayor frecuencia y a niveles más elevados, debido a su uso generalizado. Se detectaron niveles de α -endosulfán, β -endosulfán y clorpirifos en muchas de las muestras de ríos. Los niveles más altos de α -endosulfán se detectaron en el Yallahs River (108.1 ng/g) y el Great River (55.3 ng/g) (Chin Sue, 2002). También se detectó endosulfán en aguas de manantiales y de pozos en el Milk River y en Roaring, Bulstrode Bluehole y Tulloch Spring (Chin Sue, 2002), con niveles de α - y β -endosulfán de 0.01 a 0.27 µg/l. Los pozos afectados fueron el de Catherine Mount, Bellefield Hampden, Charles Town, Springfield, Southaven, Chancery Hall y Buildings, con niveles de 0.10 a 0.42 µg/l (Chin Sue, 2002). Se recogieron muestras de agua y sedimento en Black River y Yallahs River durante los periodos de aspersión aérea de endosulfán para el control del barrenador de cafetos, así como entre periodos. Los resultados arrojaron niveles de α - y β -endosulfán, sulfato de endosulfán y dieldrina. Veinte por ciento de las 97 muestras de agua recogidas durante los periodos de fumigación aérea estaban contaminadas con α -endosulfán, 13% con beta endosulfán, 16% con endosulfato y 6.9% con dieldrina. Los sedimentos presentaron una mayor concentración: 38% de α -endosulfán y 16% de β -endosulfán, 24% de sulfato de endosulfán y 12% de dieldrina.

En Colombia, el Ministerio de Salud (1996, en Nieto, 2002) reporta endosulfán y sulfato de endosulfán en muestras de sistemas de aguas municipales. También se detectó endosulfán en 44.4% de las muestras de agua en áreas de cultivo de legumbres y hortalizas (Galeano y col., 2001).

3.1.8.1.4. Toxafeno

Castillo y col. (2000) estudiaron los residuos de plaguicidas organoclorados y orgánicos persistentes en la cuenca del río Atoya, en Chinandega, Nicaragua. Esta cuenca hidrográfica constituye una de las regiones más importantes de producción de algodón en Nicaragua. Está intensamente contaminada por plaguicidas. Se analizaron muestras de agua y sedimentos del río, así como de pozos estratégicamente seleccionados, con el fin de evaluar las variaciones en las concentraciones de los residuos seleccionados entre la estación seca (noviembre-abril) y la estación de lluvias (mayo y junio). Por lo regular, las concentraciones más elevadas de plaguicidas se registraban en las aguas y sedimento del río durante la estación seca. El toxafeno y los DDT

fueron los residuos de compuestos organoclorados más frecuentes en las muestras de agua y sedimento (Tabla 3.7).

3.1.8.1.5. Otras STP en aguas dulces

Un estudio realizado en 1998 por el servicio nacional de agua en Honduras (SANA, en Sabillón, 2000) en un pequeño grupo de pozos reveló la presencia de residuos de lindano y dieldrina. En 46 muestras de aguas freáticas tomadas en una antigua área de producción de algodón en Honduras no se detectaron residuos de plaguicidas organoclorados (Tetra Tech Em Inc, 2000, en Sabillón, 2000). Calderón (1981 en Calderón y Meléndez, 2001) encontró residuos de plaguicidas organoclorados en pozos localizados en una zona de producción de algodón en El Salvador. Castilho y col. (2000) reportaron la presencia de endrina, dieldrina, lindano, etión, metil paratión y etil paratión en pozos de Nicaragua.

Casi no hay información sobre los niveles ambientales de STP no plaguicidas. Un estudio en Barbados detectó ftalatos en cinco pozos públicos.

Tabla 3.7. Niveles de STP en aguas superficiales y freáticas

País/ año del estudio	Zonas	Resultados (muestras positivas/total de muestras o % de muestras positivas) concentraciones mín. – máx.	Observaciones	Ref.
Barbados 1988-1991	Aguas freáticas Dos lugares N=111	<u>Atrazina</u> Cuenca de Belle 0.21-1.14 µg/L Cuenca de Hampton 0.19-2.86µg/L		British Geological Survey, 1991
Barbados 1996	Aguas freáticas N=204	Atrazina (177/204) <0.01 – 1.58 µg/L Media 0.37 µg/L		Barbados Water Authority, 1997
Colombia 1995	Fuentes para sistemas de aguas municipales, aguas superficiales y de pozos (N = 7)	Endosulfán (5/7) Conc. máx.: 116.6 mg/L Sulfato de endosulfán (1/7) 30 mg/L		Minsalud, 1995
Colombia 1996	Ríos y embalses, área de corte de flores, Municipalidad de Madrid, Bogotá, Savanna	ΣOC 0.01 – 11.2 µg/L		Minsalud 1996

País/ año del estudio	Zonas	Resultados (muestras positivas/total de muestras o % de muestras positivas) concentraciones mín. – máx.	Observaciones	Ref.
		p,p'-DDE (1) 0.05 - sin dato o,p'-DDT (1) 0.10 - 0.56 o,p'-DDE (2) 0.02 - sin dato		
Guatemala 2001	Aguas superficiales y freáticas (pozos): Escuintla (costa del Pacífico)	Media y escala (µg/L) <u>Aguas freáticas</u> Σ DDT (3/8): (sin dato - 0.0022) Endosulfán (4/8): (sin dato - 0.0008) <u>Aguas superficiales</u> Σ DDT (5/8): 0.003 (sin dato - 0.0085) Endosulfán (7/8): 0.015 (sin dato - 0.0134)	Heptacloro, lindano, aldrina, HCB detectados en 1-2 muestras en aguas superficiales	PlagSalud-Guatemala, 2001.
Honduras 1998	Aguas freáticas (pozo) Santa Marta, río Choluteca	Lindano 0.11 - 0.21 µg/L		SANAA, en Sabillón, 2002
Honduras 1998	Marcovia y Choluteca Agua de pozos 17 pozos	Dieldrina 1-50 µg/L (14/17) Lindano 10-40 µg/L (7/17)		SANAA, en Sabillón, 2002
Honduras 1998	Cuenca hidrológica del río Choluteca Agua de pozos (n=50) Aguas superficiales (n=85)	Frecuencias de detección: <u>Agua de pozos:</u> Heptacloro 20%; dieldrina y α-HCH 10-15%; endosulfán, clordano y heptacloro epóxido 5-10% <u>Aguas superficiales:</u> Heptacloro y endosulfán 20%; heptacloro epóxido y dieldrina 10-15%; clordano 6%		Kammerbauer y Moncada, 1998.

País/ año del estudio	Zonas	Resultados (muestras positivas/total de muestras o % de muestras positivas) concentraciones mín. – máx.	Observaciones	Ref.
Jamaica 1982-1996	Cobre Rivera, en Dam Head (campos de cítricos, café y legumbres y hortalizas)	1995/1996. Desviación media y típica en µg/L: Dieldrina (100%) 1.29 ± 0.76 α-endosulfán (100%) 0.35 ± 0.33 β-endosulfán (60%) 0.67 ± 0.83 sulfato de endosulfán (60%) 0.96 ± 0.5	La publicación incluye datos de 1982-83 y de 1989-1990	Mansingh y col., 2000
Nicaragua 1984-1987	Aguas dulces, Lago Xolotlán (planta de toxafeno a orillas del lago)	Toxafeno máx 0.008 µg/L		Klein, 1988
Nicaragua 1993	Aguas superficiales y freáticas (pozos) Cuenca del río Atoya (campos de algodón) Variación estacional de residuos de plaguicidas 32 sitios seleccionados en ríos y pozos, 80 muestras.	<u>Aguas duperficiales</u> <i>Temporada de estiaje</i> Toxafeno (60%) 63.2-332 ng/L DDE (60%) 1.3-46.4 ng/L DDD (40%) 2-24.6 ng/L Endrina (40%) 1.7-9 ng/L <i>Temporada de lluvias</i> Toxafeno (90%) 40-453 ng/L DDE (90%) 2.9-14.5 ng/L DDD (50%) 5.9-16.2 ng/L Endrina (50%) 3.0-22 ng/L <u>Agua de pozos</u> Toxafeno 13-1472 ng/L DDE 0.5-4.1 ng/L Endrina 2.5-9 ng/L	Las concentraciones de endrina y toxafeno rebasan los límites aceptados a nivel internacional Los niveles de compuestos organoclorados en agua de pozos fueron inferiores en la estación de lluvias.	Castilho y col., 2000



El lago Xolotlán puede clasificarse como punto crítico. Durante las últimas cinco décadas ha servido de receptáculo de aguas residuales, residenciales e industriales de la ciudad de Managua. Además, el lago Xolotlán recibe escurrimientos superficiales de su extensa cuenca de drenaje, que está intensamente cultivada. En Nicaragua, de 1974 a junio de 1991 se produjo toxafeno a orillas del lago Xolotlán. La planta descargó todos sus productos de desecho en este ecosistema. Se realizaron varios estudios en este área. No existen datos sobre residuos durante el periodo de producción máxima de la planta, entre 1974 y 1979. Los niveles de toxafeno estimados por Klein (1988) en sedimentos se encontraban entre el límite de detección y 1.4 mg/kg de peso seco. Por su parte, Calero y col. (1993) registraron 359 µg/kg de peso húmedo de toxafeno en una muestra de sedimento del canal de descarga de la fábrica pero no encontraron toxafeno en las muestras de sedimento de otras partes del lago. El límite de detección fue de 200 µg/kg. En un segundo estudio realizado por los mismos autores (Calero y col., 1993), en el que el nivel de detección era de 20 µg/kg, se detectó toxafeno en todas las muestras de sedimento analizadas en concentraciones que iban de 62 a 187 µg/kg de peso húmedo.

3.1.8.2. Sedimentos de aguas dulces y biota

3.1.8.2.1. DDT

Fomsgaard y col. (1993) realizaron un estudio sobre toxafeno y otros plaguicidas organoclorados en peces y sedimentos del lago Xolotlán, en Nicaragua. Se analizaron los niveles de 11 plaguicidas organoclorados en muestras de dos especies de peces (*Sarotherodon mossambicus* y *Cichlasoma managuense*) y sedimentos. En casi todas las muestras de peces y sedimentos había DDT o sus metabolitos DDE o DDD en concentraciones bajas.

Wu y col. (2000) analizaron contaminantes organoclorados en huevos de cocodrilo de dos marismas en el norte de Belice en 1998. Los contaminantes primarios fueron el p,p-DDE y metoxicloro, y se detectó p,p-DDE en 100% de los huevos analizados. En el material de nido de cocodrilo el p,p-DDT y el metoxicloro también eran los contaminantes principales. Las concentraciones de p,p-DDT en el material de nido fueron de 22 a 120 ppm.

3.1.8.2.2. Endosulfán

Entre 1995 y 1996, en la fauna del río Cobre, en Dam Head, Jamaica, se detectaron residuos de α - y β -endosulfán y de sulfato de endosulfán a niveles medios de 1.07, 1.67 y 1.8 ng/g, respectivamente. Mansingh y Wilson (1995, en Chin Sue, 2002) encontraron α -endosulfán en ostras, a niveles de 0.26 ng/g. Cada año, se notifican a la *Pesticides Control Authority* (Chin Sue, 2002) casos de muertes de peces en estanques, corrientes y ríos relacionadas con los campos de cultivo de café y en temporadas asociadas a los periodos en que se aplica el endosulfán. Desgraciadamente no hay laboratorios locales, por lo que no se ha podido confirmar si estas muertes se deben a envenenamiento con endosulfán.

3.1.8.2.3. Toxafeno

El estudio de Fomsgaard y col. (1993) en peces y sedimentos en el lago Xolotlán, en Nicaragua, detectó toxafeno en más del 80% de los especímenes de peces y en todas las muestras de sedimento analizadas. La presencia de a-HCH y lindano (g-HCH) en peces, y del lindano en sedimentos, fue insignificante. No se detectó heptacloro, α -HCH, heptacloro epóxido y dieldrina ni en peces ni en sedimentos.

Klein y col. (1988) detectaron hasta 800 µg/kg de peso fresco de toxafeno en tejido muscular de peces; el compuesto se detectó en 44 % de las muestras. Calero y col. (1993) detectaron toxafeno en 81% de las muestras de peces recogidas en lago Xolotlán (1991), con concentraciones entre 24 y 1131 µg/kg de peso fresco.

3.1.8.2.4. Otros compuestos organoclorados

Según el estudio de Fomsgaard y col. (1993) en peces y sedimentos del lago Xolotlán, en Nicaragua, la presencia de α -HCH y lindano (γ -HCH) en peces y de lindano en sedimentos fue insignificante. No se detectó heptacloro, α -HCH, heptacloro epóxido o dieldrina en peces ni sedimentos.

En Belice se detectó endrina y endosulfán en huevos de cocodrilo en concentraciones que iban de 1ppmm (ng de sustancia química/g de huevo) a 0.5 ppm (Wu y col., 2000). La concentración total de compuestos organoclorados (suma de todos los organoclorados) en un huevo recogido de un nido en la laguna Gold Button llegó a los 0.7 ppm. La mayoría de los huevos contenían concentraciones totales de compuestos organoclorados entre 50 y 150 ppmm. Los compuestos organoclorados más frecuentes en sedimentos de laguna fueron α y γ HCH en concentraciones entre 8 y 1900 ppmm y entre 8 y 270 ppmm de α y γ HCH, respectivamente. También se detectó aldrina y heptacloro epóxido en sedimentos. Se detectó metoxicloro en 55% de las muestras de material de nido de cocodrilo, con concentraciones entre 13 y 1300 ppmm, y en 29% de los huevos.

En Jamaica, se detectaron niveles de endrina de 0.006 ng/g en sedimentos del río Martha Brae y concentraciones de β -endosulfán en sedimentos del río Minho en Alley, de 17.78 ng/g (Chin Sue, 2002).

En 1987 y 1988, el índice de ocurrencia de compuestos organoclorados en muestras de peces en plantaciones de plátano y en el lago Arenal, en Costa Rica (Düszeln, 1988) fue de 49% para el HCB, 46% para la dieldrina, 43% para el heptacloro, 38% para el DDE y de 30% para el lindano.

Los niveles de residuos en 11 muestras de peces recogidas en 1971 en el lago Atitlán, en el altiplano de Guatemala, se muestran en la Tabla 3.8 (LUCAM, en Campos, 2002). En el área que circunda el lago Atitlán hay plantaciones de café. Los niveles máximos de aldrina, dieldrina, endrina y toxafeno resultaron superiores a los de la costa sur del Pacífico.

Tabla 3.8. Plaguicidas clorados en peces. Lago Atitlán, Sololá, Guatemala, 1971

Plaguicida	Núm. de muestras positivas	Media mg/kg de grasa	Índice mg/kg de grasa	Observaciones
DDT total	11	5.6	0.650 – 16.3	
Heptacloro epóxido	11	0.026	< 0.001 – 0.076	
Total de isómeros de HCH	10	0.046	nd* – 0.179	
Dieldrina	9	0.036	nd – 0.221	
Endrina	9	0.163	nd – 1.3	
Aldrina	3	0.056	nd – 0.413	
Toxafeno	5	5.5	3.8 – 9.2	Toxafeno cuantificado sólo en 4 muestras.

nd: no detectado.

Fuente: LUCAM, en Campos, 2002

3.1.8.2.5. Compuestos orgánicos de mercurio

Se realizaron estudios sobre contaminación de ecosistemas de aguas dulces por mercurio en Venezuela, Colombia y Costa Rica.

Se reveló la existencia de una gran contaminación por mercurio en aguas dulces, sedimentos y peces generada por actividades de extracción de oro a pequeña escala en el estado de Bolívar, al sureste de Venezuela (Hamilton, 1996).

Ramos y col. (2001) estudiaron la contaminación por mercurio generada por actividades de extracción de oro en la región de La Mojana, en Colombia, una de las zonas más ricas en biodiversidad del mundo. Para el análisis de compuestos de mercurio orgánicos e inorgánicos se tomaron muestras, entre otras, de aguas superficiales, sedimentos, plantas acuáticas (ej., *Eichhornia E. crassipes*) y peces. Se recogieron muestras ambientales durante las estaciones lluviosa y seca. La concentración de compuestos inorgánicos de mercurio en agua fue mayor en la temporada de lluvia. No se registraron niveles de metilmercurio en la matriz acuática pero se detectó a niveles relativamente altos en los primeros 20 centímetros de la capa de sedimento, con valores más altos en la estación de lluvia. El contenido de mercurio en la *Eichhornia* fue considerable, con una fuerte tendencia a persistir en la raíz de la planta, siguiendo la misma variación estacional con agua y sedimentos. Se analizaron muestras de peces sólo durante la estación de lluvias. Casi todo el contenido de mercurio se presentaba en forma orgánica, como metilmercurio (Tabla 3.9.). El porcentaje calculado de mercurio disponible para bioacumulación, que es nocivo en seres vivos por su capacidad de desplazamiento en la cadena alimentaria de plantas acuáticas, animales y seres humanos, fue de 3%, 12% y 40% en la *Eichhornia*, sedimentos y peces, respectivamente.

Tabla 3.9. Variación estacional de mercurio en muestras ambientales de la región de La Mojana, Colombia

Muestra	Unidad	Mercurio total		MeHg
		Estación de lluvias	Estación seca	Estación de lluvias
Agua	µg/L	0.5 - 50.0	0.0 - 6.5	<0.02
Sedimentos	µg/kg*	35 - 236	2.1 - 4.6	30 - 99
Eichhornia	µg/kg*	110 - 1217	24.4 - 158	24.4 - 158
Peces	µg/kg*	SD	SD	49 - 109

*Peso seco SD: Sin datos.

Fuente: Ramos y col., 2001

De 1987 a 1991 se realizó un estudio sobre niveles de contaminación por metales y compuestos organoclorados (plaguicidas y PCB) en el bivalvo *Anadara tuberculosa*, que habita en los ecosistemas de manglares del Golfo de Nicoya (de la Cruz, 1994). Los objetivos del estudio fueron evaluar el estado de los recursos marinos de la parte superior del Golfo de Nicoya, en Costa Rica (Imagen 1), evaluar el uso del *Anadara tuberculosa* como organismo centinela respecto a la calidad del agua y los sedimentos de las áreas de manglares, y conocer la distribución y destino de los contaminantes orgánicos estables, entre ellos el metilmercurio. Las concentraciones medias de mercurio en el *Anadara tuberculosa* del Golfo de Nicoya entre 1988 y 1991 fueron de 160 ± 67 ng/g de peso seco de mercurio total y de 78 ± 39 ng/g de peso seco en el caso del metilmercurio. Entre 11% y 90% del mercurio total se encontraba en forma de metilmercurio y su proporción varía según las regiones: más baja en Puntarenas y Punta Morales, y más alta en Jicaral y Colorado.

Los contenidos de metilmercurio varían según el lugar, pero no varían según la temporada. La estación ubicada en la boca del río Tempisque (Colorado) tiene las concentraciones de metilmercurio más altas (134 ± 44 ng/g de peso seco) y Puntarenas, Punta Morales y Jicaral tienen concentraciones similares, 73 ± 52 ng/g de peso seco, 73 ± 22 ng/g de peso seco y 72 ± 30 ng/g de peso seco, respectivamente. El metilmercurio también muestra diferencias considerables por sitio pero no por temporada. El *Anadara tuberculosa* de Jicaral (costa oriental del Golfo) tiene el contenido de mercurio total más bajo (116 ± 28 ng/g de peso seco) y el de Colorado tiene el más elevado (214 ± 53 ng/g de peso seco). Las concentraciones de metilmercurio y

mercurio total encontradas en el *Anadara tuberculosa* del Golfo de Nicoya se encuentran en el mismo rango y a veces son inferiores a la concentración registrada en el mejillón y el *Andara* de otras regiones.

Pese a la gran actividad volcánica de Costa Rica y el hecho de que se encuentre en el cinturón de sedimento alto en mercurio del Pacífico oriental, los niveles de mercurio son bajos. Cuando se compararon el metilmercurio y el mercurio total contenido en especies de diferentes niveles tróficos, parecían haberse biomagnificado. Las concentraciones de mercurio registradas en el berberecho del golfo de Nicoya se encuentran por debajo de los límites para consumo humano establecidos en algunos países desarrollados. La concentración de mercurio total estimada en los sedimentos se encuentra dentro de la escala comúnmente registrada en áreas no contaminadas (menos de 0.4 µg/g de sedimento seco). Al parecer, la fuente principal de mercurio en el Golfo de Nicoya es la actividad volcánica natural, posiblemente por transporte atmosférico y fluvial. Se sugieren fuentes humanas de mercurio en Puntarenas y Colorado (De la Cruz, 2002)

3.1.9. Contaminación de suelos

Algunos estudios en la Región han analizado las concentraciones de plaguicidas organoclorados en suelos (Tabla 3.10.). Las concentraciones mayores de compuestos organoclorados registradas en años recientes se detectaron en la Zona del Canal de Panamá. En el caso del toxafeno, los niveles más altos se registraron en Nicaragua.

3.1.9.1. DDT

Las muestras de suelo tomadas en los tres campos de cultivo de arroz más importantes de Cuba presentaron residuos de DDT en niveles entre 0.09 y 0.23 mg/kg en 1976. Siete años después, los valores eran casi iguales, 0.06 – 0.35 mg/kg (Dierksmeier, 2001).

En 2001 se analizaron residuos de DDT en 18 muestras de suelos de la costa sur del Pacífico y 6 muestras de la costa del Atlántico en Guatemala (Campos, 2002). No se detectaron residuos de DDT en la costa del Atlántico. Del lado del Pacífico, se detectaron residuos de DDT en 6 muestras, con una concentración media de 0.383 mg/kg, y un máximo de 1.4 mg/kg de peso seco. El valor máximo es aproximadamente 50% menor al máximo observado en 1997 en la misma área.

Los suelos de antiguos campos de cultivo de algodón en Nicaragua arrojaron resultados de 193-977 ng/g de peso seco de DDT totales (Carvalho y col., 1999).

Algunos estudios realizados en Panamá mostraron la presencia de plaguicidas con compuestos organoclorados en suelos. Las muestras de suelos en un campo de cultivo de arroz contenían niveles de DDE entre 0.01 y 0.84 mg/kg (IDIAP, 1998 en Espinosa, 2002). En los suelos de varias áreas de la Zona del Canal de Panamá se registraron niveles elevados de DDT (Tabla 3.10). Algunas de las muestras tenían niveles de DDT superiores a los valores de rehabilitación (PRODIMA, 1999a,b. *USEPA Preliminary Remediation Goals*).

3.1.9.2. PCB

Colombia y Panamá registraron residuos de PCB en suelos (Tabla 3.10). En varios estudios en la Zona del Canal de Panamá se registraron niveles hasta de 185 mg/kg. Tres de las muestras tenían niveles superiores a los valores de rehabilitación.

3.1.9.3. Otras STP en suelos

Las muestras de suelo de una zona de cultivo de arroz en Panamá contenían metoxicloro, heptacloro, DDT y lindano (IDIAP, 1998). El área del aeropuerto Albrook en la Zona del Canal de Panamá también presentó niveles elevados de PAH.

Los estudios de Colombia registraron concentraciones en suelo de plaguicidas organoclorados y metales pesados, incluido el mercurio. Los estudios se realizaron en lugares como campos de cultivo de tomate en el suroeste de Colombia (Nivia 2000), en una zona de cultivo de legumbres y hortalizas cerca de Bogotá (Quiroga y col., 2000) y en un antiguo arrozal en el noroeste (Castro, 1997).

Tabla 3.10. Niveles de STP en suelos

País/ año del estudio	Zonas	Resultados	Observaciones	Ref.
Colombia	Ecosistemas costeros, Ciénaga de la Virgen, Cartagena Suelo de antiguos arrozales	DDT 1.4 – 8.0 ng/g DDE 0.02 – 1.9 ng/g DDD 0.09 – 10.7 ng/g PCB <0.01-21-7 ng/g		Castro, 1997
Colombia	Palmira, suroeste de Colombia Suelo de campo de cultivo de tomate	Concentraciones máximas (µg/kg) HCH 11.8 Heptacloro 18.6 Aldrina 11.9 Dieldrina 25.5 Endrina 3.3 DDT total 3.1 Endosulfán 350		
Cuba	Campos de arroz 1976	ΣDDT 0.09-0.23 mg/kg peso seco		Dierksmeier, 2002
Cuba	Campos de arroz 1983	ΣDDT 0.06-0.35 mg/kg peso seco		Dierksmeier, 2002
El Salvador	Zonas agrícolas: algodón, maíz	Concentraciones máximas (mg/kg) BHC 0.089 Heptacloro 0.056 Aldrina 0.74 DDT 1.8		Calderón, 2001
Guatemala 1971	Escuintla, costa sur del Pacífico	Min - máx (mg/kg peso seco) Σ DDT (2/2) 2.6 - 3.2 Toxafeno (2/2) 5.7 - 8.7 Dieldrina (2/2): 0.031 - 0.106 Endrina (2/2): 0.025 - 0.037		Campos, 2002
Guatemala 2001	Escuintla (costa del sur), Izabal (costa del norte)	Media (min-máx) Σ DDT (mg/kg peso seco) Escuintla (6/8) 0.383 (sin dato- 1.4) Izabal (0/6)		Campos, 2002

País/ año del estudio	Zonas	Resultados	Observaciones	Ref.
Honduras 1998	Cuenca del río Choluteca	Frecuencia de detección en suelos: Dieldrina 30%; DDT 18%; endosulfán 18%; clordano 7%; DDD 7%		Kammerbauer y Moncada, 1998.
Nicaragua	Suelo de zona agrícola	ΣDDT 193-977 µg/kg peso seco Toxafeno: 17-44 mg/kg peso seco Endosulfán: máx 500 µg/kg peso seco		Carvalho y col., 1998
Panamá 1996	Muestras de suelos cercanos a edificios de un aeropuerto en la Zona del Canal de Panamá	α- -clordano 330 mg/L γ -clordano 220 mg/L p,p'-DDE 3.6-92 mg/L p,p'-DDT 1.2-1900 mg/L Endosulfán 2.9 mg/L Heptacloro 120 mg/L Fenantreno 560 mg/kg Pireno 640-1300 mg/kg Antraceno 560 mg/kg Benzo(a)antraceno 840 mg/kg Benzo(a)pireno 490 mg/kg Benzo(a)fluorantreno 550 mg/kg Benzo(g,h,i)perileno 690 mg/kg Benzo(k)fluorantreno 36 mg/kg Butil bencil ftalato 3600 mg/kg		US Army, 1997
Panamá 1998	Muestras de suelo, Corozal, Zona del Canal de Panamá (N = 15)	α-clordano 1.76-1560 µg/kg γ-clordano 1.19-1630µg/kg DDE 5.06-2730 µg/kg DDT 7.45-4150 ug/kg Clordano técnico 2.95-3380 µg/kg Dieldrina: 6.58-160 µg/kg Endrina: 1.83 µg/kg	Clordano 9/15; DDT total 100%; 5/15 de muestras alrededor de áreas residenciales: superiores a las Metas de Rehabilitación Preliminar (<i>Preliminary Remediation Goals</i>) de la USEPA	PRODIMA, 1999a

País/ año del estudio	Zonas	Resultados	Observaciones	Ref.
Panamá 1999	Muestras de suelos (n=40) de Fort Clayton, Zona del Canal de Panamá, 29 muestras de una zona residencial y 11 de parques	Σ DDT: 3.31-50160 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Σ clordano: 19.7-213000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Lindano: 1.32-7.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$	23% de las muestras tenían valores de residuos de DDT y clordano superiores a los de rehabilitación (5800 y 2020 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectivamente)	PRODIMA, 1999b
Panamá 1999	Muestras de suelos y plataformas de hormigón en Fort Clayton, Zona del Canal de Panamá (N = 40)	PCB (5/40) 0.037-26.2 mg/kg	Valor más alto en una antigua subestación eléctrica	Tecnología y Finanzas 1999

3.1.10. Vegetación

Standley y Sweeney (1995) y Espinosa y Campos (1998) recogieron muestras de vegetación para estimar el transporte atmosférico de los plaguicidas organoclorados en Costa Rica y Colombia (Tabla 3.8). Espinosa y Campos (1998) encontraron plaguicidas organoclorados en hojas de dos especies de manglar (*Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. Entre marzo y diciembre de 1993 se extrajeron muestras en cuatro estaciones en los pantanos y en una estación en la bahía de Chengue, en el Parque Nacional Tayrona. En los dos ecosistemas se observó acumulación de plaguicidas. Se encontraron concentraciones elevadísimas de lindano (15.9 ng/g de peso seco). Las concentraciones de lindano y heptacloro variaban considerablemente entre temporadas, con las mayores durante la temporada seca. El manglar fue la especie que acumuló la mayor proporción de compuestos organoclorados del sedimento.

Standley y Sweeney (1995) detectaron varios plaguicidas organoclorados en hojas y corteza de caducifolios en un bosque primario en el norte de Costa Rica (Tabla 3.11.). Los compuestos de endosulfán fueron los compuestos predominantes en las muestras. Los autores atribuyeron la contaminación al transporte atmosférico a largas y cortas distancias.

Tabla 3.11. Residuos de compuestos organoclorados en hojas y corteza de árboles

País/ periodo	Lugar de muestreo	Resultados	Observaciones	Referencia
---------------	-------------------	------------	---------------	------------

País/ periodo	Lugar de muestreo	Resultados	Observaciones	Referencia
Colombia 1993	La Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia caribeña Hojas de 2 especies de manglar: <i>R. mangle</i> <i>A. germinans</i>	Concentraciones máximas (en peso seco): Lindano 15.1 ng/g Heptacloro 15.9 ng/g p,p'-DDE 12.8 ng/g p,p'-DDT 18.2 ng/g p,p'-DDD 20.1 ng/g Aldrina 6.8 ng/g	Acumulación de plaguicidas observada. Los niveles variaban considerablemente entre estaciones. Niveles más altos en la estación seca.	Espinosa y Campos, 1998
Costa Rica 1995	Cuencas fluviales en las faldas de montañas Hojas y corteza de caducifolios Hojas n= 14 Corteza n = 8	Concentraciones medias (en peso seco) α -HCH 0.7 ng/g Lindano 2.6 ng/g Heptacloro-epóxido 2.3 ng/g α -endosulfán 0.8 ng/g Sulfato de endosulfán 1.5 ng/g DDE sd DDT sd Aldrina sd Dieldrina 3.5 ng/g Endrina 2.4 ng/g Endrina aldehído 2.0 ng/g	Las hojas y corteza de cuencas no perturbadas contenían niveles de endosulfán 10 veces más bajos que los de la cuenca oriental.	Standley y Sweeney, 1995

3.2. NIVELES Y TENDENCIAS EN EL MEDIO AMBIENTE

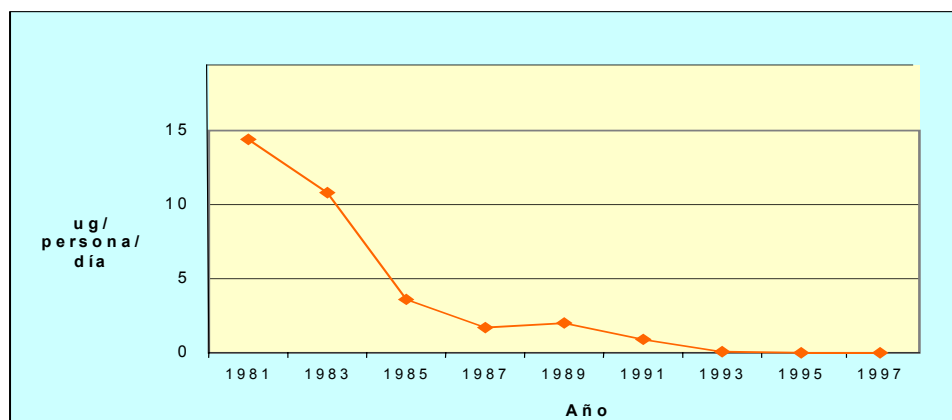
3.2.1. Residuos en alimentos

En la Región se han hecho varios estudios sobre plaguicidas organoclorados. La mayoría de ellos se realizaron en países de América Central, en los años 1970 y 1980. Se ha detectado endosulfán en muchas muestras analizadas durante la última década. Muy pocos estudios incluyen otras sustancias, por ejemplo PCB.

3.2.1.1. DDT

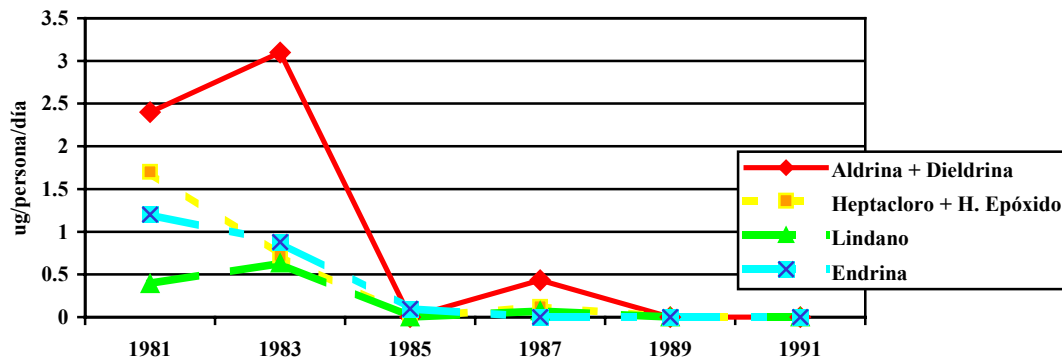
En Guatemala, durante la década de 1970, se detectaron niveles de DDT hasta de 200 mg/kg en la grasa de carne para exportación. También se encontraron con frecuencia residuos de endrina, dieldrina y toxafeno. Como el producto no cumplía con los requisitos del país importador, la carne se vendió en el mercado nacional. Otros estudios de Guatemala sobre contaminación con DDT y otros plaguicidas organoclorados de alimentos evaluaron la carga de contaminantes en la dieta total durante los periodos 1981-1997 y 1981 - 1991. Como se muestra en las Gráficas 3.2 y 3.3, actualmente los niveles son imperceptibles a raíz de la prohibición de muchos de estos productos durante los años 1970 (Campos, 2002).

Gráfica 3.2. DDT en la dieta total μg ingeridos/ persona/ día: media anual de 10 valores. Guatemala, 1981 – 1997



Fuente: Campos, 2002

Gráfica 3.3. Residuos de plaguicidas organoclorados en dietas totales. Media de 10 muestras anuales. Guatemala, 1981-1991. Fuente: Campos, 2002



En Honduras, en 1982, se midieron las concentraciones de plaguicidas con STP en 10 muestras de grasa de pollo y en 30 muestras de grasa de cerdo. Todas las muestras contenían DDT, pero sólo una (8.6 mg/kg) rebasaba el límite de tolerancia establecido para esta sustancia (7 mg/kg) (Myton, 1999, citado por RFI, 2002). En otro estudio sobre PCB y plaguicidas organoclorados en peces comestibles de la bahía de Utila realizado en 1988–1989, se analizaron 49 peces de las familias *Lutjanidae*, *Serranidae*, *Sparidae*, *Pomadasyidae* y *Carangidae*. Se detectó DDT en 60% de las muestras (escala: 0.2–2.6 mg/kg de peso en grasa) y lindano en 51% (escala: 0.03–0.4 mg/kg de peso en grasa) (CESCCO, citado por Sabillón, 2002).

También en Honduras, en 1997, se analizaron para detección de compuestos organoclorados y otros plaguicidas 76 muestras de hortalizas, entre ellas apio, cebolla roja y blanca, chile verde, coliflor, lechuga, pepino, papa, col, tomate y zanahoria. Las muestras se recogieron en 3 mercados públicos y 3 supermercados. Se detectaron residuos de plaguicidas (principalmente de compuestos organoclorados prohibidos en años anteriores) en 85% de las muestras. Diez muestras rebasaban los niveles permitidos. No se observaron diferencias entre las hortalizas provenientes de mercados públicos y las de supermercados (Sabillón, 2002; RFI, 2002). Por último, una evaluación sobre residuos de plaguicidas en tres sistemas de producción agrícola seleccionados en la cuenca del río Choluteca detectó DDT y dieldrina en tejidos de riñón de vacas, y DDT y lindano en leche de vaca (Kammerbauer y Moncada, 1998).

Se encontraron residuos de DDT en 48 muestras de habichuela, tomate, pepino, chile verde, lechuga y col provenientes de distribuidores en Guatemala y El Salvador. Los productos de Guatemala tenían concentraciones más elevadas que los de El Salvador, con niveles de DDT que llegaban a los 0.038 mg/kg (Bonet, 1980, citado por Calderón y Meléndez, 2001). En 1980 se detectaron residuos de la misma sustancia en cada una de las muestras (cuya número se desconoce) de huevos de gallina recogidas en granjas y pueblos en la costa salvadoreña, posiblemente debido a la aplicación de este plaguicida en campos de algodón que se encuentran en la misma zona (Frances, 1980, citado por Calderón y Meléndez, 2001). En 1983, se detectaron residuos de lindano, heptacloro epóxido, dieldrina y DDT en 40 muestras de aceite y grasa comestibles. Sesenta por ciento de las muestras de aceite y 78% de las muestras de grasa contenían residuos, algunos en concentraciones superiores a los niveles permitidos (Calderón, 1983, citado en Calderón y Meléndez, 2001).


Otros estudios sobre plaguicidas con STP en productos pecuarios que se realizaron en la década de 1980 en El Salvador se presentan en la Tabla 3. 

Tabla 3.12. Niveles de plaguicidas con STP en productos pecuarios en El Salvador, 1980–1988

Producto	Número de muestras	Plaguicidas analizados	Resultados	Observaciones	Autor y año del estudio
Sangre, grasa e hígado	22	DDT Heptacloro BHC Aldrina Clordano	Niveles máximos detectados: 796 ppmm (hígado), 3081 ppmm (sangre) 1481 ppmm (hígado) 336 ppmm (grasa) 400 ppmm (grasa) 346 ppmm (sangre)	Todas las muestras revelaron la presencia de uno o más plaguicidas. Todos los niveles eran inferiores a los permitidos.	Zelaya y Lazo, 1980 en Calderón & Meléndez, 2001
Grasa	No proporcionado	DDT, lindano, heptacloro epóxido y dieldrina	100% de las muestras tenían residuos de DDT superiores a los niveles permitidos, hasta de 82.65 mg/kg. Se calculó que cada animal había ingerido casi 353 veces la IDA	Se observó que los tallos, hojas y raíces de algodón utilizados para alimentar ganado contenían niveles de DDT hasta de 24.07 mg/kg (722 veces la IDA).	Calderón, 1981 en Calderón & Meléndez, 2001
Sangre, grasa e hígado	No proporcionado	DDT BHC Dieldrina Endrina Heptacloro epóxido	0.36–342 mg/kg (grasa) 0.03–0.33 mg/kg (hígado) 0.142-0.997 mg/kg (sangre) 0.35-1.17 mg/kg (grasa) 0.012-0.56 mg/kg (grasa) 0.002 mg/kg (hígado) 0.0046, 0.0069 mg/kg (sangre)		Meléndez y Bonilla, 1988 en Calderón y Meléndez, 2001
Producto lácteos	140	Lindano Heptacloro epóxido DDT Dieldrina	Niveles promedio (mg/kg) 0.04 (mantequilla) 0.32 (crema) 0.44 (queso) 0.80 (leche) 0.01 (mantequilla) 0.10 (crema) 0.11 (queso) 0.33 (leche) 0.37 (mantequilla) 1.49 (crema) 2.15 (queso) 2.71 (leche) 0.02 mg/kg (mantequilla)	En todas las muestras de leche se detectaron residuos de todos los plaguicidas, y en más del 50% con niveles superiores a los permitidos.	Calderón, 1981 en Calderón y Meléndez, 2001

			0.05 (crema)		
			0.16 (queso)		
			0.65 (leche)		

La Tabla 3.13 presenta un resumen de los estudios realizados en Panamá entre 1973 y 1998 sobre niveles de plaguicidas organoclorados en pescado, legumbres y hortalizas, carne de res y productos de leche de vaca.

Tabla 3.13. Residuos de plaguicidas con STP en alimentos. Panamá, 1973-1998

Productos alimenticios	Especie	Residuos detectados	Niveles	Autor y año de publicación
Carne de res	Bovinos	Heptacloro Aldrina Clordano Dieldrina Endrina DDT Toxafeno (29 muestras)	0.1 – 8 mg/kg 1.0 – 3.6 mg/kg 0.1 – 3.6 mg/kg 0.2 – 1.7 mg/kg 0.1 – 8.1 mg/kg 0.2 – 2.4 mg/kg 1.7 – 21.8 mg/kg	Ambulo, 1973 en Espinosa, 2002
	Bovinos	DDT Dieldrina Metoxicloro Heptacloro	10 – 20 mg/kg 2 mg/kg 0.2 – 10.5 mg/kg 0.1 mg/kg	Espinosa, 1988 en Espinosa, 2002
Productos de leche de vaca	Bovinos	HCH, aldrina, heptacloro epóxidos, clordano Dieldrina y endrina DDT total	Menos de 10 µg /kg Menos de 20 µg/kg Menos de 30 µg/kg	Espinosa, 1988 en Espinosa, 2002
Pescado	Sin dato	DDT, endrina y clordano	Residuos detectados en 40% de todas las muestras	Ríos, 1987 en Espinosa, 2002
	<i>Stellifer colonensis</i> , <i>Trachiinus culveri</i> , <i>Centropomus parallelus</i> , <i>Lutjanus griseus</i> , <i>Tarpon atlanticus</i>	Lindano DDT DDE/DDD Aldrina Dieldrina Endrina	1.9 – 45.5 µg/kg 1.9-30.7 µg/kg 10.6 – 74.1 µg/kg 0.7-4.3 µg/kg 0.8-1.3 µg/kg 1.0-3.1 µg/kg	Pérez, 1995 en Espinosa, 2002
	<i>Lutjanus argentiventris</i> , <i>Cynoscion phoxocephalus</i>	DDE, DDT, dieldrina, aldrina, heptacloro	0.26 – 2.27 µg/kg (sin datos de niveles individuales)	Silvera, 1997 en Espinosa, 2002

Hortalizas	Melón	DDT (4/54 muestras)	0.02 – 0.2 mg/kg	IDIAP, 1998 en Espinosa, 2002
		BHC (4/54)	0.02 mg/kg	
	Tomate	Endrina (3/11)	0.013 – 0.022 mg/kg	
	Apio	Lindano, heptacloro (2/4)	0.016 – 0.021 mg/kg	
	Apio	DDE (1/4)	0.027 mg/kg	
	Lechuga	Endrina y DDT (1/4)	0.013 – 0.059 mg/kg	
	Zanahoria	Heptacloro (2 muestras)	0.01 mg/kg	
	Legumbres y hortalizas	DDT y Dieldrina (227 muestras)	Sin datos	Díaz y Lamoth, 1998 en Espinosa, 2002

Con base en 105 muestras analizadas en Costa Rica a principios de los años 1980, de 10% a 33% de los diversos tipos de productos alimenticios tenían niveles de compuestos organoclorados superiores a los límites máximos permitidos en Alemania: 10% de las frutas y verduras, 22% de los productos de origen animal, 33% de los productos lácteos y 20% de los huevos (Castillo, 2002). Otro estudio realizado en una zona rural (Pococi) en 1998 registró que 11 de las 177 muestras contenían residuos de endosulfán (OPS/OMS, 2001).

En la región de la Mojana (Colombia) se midieron los niveles de plaguicidas organoclorados en muestras de peces recogidas durante las estaciones de lluvia y seca. De todos los organoclorados analizados, sólo el pp'DDE y el pp'DDD estaban presentes en peces en concentraciones entre 0.6 y 1.6 ppm en la estación de lluvia y de 1.4 a 30.9 ppm en la estación seca, niveles inferiores a los aceptados por la OMS (Corpoica, 1996).

3.2.1.2. Endosulfán

Se analizaron residuos de endosulfán en muestras de col (*Brassica oleracea var. capitata*) en Las Pilas, El Salvador. El isómero β -endosulfán se presentó en concentraciones entre 0.0002 y 0.0075 mg/kg, nivel inferior al nivel permitido de 1 mg/kg, debido a la baja concentración del plaguicida que los campesinos utilizan (Novoa y Zambrana, 1997, citado por Calderón y Meléndez, 2001). En otro estudio se detectó endosulfán en 4 de las 16 muestras de chile verde (*Capsicum annuum*) del Valle de Zapotitán en 2000, con concentraciones que iban de 0.001 a 0.048 mg/kg (Cañas, 2000, citado por Calderón y Meléndez, 2001).

Se analizó el endosulfán en leche de vaca y restos de flores utilizados para alimentar ganado en la sabana de Bogotá (Colombia). Se registraron concentraciones “altas” (no se precisan las cantidades) en leche de vaca que excedían por mucho los niveles de referencia de la OMS y la FAO (Cárdenas y col., 1997).

En 1997, en la zona rural de la ciudad de Palmira, al suroeste de Colombia, se estudió la contaminación de tomates con endosulfán, HCH (alfa, beta, delta y gamma), heptacloro, aldrina, dieldrina, endrina y DDT (total). Las concentraciones más elevadas eran las del endosulfán (65.15 ppm), pero las concentraciones de todos los residuos detectados eran bastante inferiores a los niveles aceptables (Nivia, 2000).

3.2.1.3. Otros organoclorados

En 2001 se analizaron plaguicidas organoclorados en muestras de semilla de algodón, apio, lechuga, col, y cebolla en Almolonga, provincia de Quetzaltenango (principal zona productora de legumbres y hortalizas de Guatemala). En 80% de las muestras se detectaron residuos de plaguicidas. Se encontraron residuos de DDT en las semillas de algodón en concentraciones promedio de 0.091 mg/kg (escala: 0.050-0.172), de HCH con una media de 0.003 mg/kg (no detectado – 0.006), de aldrina y dieldrina en una media de 0.002 mg/kg (no detectado– 0.006), de endrina con una media de 0.001 mg/kg (no detectado– 0.004), y heptacloro y heptacloro epóxido en una escala entre no detectado y 0.001 mg/kg. Se detectó endosulfán en una de las 10 muestras de col, con niveles de 0.29 mg/kg (Campos, 2002).

3.2.1.4. Otras STP

En Guatemala se analizaron los PCB en 28 muestras de dieta total entre 1989 y 1991. El valor promedio fue “no detectado”, la media fue <0.001 g/persona/día (residual), y el centil 90 fue de 0.001 g/persona/día. No se detectaron residuos de PCB en las 36 muestras de dieta total entre 1989 y 1991.


En Guatemala se analizó el mercurio total en peces y cereales en 1975-1987 (Tabla 3.  Un análisis más detallado reveló que más del 90% del mercurio total en peces era orgánico.

Tabla 3.14. Mercurio en alimentos (mg/kg de peso húmedo), Guatemala 1975-1987

Periodo de muestreo	N	Origen	Tipo de muestra	Mín.	Máy.	Promedio	Centil 90%
06-07, 1975	14	Aguas dulces	Músculo fresco, Diferentes tipos de peces			0.31	0.39
03-12, 1986	49	Costa del Pacífico	Músculo fresco, tiburón, pez espada	0.020	3.66	0.64	2.41
06-07, 1987	10		Trigo y cebada	ND	ND	ND	

ND: no detectado

Fuente: Campos, 2002.

En el estudio en la región de La Mojana (Colombia) mencionado anteriormente se analizó el mercurio y el plomo en peces. Las concentraciones de plomo eran inferiores a los niveles detectables (<0.5 ppm), pero las concentraciones de mercurio rebasaban los niveles aceptados por la OMS, o la USEPA con riesgo de aumentar hasta 7 veces (Corpoica, 1996). Las muestras de peces de la misma región tomadas en la estación de lluvias en 2001 estaban contaminadas con metilmercurio (Ramos, Estevez, Giraldo, 2001).

En un estudio descriptivo realizado en 2000 en Bogotá, Colombia, se analizaron para detección de metales pesados y algunos plaguicidas organoclorados hortalizas como brócoli, apio, lechuga, rábano, cardo y colecillas irrigados con agua de embalses que reciben agua de lluvia, sanitarias y de ríos, durante las estaciones de lluvia y seca. En todas las muestras de las hortalizas se detectó plomo y mercurio, así como HCH, dieldrina y endosulfán en algunas, pero no se registraron detalles (Quiroga y col., 2000). En otro estudio sobre derivados de compuestos organometálicos de mercurio en muestras de peces de la región de La Mojana (Colombia), durante la temporada de lluvia, se registraron niveles entre 49 y 109 µg/kg (peso seco) (Ramos et al., 2001).

3.2.2. Residuos de STP en seres humanos

Los plaguicidas organoclorados han sido los compuestos más estudiados en la Región X, sobre todo en leche materna, grasa y sangre. En cambio, hay muy pocos estudios relativos a otras STP.

3.2.2.1. DDT en leche materna

En Guatemala se realizaron varios estudios sobre niveles de DDT en leche materna entre 1971 y 1982. Sin embargo, sólo un estudio de 1974 se basa en muestras que abarcan gran parte del país. Los resultados de este estudio se presentan en la Tabla 3.15. En todas las muestras analizadas en 1971, 1974, 1979 y 1982 en diferentes zonas del país se detectó DDT total. El valor más alto de DDT total (12.2 mg/kg de leche entera, casi 250 veces el límite del Codex establecido para leche de vaca) se detectó en 1971 en una madre que se

había dedicado a la recolección de algodón durante 25 años (Campos, 2002). La sustancia fue prohibida en 1979, después de un periodo de cinco años de reducción gradual de las importaciones. Como consecuencia, los niveles de residuos descendieron con el tiempo. En la provincia de Escuintla, en la costa sur del Pacífico, donde se cultivó intensivamente el algodón durante 30 años, el nivel máximo en 1982 fue de 36% del nivel máximo registrado en 1974, pero aún 10 veces más alto que el límite del Codex para leche de vaca. En este área se encontró un nivel máximo de 0.130 mg/kg de DDT total en 2001, tres veces el límite del Codex de 0.05 mg/kg para leche de vaca. En 2001, cuatro de las ocho muestras de leche materna de la costa del sur estudiadas para detección de DDT como parte de un proyecto conjunto FMAM/PNUMA/OPS-OMS/CCA rebasaron el límite del Codex para leche de vaca (Tabla 3.16; Campos, 2002). Los niveles en leche materna detectados en 2001 en la costa norte del Atlántico, donde no se cultiva algodón, fueron aproximadamente 10 veces más bajos.

Tabla 3.15. DDT en leche materna entera (mg/kg), Guatemala 1971, 1974, 1979 y 1982.

N: número de muestras

Lugar, Principales cultivos	1971				1974				1979				1982			
	N	Máx	Mín.	Me- dia	N	Máx.	Mín.	Media	N	Máx.	Mín.	Me- dia	N	Máx.	Mín.	Media
Nebaj, Quiché Trigo, cereales					28	.183	.035	.035								
Ciudad de Guatemala					15	1.03	.025	.480								
Ciudad de Guatemala					78	1.10	.015	.233	28	1.66	.033	0.236				
San Pedro Carchá, Alta Verapaz Café, cardamomo					30	1.31	.003	.273								
Asunción Mita, Jutiapa Ganado, sorgo					31	2.51	.051	.490								
El Rosario Champerico, Retalhuleu Algodón, maíz, ajonjolí	27	4.97	.342	1.84	31	.912	.276	.276								
Livingston, Izabal Cereales					30	5.68	.140	.864								
Morales, Izabal Plátano, cereales					10	6.60	1.14	2.55								
Escuintla, Escuintla – Algodón, ganado, cereales					10	9.26	.600	3.54					64	3.37	<.001	.564
La Bomba Chiquimulilla, Santa Rosa Cereales	10	11.3 a	.411 a	1.11	31	1.86	.089	.587								

Cerro Colorado, La Gomera, Escuintla Algodón	9	12.2 a	1.57	3.06	31	2.19	.041	.466									
---	---	--------	------	------	----	------	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Campos, 2002

a = excluido de la media

Tabla 3.16. Residuos de DDT en leche materna entera (mg/kg), Guatemala, 2001

Lugar	N	Muestras positivas	Mín.	Máx.	Media
Tiquisate Escuintla	8	7	No detectado	0.130	0.055
Puerto Barrios Izabal	6	2	No detectado	0.010	0.003

Fuente: Campos, 2002

En un estudio realizado por Aguilar en 1976 en El Salvador (citado por Calderón y Meléndez, 2001), se analizó la leche de 19 mujeres lactantes en una zona algodонера (1976) para detección de DDT y otros plaguicidas organoclorados. El DDT se detectó a niveles entre 0.056 y 0.988 ppm. El estudio de Calderón en 1981 sobre niveles de residuos de DDT y otros plaguicidas organoclorados detectó DDT en todas las muestras a un promedio de 0.25 ppm (Calderón, 1981, citado por Calderón y Meléndez, 2001).

La leche obtenida en 1989 de madres de diferentes regiones de Honduras (292 muestras) contenía DDT (concentración media de 0.058 ppm de leche entera) y de p,p'-DDE en 93% de las muestras. La media de ingesta diaria de DDT en un bebé de 3.4 kg de peso corporal se estimó en 0.01 mg/kg, el doble de la IDA de la FAO 1978 (CESSCO, 1989, citado por Sabillón, 2002).

Como parte del proyecto CDC/Ministerio de Salud de Honduras /CECC, a raíz del huracán Mitch, se realizó un análisis de plaguicidas en la leche de 138 mujeres en el sur del país. El DDE fue el plaguicida más frecuentemente detectado: se encontró en 130 muestras en concentraciones que iban de 1 a 160 µg/L. Se detectaron entre 6 y 62 µg/L de DDT en tan sólo dos muestras. El estudio concluyó que las concentraciones en grasa de leche en el sur de Honduras podían ser inferiores a las de otros países de América Latina porque algunas de las mujeres analizadas consumían poca carne y pescado. De las 120 donantes de leche que contestaron el cuestionario, 49 indicaron que en la semana anterior habían consumido carne o pescado sólo una vez (RFI, 2002).

Cuatro estudios de plaguicidas organoclorados en leche materna, sangre del cordón umbilical, venas y tejido adiposo en Chinandega (Nicaragua) arrojaron p,p'-DDE en 100% de las muestras, p,p'-DDT en 74%, dieldrina en 20%, endrina en 9.4% y heptacloro epóxido en 8.9%. Se estableció una correlación importante entre las concentraciones de p,p'-DDE en leche materna y sangre del cordón umbilical ($r = 0.72$; $N = 24$; $p < 0.01$) (RFI, 2002). De 1994 a 1995 se estimaron en dos ocasiones las concentraciones de plaguicidas organoclorados en la leche de 101 mujeres nicaragüenses de la cuenca del río Atoya durante el primer trimestre de lactancia (Lacayo y col., 2000). En las muestras se analizaron 13 compuestos (pp'-DDE, pp'-DDT, pp'-DDD, α , β , γ y δ -HCH, toxafeno, dieldrina, endrina, aldrina, heptacloro y heptacloro-epóxido). Se detectó pp'-DDE en todas las muestras, y presentó las concentraciones promedio más elevadas del estudio. Se reportó una concentración promedio de DDE de 2.8 µg/g de grasa de leche y de DDT de 0.129 µg/g. Las concentraciones de DDE total de 5.9% de las muestras rebasaron la ingesta diaria aceptable establecida por la OMS.

En 1984, los niveles de residuos de DDT total en leche materna en provincias de Costa Rica con una intensa actividad agrícola y programas de control de vectores fueron diez veces mayores (promedio de 1.27 ppm) que

los de las provincias con menos actividad agrícola y sin programas de control de vectores (promedio de 0.11 ppm) (Umaña y Constenla, 1984).

En Panamá se detectaron residuos de DDT en la grasa de leche materna, con niveles entre 0,07 y 7,3 µg/g de grasa. El nivel del p,p'-DDT fue de 0,01 - 4,3 mg/kg y el del p,p'-DDE de 0,07 - 2,4 mg/kg. El metabolito p,p'-DDD se detectó sólo en una muestra de una mujer recientemente expuesta, con niveles de 0.3 mg/kg (Espinosa, 1987 citado por Espinosa, 2002).

En 1984, en un estudio realizado en una maternidad en la República Dominicana se analizaron para detección de DDT 60 muestras de leche materna. Este compuesto se detectó en 87% de las muestras (Abad y Díaz, 1984, citado por Porro, 2002).

En Colombia, se determinaron las concentraciones de DDT total y otros plaguicidas organoclorados en 170 muestras de leche materna; 105 se obtuvieron de madres lactantes que vivían en Bogotá, y 65 de madres lactantes que vivían en zonas agrícolas en donde se utilizaban en gran medida estos plaguicidas. Los resultados se cotejaron con las 75 muestras de leche fresca de vaca, 10 muestras de leche pasteurizada y 10 muestras de leche entera en polvo. Los resultados se presentan en las Tablas 3.17 y 3.18.

Tabla 3.17. Insecticidas organoclorados en leche materna, Colombia, 1987

Lugar	Número de muestras	DDT total			HCH total			Dieldrina		
		Media ± SD (µg/L)	NMP ^a	NMRVL ^b	Media ± SD (µg/L)	NMP	NMRVL	Media ± SD (µg/L)	NMP	NMRVL
Bogotá	105	0.048 ± 0.071	105	35	0.008 ± 0.015	20	6	0.007 ± 0.008	21	12
Espinal	25	0.131 ± 0.138	25	23	0.011 ± 0.006	17	13	0.003 ± 0.002	10	3
Guamo	25	0.118 ± 0.128	25	17	0.007 ± 0.006	12	5	0.011 ± 0.012	11	6
Girardot	15	0.095 ± 0.085	15	9	0.009 ± 0.007	10	6	0.008 ± 0.080	6	5
Total	170	0.075 ± 0.105	170	84	0.003 ± 0.010	59	30	0.001 ± 0.007	48	26

Fuente: Vallejo y Vargas, 1991.

^a NMP: Número de muestras positivas (las que rebasan los 0.001 µg/L)

^b NMRVL: Número de muestras que rebasan el valor límite de la FAO-OMS (0.050 µg/L para DDT, 0.003 µg/L para HCH y 0.045 µg/L para dieldrina)

Tabla 3.18. Insecticidas organoclorados en leche de vaca, Colombia, 1987

	Total DDT	Total HCH	Dieldrina
--	-----------	-----------	-----------

Zona y tipo de leche	Número de muestras	Media ± SD (µg/L)	NMP ^a	NMRVL ^b	Media ± SD (µg/L)	NMP	NMRVL	Media ± SD (µg/L)	NMP	NMRVL
Bogotá, leche fresca	25	0.014 ± 0.017	25	2	0.008	20	0		0	0
Espinal, leche fresca	25	0.011 ± 0.008	25	0	0.010 ± 0.014	18	9	0.008 ± 0.016	5	1
Guamo, leche fresca	25	0.017 ± 0.010	25	0	0.005 ± 0.003	10	4	0.006 ± 0.005	4	1
			DDT total		HCH total			Dieldrina		
Bogotá, leche pasteurizada	10	0.005 ± 0.004	10	0		0	0		0	0
Bogotá, leche entera en polvo	10	0.026 ± 0.006	10	0		0	0		0	0

Fuente: Vallejo y Vargas, 1991.

^aNMP: Número de muestras positivas (superiores a 0.001 µg/L)

^bNMRVL: Número de muestras que rebasan el valor límite de la FAO-OMS (0.050 µg/L para DDT, 0.003 µg/L para HCH y 0.045 µg/L para dieldrina)

Los autores concluyeron que el nivel de DDT total en leche materna en la zona de Bogotá rebasaba por un factor de 3.5 los niveles en leche de vaca en la misma zona. La leche materna en Espinal y Guamo (donde se cultiva soya, arroz y algodón) estaba 2.7 y 2.4 veces más contaminada que la de Bogotá. Los valores medios rebasaron los valores de la FAO-OMS; los niveles de DDT en algunas muestras rebasaron los valores de la FAO-OMS por un factor superior a 10. Ninguna de las muestras de leche de vaca rebasó los valores límite para el DDT. Al parecer, las fuentes de contaminación de la leche por insecticidas organoclorados son productos alimenticios contaminados y el uso de estas sustancias en plaguicidas para el hogar y agrícolas (Vallejo y Vargas, 1991).

En Yaracuy, estado agrícola de Venezuela en el que se ha utilizado DDT en la agricultura y para el control del paludismo, los niveles de este compuesto se estudiaron en 145 muestras de leche materna recogidas 25 días después del parto en mujeres entre 16 y 40 años de edad que vivían en diversas poblaciones rurales. Se encontró DDT como DDE por medio de GC-ECD. Todas las muestras de leche contenían DDT en niveles entre 5.1 y 68.2 µg/L y los niveles aumentaban considerablemente con la edad de la persona (p <0.05). Se concluyó que la exposición de la población general al DDT en el área del estudio quizás es consecuencia de la contaminación generalizada de bajo nivel, y la fuente más probable son los alimentos (Brunetto y col., 1996).

3.2.2.2. Otros plaguicidas en leche materna

En Guatemala, otros compuestos a menudo detectados en leche materna según estudios realizados entre 1971 y 1974 son el HCH, dieldrina y heptacloro epóxido. Estos estudios se muestran en las Tablas 3.19 y 3.20.

Tabla 3.19. Residuos de HCH, dieldrina y heptacloro epóxido en leche materna entera en algunas regiones de Guatemala, 1971

Plaguicida	El Rosario	Cerro Colorado	La Bomba
	Champerico, Retalhuleu	La Gomera, Escuintla	Chiquimulilla, Santa Rosa
HCH			
Número de muestras	27	9	10
Muestras positivas	23	5	10
Media (escala) (mg/kg)	0.006 (0 – 0.019)	0.015 (0 – 0.057)	0.24 (0.010 – 0.035)
Dieldrina			
Número de muestras	27	9	10
Muestras positivas	23	0	0
Media (escala) (mg/kg)	0.002 (0 – 0.010)		
Heptacloro epóxido			
Número de muestras	27	9	10
Muestras positivas	19	0	3
Media (escala) (mg/kg)	0.007 (0 – 0.008)		0.003 (0 – 0.21)

Fuente: Campos, 2002

Tabla 3.20. Residuos de dieldrina, y heptacloro epóxido en leche materna entera en algunas regiones de Guatemala, 1974

Plaguicida	Ciudad de Guatemala	Morales, Izabal	Escuintla, Escuintla
	Dieldrina		
Número de muestras	15	10	10
Muestras positivas	0	1	1
Media (escala) (mg/kg)		0.005	0.070
Heptacloro epóxido			
Número de muestras	15	10	10
Muestras positivas	0	1	0
Media (escala) (mg/kg)		0.002	

Fuente: Campos, 2002

En muestras de leche tomadas de 19 mujeres lactantes en una zona aldonera en El Salvador (1976), los niveles de heptacloro iban de no detectables a 0.082, y los de endrina y toxafeno eran menores a 0.01 ppm (Aguilar, 1976, citado por Calderón y Meléndez, 2000).

Se determinaron los niveles de residuos de lindano, heptacloro epóxido, dieldrina y DDT en 87 muestras de leche materna de mujeres lactantes de tres zonas agrícolas de El Salvador. En todas las muestras se detectó lindano y dieldrina, y en 78% de ellas se encontró heptacloro a niveles superiores a los niveles máximos en residuos. Las concentraciones medias fueron de 0.0139 ppm de lindano, 0.0109 ppm de heptacloro epóxido y 0.0127 ppm de dieldrina (Calderón, 1981, citado por Calderón y Meléndez, 2001).

En el proyecto post-huracán Mitch mencionado anteriormente (RFI, 2002) se detectaron otros plaguicidas además de los DDT, aunque con mucha menor frecuencia. De las 138 muestras de leche materna analizadas, 4 contenían sulfato de endosulfán a niveles de 5 a 6 µg/L, 3 contenían heptacloro epóxido a niveles de 1 a 5 µg/L, y 2 más contenían endrina a niveles de 1 a 2 µg/L.

El estudio de Lacayo y col. (2000) sobre concentraciones de plaguicidas organoclorados en la leche de 101 mujeres de Nicaragua observó que 20% de las muestras, o menos, contenían ciclodienos clorados (dieldrina > endrina > heptacloro epóxido > heptacloro). No se detectó α ni δ -HCH, pero sí β y γ -HCH en menos del 6% de las muestras. No se registraron concentraciones estimables de α -HCH, aldrina, pp'-DDD o toxafeno.

En el estudio de leche materna realizado por Vallejo y Vargas (1991) en Colombia y mencionado anteriormente se registraron concentraciones de HCH total y dieldrina en 170 muestras de leche materna y se compararon con 75 muestras de leche fresca de vaca, 10 muestras de leche pasteurizada, y 10 muestras de leche entera en polvo. Los resultados se presentan en las Tablas 3.20 y 3.21. Los valores medios de HCH en leche materna en Bogotá, Espinal, Guamo y Girardot rebasaron los valores límites. La leche de vaca de Bogotá no presentó contaminación, pero las concentraciones en Espinal y Guamo rebasaron los niveles recomendados por la FAO-OMS. En cuanto a la dieldrina, 20% de las muestras de leche materna de Bogotá tenían niveles superiores a los límites recomendados. La leche de vaca de Bogotá no presentó contaminación con dieldrina, pero las de Espinal y Guamo rebasaron los niveles recomendados. Se estima que las fuentes de contaminación de la leche con plaguicidas organoclorados son los productos alimenticios así como el uso de estas sustancias en plaguicidas agrícolas y para el hogar.

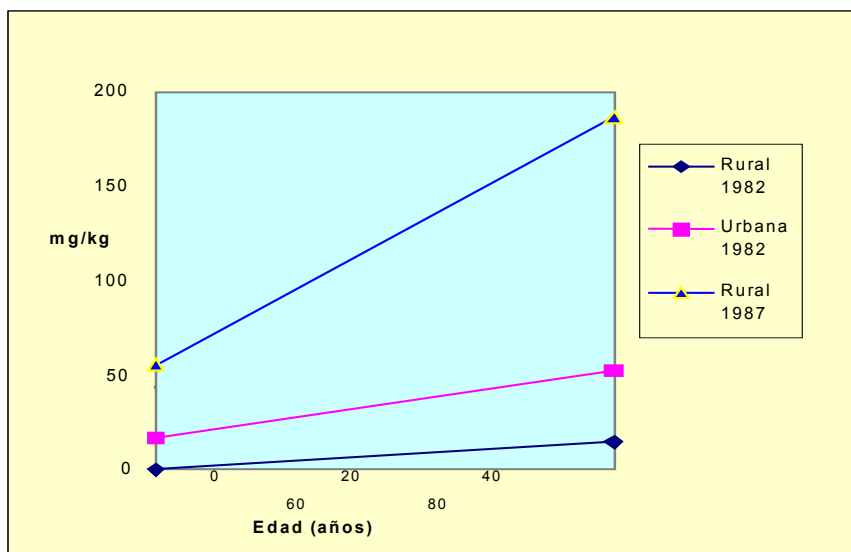
3.2.2.3. DDT en muestras de tejido adiposo

En varios países de la región, entre ellos Costa Rica, Guatemala, Nicaragua y Colombia, se analizaron muestras de tejido adiposo para detección de residuos de DDT.

El valor más alto en Costa Rica en 1981-1983 se registró en varones de zonas rurales: 45.99 $\mu\text{g/g}$ de grasa. Un estudio en 1984 analizó 13 muestras de tejido adiposo de pacientes del Hospital Choluteca (al sur del país) y detectó DDT y lindano en todas ellas (Sabillón, 2002).

Un estudio sobre plaguicidas organoclorados en tejidos adiposos de 93 madres nicaragüenses que vivían en la cuenca del río Atoya, Departamento de Chinandega, encontró derivados de DDT en todas las muestras. En menos del 13% de las muestras se registraron HCH (α , β , γ) y ciclodienos clorados (dieldrina, endrina, heptacloro epóxido, heptacloro). Las concentraciones medias más altas fueron las del p,p'-DDE y p,p'-DDT (1,662 $\mu\text{g/g}$ y 0.082 $\mu\text{g/g}$ de grasa, respectivamente). Se observó una correlación importante entre la edad de la madre y el p,p'-DDE ($p=0.0004$). No se registraron concentraciones estimables de δ -HCH, aldrina, p,p'-DDD y toxafeno. El resto de los plaguicidas tenían concentraciones en promedio bajas que se encontraban entre 1 y 3 ppm en el caso de la familia de HCH y en un rango de 0 a 5 ppm en el grupo de los ciclodienos (Cruz-Granja y col., 1997).

El primer estudio de Guatemala, con fecha de 1982, encontró DDT en todas las muestras de mortinatos, niños y adultos de zonas rurales y urbanas. Se detectó dieldrina en 70% de las muestras, y con menor frecuencia heptacloro epóxido y endrina. He aquí los niveles máximos: 55 mg/kg en mortinatos, 75 mg/kg en un niño de un año de edad, y 191 mg/kg en un hombre de 72 años de edad. En un segundo estudio (1987) se recogieron 24 muestras durante la cirugía de individuos de zonas rurales. La concentración máxima de DDT fue de 15 mg/kg (Campos, 2002). Ver Gráfica 3.4.



Gráfica 3.4. Residuos de DDT en tejido adiposo de seres humanos. Guatemala, 1982-1987

El estudio en El Salvador reporta niveles de residuos de lindano, dieldrina, heptacloro epóxido y DDT estimados durante 1988-1989 en 60 muestras de tejido adiposo de pacientes de cirugía. En 58 muestras se detectó DDT, lindano en 39, heptacloro epóxido en 14 y dieldrina en 5, con niveles desde no detectables a 10.22 ppm. Las concentraciones medias de DDT total en las dos zonas estudiadas fueron de 3.75 y 3.93 ppm (Méndez RM y col., 1989, citado por Calderón y Meléndez, 2001).

3.2.2.4. Niveles de compuestos organoclorados en suero sanguíneo

En 2001 se detectaron niveles de DDT hasta de 0.060 mg/L en el suero sanguíneo de 8 muestras de habitantes de la costa sur de Guatemala. Los niveles de seis muestras de la costa norte fueron inferiores a los 0.020 mg/L (Tabla 3.21) (Campos, 2002). Esto refleja la influencia del cultivo de algodón, ya que se cultivaba mucho en la costa sur del Pacífico, pero no en la costa norte del Atlántico.

Tabla 3.21. Residuos de DDT en suero sanguíneo de seres humanos (mg/kg), Guatemala, 2001

Lugar	N	Muestras positivas	Mín.	Máx.	Media
Tiquisate Escuintla	8	3	No detectado	0.060	0.031
Puerto Barrios Izabal	6	4	No detectado	0.020	0.010

Fuente: Campos, 2002

En El Salvador se calcularon entre 1980 y 1981 las concentraciones en suero sanguíneo de lindano, dieldrina y DDT en 300 personas de las ciudades de San Salvador y Arce y de zonas de cultivo de algodón y café. Los niveles de lindano y dieldrina resultaron más altos en la ciudad de Arce (medias de 19.43 y 7.12 ppm, respectivamente), mientras que los niveles más altos de DDT se registraron en las zonas algodonerías (media de 100.89 ppm) (Calderón y col., 1984, citado por Calderón y Meléndez, 2001).

En un estudio poblacional transversal en hogares en un suburbio de Istoca, Departamento de Choluteca (Honduras), que se realizó después del huracán Mitch (finales de octubre de 1998), se tomaron muestras de sangre y orina de 45 adolescentes entre 15 y 18 años para detección de plaguicidas organoclorados. El 51% de las muestras de suero sanguíneo contenían niveles de p,p'-DDE entre 1.16 y 96.9 ng/mL (media de referencia de EE.UU. en adultos = 3.5 ng/mL). En 23% de las muestras de suero sanguíneo se registraron niveles de dieldrina de >0.2 ng/mL (en adolescentes estadounidenses, <0.2 ng/mL). Los niveles elevados de plaguicidas organoclorados sugirieron que éstos todavía se utilizaban en el país, aunque estaban prohibidos desde 15 años antes del estudio (Balluz y col., 2001).

3.2.2.5. Otras STP en suero sanguíneo humano

Los estudios realizados en la República Dominicana entre 1977 y 1979 sobre niveles de plomo en sangre en individuos que trabajaban en la reparación de baterías de autos, fábricas de cerámica y pintura, y gasolineras mostraron que 90% de la población estudiada tenía niveles superiores a los 50 mg/100 mL (nivel permitido) con un máximo de 250 mg/100 mL. Hubo 158 casos de anemia entre las 500 personas evaluadas. Los niveles más altos se encontraron entre los trabajadores de talleres de reparación de baterías (Porro, 2002).

En Trinidad, la muerte de un niño de dos años en 1991 (con niveles de 162 µg/dL de plomo en la sangre) dio origen a investigaciones y polémicas en torno a la contaminación de plomo. La escoria de una fundidora secundaria de plomo se había depositado en una zona rural al este de Trinidad para uso en rellenos sanitarios y en la construcción de carreteras. Esto generó niveles de plomo hasta de 12% en suelos cerca de viviendas, y niveles de plomo en la sangre de 217 µg/dL en algunos habitantes. La rehabilitación posterior del suelo contaminado por parte del Gobierno en 2000-2001 redujo significativamente los niveles de plomo en sangre de la población originalmente evaluada (6-166 a 0-65 µg/dL). También se han detectados niveles elevados de plomo en cabello y vello púbico (1-1671 µg/g) en personas expuestas al tráfico en carreteras y trabajadores de una fundidora de plomo (Rajkumar, 2002).

La región del bajo Caroní es una zona de extracción de oro en Venezuela en la que un estudio de 1990 determinó que 69% de los mineros y 37% de no mineros estaban contaminados con mercurio. En la concesión Cristina IV se diagnosticó hidrargirismo (contaminación con Hg) en mineros y en la población de los alrededores (Hamilton, 1996).

En un estudio realizado en Bogotá (Colombia) en el año 2000 en una población agrícola que utilizaba agua contaminada con metales pesados para irrigación, se determinó que 98% de la población analizada estaba contaminada con plomo y mercurio, pero ninguna de las concentraciones rebasaban los niveles permitidos (Quiroga y col., 2000).

3.3. EVIDENCIA DE EFECTOS ADVERSOS

3.3.1. Efectos ambientales

En la Región casi no hay estudios sobre los efectos ambientales de las STP. Una excepción es el estudio mencionado en la sección sobre aves acuáticas, sobre plaguicidas organoclorados en huevos y la relación entre concentraciones y adelgazamiento del cascarón (Ver Tabla 3.6).

Un estudio de Jamaica mostró que a mayor humedad en suelos mayor toxicidad de los compuestos organoclorados. La toxicidad de la dieldrina y clordano se incrementó en tres suelos de Jamaica (Chudleigh Clay Loam, Syndenham Clay Loam y Maverley Sandy Loam) conforme tres niveles de humedad: 5%, 10% y 15% (Chin Sue, 2002).

Asimismo, hay evidencias esporádicas de muerte de peces en zonas agrícolas en las que se han aplicado plaguicidas con STP. Ha habido un caso en Jamaica en que la muerte de peces se ha asociado con los periodos de aplicación de endosulfán en cafetales (Chin Sue, 2002), pero no hay estudios que lo confirmen.

3.3.2. Efectos en seres humanos

En la Región hay pocos datos sobre efectos de las STP en seres humanos, y la mayoría de los estudios tratan de los efectos agudos. Son muy escasos los registros de efectos retardados asociados con la exposición a STP.

3.3.2.1. Efectos agudos de las STP

El 8.1% de todos los envenenamientos por plaguicidas registrados entre 1986 y 1987 por el Ministerio de Salud y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (57 casos) fueron causados por compuestos organoclorados (aldrina y endosulfán). Se registraron tres muertes por exposición a aldrina durante el mismo periodo. El 42% de todos los casos se asoció a la exposición en el lugar de trabajo, 35.8% a la exposición accidental y 22.7% a intentos de suicidio (Samayoa y col., 1989). En 1999, el endosulfán provocó 26 casos de envenenamiento (12% de todos los envenenamientos durante la primera mitad de 2001) (Campos, 2002). En 2000, 60% de los envenenamientos agudos fueron provocados por la exposición en el lugar de trabajo, 27% por exposición accidental y 13% por suicidio o intento de suicidio. La letalidad fue de 10%. En todos los años, la mayoría de los casos son provocados principalmente por 5 compuestos: paraquat, metamidofos, metomilo, fosfina y endosulfán (Campos, 2002).

Asimismo, en Guatemala se han reportado accidentes masivos provocados por plaguicidas organoclorados. En 1982, 22 personas se envenenaron con alimentos comprados en un mercado de la ciudad de Guatemala y 5

de ellas murieron. La endrina, en ese tiempo registrada para uso agrícola, se utilizaba para controlar plagas en el mercado, lo que contaminó pollo, pescado y verduras (Laboratorio Unificado de Control de Alimentos y Medicamentos, citado por Campos, 2002).

Durante 1998-2000, el sistema de evaluación de contaminación con plaguicidas en El Salvador registró 150 casos de envenenamiento con plaguicidas organoclorados, la gran mayoría provocada por endosulfán, con 4 muertes registradas. El Ministerio de Salud registró 72 casos en el año 2000, y 31 en 2001, provocados por plaguicidas organoclorados, principalmente endosulfán (60 casos en 2000 y 20 casos en 2001). No se registraron decesos (Morán, 2002).

En Honduras, el Ministerio de Salud registró 6 casos en 1987 de exposición a un plaguicida organoclorado (endosulfán, aldrina, clordano y HCH); no hubo decesos (Aguilar, 1988).

En Costa Rica, los casos de envenenamiento con plaguicidas organoclorados se redujeron desde que el uso de estos compuestos se restringió en 1980. De 1980 a 1986, según los registros de envenenamientos de los hospitales, 13% fueron causados por plaguicidas organoclorados, entre ellos, aldrina, DDT y clordano (69, 13 y 10 casos, respectivamente, y la mayoría por exposición en el lugar de trabajo o exposición accidental). La proporción de plaguicidas con STP como causa de envenenamiento en el registro de hospitalización del Instituto Costarricense de Seguridad Social pasó de 9.9% en 1976 a 2.3% en 1985 (Wesseling y col., 1988). La Organización de Investigaciones Judiciales (dependencia oficial de medicina legal) calificó el endosulfán como una de las sustancias causantes de muertes entre 1980 y 1986. En 1986, el Registro de Accidentes y Enfermedades Laborales notificó que 8% de los envenenamientos registrados estaban relacionados con la exposición a otros plaguicidas que no eran ni paraquat, ni organofosfatos ni carbamatos, entre ellos el endosulfán. En 1984, el CN [redacted] por informes telefónicos) registró 29 casos de envenenamiento (3.7% del total) por compuestos organoclorados (Wesseling y col., 1993). La Tabla 3.22. presenta el resumen de los datos sobre envenenamiento agudo con STP del sistema de vigilancia del Ministerio de Salud de Costa Rica, de 1993 a 1997, y en 2001. No obstante, estos datos presentan una grave distorsión debida a la falta de registro y notificación de casos de envenenamiento (Wesseling, 2002).

Tabla 3.22. Número de envenenamientos con plaguicidas con STP registrados en el Sistema de Vigilancia de Intoxicaciones con Plaguicidas del Ministerio de Salud de Costa Rica, 1993-1997 y 2001.

Plaguicida	1993	1994	1995	1996	1997	2001	Total
Endosulfán	6			4	3	2	15
Comp. org. de mercurio						1	1
Pentaclorofenol				1			1

Fuente: Wesseling, 2002

La proporción de los casos registrados de envenenamiento agudo con plaguicidas organoclorados en las regiones del centro y del occidente de Panamá en 1993 fue de 4% y 6%, respectivamente. Hay una tendencia clara de reducción del número de casos causados por compuestos organoclorados (Díaz-Mérida y Lamoth, 1998).

En un estudio de 3,998 casos de envenenamiento con plaguicidas registrados durante un periodo de 10 años en 121 municipalidades de la provincia de Antioquia, Colombia, se determinó que 3.6% de estos casos fueron provocados por compuestos organoclorados. Resultaron afectados todos los grupos de edades, sin distinción de sexos, tanto en zonas rurales como urbanas. Hubo 568 decesos causados por plaguicidas, 1.4% por compuestos organoclorados (Nieto-Zapata, 1988). En otro estudio realizado en Valle del Cauca, la zona de producción agrícola más grande del país, se identificó al endosulfán como causa de 57 envenenamientos (41 relacionados con el trabajo, 9 voluntarios y 7 accidentales) (Morales y col., 1998). En la región cafetalera se registraron 7 casos de intoxicación aguda con “organoclorados” y 14 casos con endosulfán, entre 1999 y 2000 (Nieto, 2002).

Los datos no publicados sobre decesos asociados con sustancias químicas que se han compilado en la Región Central del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias por encargo del Ministerio de Medio Ambiente determinaron que, entre 1998 y 2001, de un total de 204 decesos por sustancias químicas registrados, 20 fueron provocados por endosulfán, uno por mercurio y otro por toxafeno (Fonseca J.J., Inst. Nacional de Medicina Legal, Colombia, comunicación personal).

En Jamaica, la *Pesticides Control Authority, PCA*, analizó datos de cuatro años (1997-2000) para determinar los tipos de plaguicidas asociados a envenenamientos así como los lugares de mayor incidencia. Los datos representan aproximadamente 80% de los casos a nivel nacional ya que los hospitales no están todavía notificando al sistema central. Los resultados mostraron que los plaguicidas halogenados (posibles compuestos organoclorados) causaron ese periodo sólo dos envenenamientos, ambos en 1998 (Chin Sue, 2002).

Según la Oficina Nacional de Estadísticas sobre Salud del Ministerio de Salud Pública de Cuba, entre 1990 y 1997 (8 años) hubo 1205 decesos provocados por plaguicidas, 11 de ellos causados por compuestos organoclorados (González y Conill, 1999, González y col., 2001).

3.3.2.2. Efectos retardados de exposición a plaguicidas organoclorados

Respecto a los efectos retardados por la exposición a STP, en Guatemala (1976 - 1980), se estudiaron la fisiología del hígado y parámetros hematológicos en dos grupos de mujeres de zonas urbanas, de estratos socioeconómicos bajo y alto, y un grupo rural de clase socioeconómica baja, de entre 18 y 35 años de edad, expuestas a DDT en forma oral, dérmica y respiratoria. El grupo rural de clase socioeconómica baja presentó niveles de DDT no metabolizado inferiores a los de los grupos urbanos (87% de los niveles del grupo de clase baja y 79% de los niveles del grupo de clase alta (Dary, 1980 en ISAT, 2001).

En Bogotá, Colombia, se realizó un estudio de control de caso con 153 casos de incidente de cáncer de mama y 153 controles de edades coincidentes, a fin de analizar la asociación entre riesgo de cáncer de mama y niveles de DDE en suero sanguíneo. Se obtuvieron datos sociodemográficos y de reproducción, dieta y exposición pasada a plaguicidas mediante un cuestionario estructurado. El análisis químicos de las muestras se realizó mediante cromatografía de gas de alta resolución ECD. Las razones de disparidades (OR) fueron estimadas con modelos de regresión logística, ajustados para lactancia del primer hijo, historial familiar de cáncer de mama, índice de masa corporal, paridad y condición menopáusica. La OR para la exposición del suero sanguíneo al DDE sugirió un mayor riesgo de cáncer de mama en la categoría más alta de exposición al DDE (OR = 1.95; CI 1.10-3.52). Un análisis de tendencia de dosis-respuesta ($p=0.09$) no llega a alcanzar el nivel de significación estadística convencional (Olaya-Contreras y col., 1998).

Por ultimo, se evaluaron en Costa Rica los efectos crónicos en el sistema nervioso por exposición prolongada al DDT en el lugar de trabajo, comparando la actividad neuroconductual de jubilados que habían trabajado en el control del paludismo con un grupo de referencia de empleados de vigilancia y conductores jubilados. Los trabajadores expuestos al DDT presentaron resultados más negativos que los controles en pruebas de evaluación de las funciones neuroconductuales. El desempeño se deterioraba en razón proporcional a los años de exposición al DDT. Los resultados no pudieron explicarse por exposición a plaguicidas inhibidores de colinesterasa u otros factores de confusión (van Wendel y col., 2001).

3.4. RESUMEN

Las evidencias regionales de STP en ecosistemas terrestres, aéreos, de aguas marinas y dulces, alimentos y muestras en seres humanos están dispersas temporal y geográficamente, así como en función de la metodología empleadas. La incomparabilidad entre los estudios y la falta de programas de vigilancia y análisis hacen difícil obtener un panorama general.

En el caso de las concentraciones atmosféricas, las muestras de 1995-1996 en Belice, tanto en la zona continental como costera indicaron niveles elevados de DDT y dieldrina y niveles bajos de heptacloro. En 2002-2002, las concentraciones en zonas continentales fueron similares, mientras que las muestras de la región montañosa de Costa Rica tenían concentraciones mucho más bajas de p,p'-DDE y p,p'-DDT.

En Honduras, las muestras marinas costeras de 1995-1997 indicaron contaminación con ciertos plaguicidas organoclorados en 3 estuarios en el Pacífico, pero las concentraciones eran, en su mayoría, bajas (de 0.01 mg/L de heptacloro epóxido a 0.03 mg/L de α -endosulfán). En Colombia, en 1996 se detectaron PCB y DDT; α y β -endosulfán, dieldrina y DDT en Jamaica en 1982-1986 y en 1990-1991. Un programa de muestreo en costas de Santa Lucía detectó en 1986-1991 lindano, dieldrina y DDT.

Desde 1970 y en diversos periodos se han detectado residuos de compuestos organoclorados en sedimentos y biota en zonas costeras de Guatemala cercanas a campos de algodón, en ecosistemas costeros cerca de antiguos arrozales en Colombia, en el Pacífico de Costa Rica, en una zona agrícola costera de Cuba, en el Pacífico de El Salvador, en el Pacífico de Honduras, en Jamaica, en Santa Lucía y en Venezuela. Ocasionalmente se han detectado y determinado niveles de PCB. Se han detectado plaguicidas organoclorados y PCB en muestras de mamíferos en Costa Rica y Santa Lucía, en huevos de cocodrilo en Belice y en huevos de aves acuáticas en Costa Rica. En seis especies de aves acuáticas se determinó una fuerte correlación entre el adelgazamiento de cascarones y residuos de p,p'-DDE. En algunos huevos del *M. americana* se observaron cuarteaduras en los casos de concentraciones más elevadas de DDE.

Los estudios en aguas dulces, aguas freáticas, suelos y vegetación han detectado una gran variedad de residuos de plaguicidas, PCB y mercurio en la Región. Los compuestos más importantes detectados en aguas superficiales y freáticas fueron la atrazina, DDT, endosulfán y toxafeno. DDT, clordano, heptacloro, toxafeno PCB y PAH fueron algunas de las STP más importantes detectadas en suelos. Algunas muestras de suelos de la Zona del Canal de Panamá contenían niveles de DDT y clordano superiores a las Metas de Rehabilitación Preliminar de la USEPA.

En leche materna se registraron niveles elevados de residuos de DDT, sobre todo a principios de los años 1970, pero todavía en 2002 se detectaron cantidades residuales en Guatemala, más de 20 años después de la prohibición del DDT. En muestras de sangre humana se han encontrado residuos de organoclorados en cantidades variadas.

Se han registrado residuos de compuestos organoclorados en diversos productos alimenticios. En Guatemala, en los años 1970 se determinaron altos niveles de plaguicidas organoclorados en la grasa de carne exportada. El DDT en dieta total se redujo prácticamente a cero en el año 2000. OC residues have been reported in a variety of foodstuffs. En América Central, la incidencia de envenenamiento agudo por plaguicidas en seres humanos es alta, pero es escasa la información sobre casos de envenenamiento con plaguicidas organoclorados durante el periodo de mayor uso de estos compuestos. En varios países se registran envenenamientos agudos con endosulfán. En cuanto a efectos crónicos en la salud, los datos regionales sugieren un deterioro del sistema neuroconductual después de una exposición al DDT, así como una asociación entre cáncer de mama y DDE.

3.5. REFERENCIAS

- Aguilar, H. 1988.** *Diagnóstico sobre el uso e impacto de los plaguicidas en América Central: Informe de Honduras.* Programa Regional de Plaguicidas, CSUCA/PPUNA/UNAH. Depto. Publicaciones UNA, Heredia, Costa Rica.
- Alegria HE, Bidleman TF, Shaw TJ. 2000.** *Organochlorine pesticides in ambient air of Belize, Central America.* Environ. Sci. Technol. 34, 1953-1958
- Arraijan, 1997.** *Baseline Environmental Assessment of the Arraijan Tank Farm and Rodman Naval Station Fuel Storage and Distribution Facility*
- Ayarza, C., 1997.** Contaminación de la Bahía de Panamá: Aspectos para el Saneamiento. Cuadernos de la Representación OPS/OMS. Panamá. Vol 3 No.3
- Balluz L, Moll D, Diaz MG, Merida JE, Malilay J. 2001.** Environmental pesticide exposure in Honduras following hurricane Mitch. Boletín de la Organización Mundial de la Salud, 79 (4):288-295.
- Barbados Water Authority, Ministry of Labour. 1997.** *Water quality analysis for the water resources management and water loss study. Report on Task 3.* Barbados Water Authority, Ministry of Labour, Public Works, Community Development and Sports.
- British Geological Survey, Ministry of Health. 1991.** *Groundwater quality studies for pollution risk assessment in Barbados. Results of monitoring in the Belle and Hampton Catchments, 1987 – 1991.* British Geological Survey, Wallingford, UK; Environmental Engineering Division, Ministry of Health, Barbados.
- Brunetto R, Leon A, Burguera JL, Burguera M. 1996.** Levels of DDT residues in human milk of Venezuelan women from various rural populations. Science of the Total Environment 186 (3): 203-207.
- Calderón GR, Meléndez L. 2001.** *Recopilación de las investigaciones de plaguicidas realizadas en El Salvador.* Proyecto PLAGSALUD, OPS/OMS, El Salvador.
- Calero S, Fomsgaard I, Lacayo ML, Martínez V, Rugama R. 1993.** Toxaphene and other organochlorine pesticides in fish and sediment from Lake Xolotlan, Nicaragua. Intern. J. Environ. Anal. Chem. 53:297-305.
- Calero, S., I. Fomsgaard, M.L. Lacayo, V. Martínez and R. Rugama. 1992.** Preliminary study of 15 organochlorine pesticides in Lake Xolotlan, Nicaragua. Chemosphere 24:1413-1419.
- Campos, M. 2002.** *The Use and Impact of Chlorinated Pesticides in Guatemala. Past and Present.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Campos, M. & J. Finkelman. 1998.** *Situación actual del uso y manejo de plaguicidas en Guatemala.* OPS/OMS Guatemala. 107 p.
- Campos, M. 1987.** *Problemas asociados con el uso de plaguicidas en Guatemala.* Presentado en: Seminario sobre los problemas asociados con el uso de plaguicidas en Centroamérica y Panamá. San José, Costa Rica. 16-18 de marzo.
- Cañas F. 2000.** *Manejo de metamidofos, oxamyl y endosulfán en el cultivo de chile verde (Capsicum annun).* Proyecto PLAGSALUD, OPS/OMS (El Salvador).
- CAR. 1996.** Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Programa de aforo y muestreo del Río Bogotá y sus principales afluentes. Validación de constantes para el modelo de simulación de la calidad del agua. Programa CAR – BID, Undécimo Informe, Bogotá, 1996
- Cardenas O, Ortiz J, Varona M, Morales L, Acosta H. 1997.** *Algunas consideraciones sobre plaguicidas y estudios realizados en el Laboratorio de Saud Ambiental.* Temas Selectos INS 80 años. Bogotá: Instituto Nacional de Salud.

- Carvalho FP, Montenegro-Guillen S, Villeneuve JP, Cattini C, Bartocci J, Lacayo M, Cruz A. 1999.** Chlorinated hydrocarbons in coastal lagoons of the Pacific Coast of Nicaragua. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 36: 132-139.
- Castilho JAA, Fenzl N, Guillen SM, Nascimento FS. 2000.** Organochlorine and organophosphorus pesticide residues in the Atoya river basin, Chinandega, Nicaragua. Environ. Poll. 110:523-533.
- Castillo, L.E, de la Cruz, E., Ruepert, C. 1997.** Ecotoxicology and pesticides in tropical aquatic ecosystems of Central America. Environ Toxicol Chem 16:41-51.
- Castillo LE, Ruepert C, Solis E. 2000.** Pesticide residues in the aquatic environment of banana plantation areas in the North Atlantic Zone of Costa Rica. Environ Toxicol Chem 19: 1942-1950.
- Castillo LE, 2002.** Costa Rica Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Castro LA. 1997.** Estudio de la contaminación por pesticidas, en ecosistemas costeros en el área de Cartagena, Ciénaga de la Virgen y zona agrícola adyacente (CIOH-IAEA). Boletín Científico CIOH No. 18, págs 15-22, Diciembre de 1997.
- Chin Sue, H. 2002.** Jamaica Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Corpoica, 1996.** Grado de contaminación de los recursos hídricos e ictiológicos de la Región de La Mojana – Determinación de residuos de plaguicidas. Convenio Corpoica - ICA - Uniandes, ICA, Universidad de los Andes.
- Cruz, AC, Inge S. Fomgaard, J. Lacayo. 1994.** Lead, arsenic, cadmium and copper in Lake Asososca, Nicaragua, The Science of the Total Environment, 14.
- Cruz-Granja AC, Dorea JG, Lacayp ML. 1997.** Organochlorine pesticides in adipose tissue of Nicaraguan mothers. Toxicological and Environmental Chemistry, 60: 139 – 147.
- Cruz-Granja D, Flunky C. 2002.** Nicaragua Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Cubero-Pardo P., C. Ruepert, P. Forestell, J. Rodríguez-Fonseca, M.L. Crespo-Varella, V. Montenegro-Hidalgo, F. Albertazzi and P. de Voogt. 2002.** En prensa. First evidence of organochlorines in blubber samples of cetaceans of Golfo Dulce, Costa Rica (Eastern Tropical Pacific).
- Curundu, 1996.** Preliminary Investigaton of Underground Storage Tanks at Curundu and Tropic Test Site.
- De la Cruz, E. 1994.** Stable pollutants in the bivalve *Anadara tuberculosa*, from the Nicoya Gulf, Costa Rica. Tesis doctoral. Vrije Universiteit Brussel, Bruselas.
- De la Cruz, E. 2002a.** Levels and trends of mercury and methyl-mercury on marine biota from Costa Rica. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- De la Cruz, E. 2002b.** Levels and trends of polychlorinated biphenyls on marine biota from Central America. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Diaz-Merida F, Lamoth L. 1998.** Características ocupacionales y ambientales de los plaguicidas en Panamá. Panamá: Proyecto PLAGSALUD.
- Dierksmeier, G. 2002.** Cuba Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

- Dierksmeier G. 2001.** *Plaguicidas. Residuos, efectos y presencia en el medio.* Editorial Científico Técnica, La Habana, Cuba. 470p.
- Düszeln von J. 1988.** *Analysis of pesticides in Costa Rica with special emphasis on water and fish samples.* GTZ PN 85.2039-7, Technical Report, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Bremen.
- Espinosa J, Diaz J, Pozza M, Grimaldo SC de. 2000.** *Síntesis de Información Ambiental de Areas y Bienes Revertidos.* Autoridad de la Región Interoceánica, Dirección de Planificación, Departamento de Gestión Ambiental. Panamá.
- Espinosa J. 2002.** *Panama Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Espinosa LF, Campos NH, 1998.** *Residuos de plaguicidas organoclorados en Rhizophora mangle y Avicennia germinans en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano.* *Caldasia* 20(1):44-56.
- Espinoza, J. 1997.** *Fate and Effects of Pesticides under Tropical Field Conditions: Implications for and Research Needs in a Developing Country.* Environmental Behaviour of Crop Protection Chemicals. OIEA/ FAO. Vienna, p. 93-107.
- Farrington, J.W. and B.W. Tripp. 1994.** *International mussel watch project, initial implementation phase.* Final Report. International Mussel Watch, Coastal Chemical Contaminant Monitoring Using Bivalves, Woods Hole, Massachusetts.
- Galeano LA, Tabares JW, Bolivar JA. 2001.** *Identificación de factores de riesgo por el uso y manejo de plaguicidas en las cuencas que abastecen los acueductos de las cabeceras municipales.* Antioquia, 1999-2001. Medellín: Dirección Seccional de Salud de Antioquia.
- Gonzalez R, Calderon GR. 2002.** *Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Hamilton D. 1996.** *Overview of small-scale mining and mercury contamination in South-eastern Venezuela, Estado Bolívar.* <http://csf.colorado.edu/mail/elan/96/aug96/0017.html>
- Hidalgo, C. 1986.** *Determinación de residuos de plaguicidas organoclorados en huevos de ocho especies de aves acuáticas, colectados durante 1983-1984 en la Isla Pájaros, Guanacaste, Costa Rica.* Tesis de maestría. Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica. 89 p.
- IDIAP, 1993.** *Simposio sobre Agricultura Sostenible en Azuero.* L. Lamoth. Contaminación de los alimentos de origen agrícola con residuos de plaguicidas en Panamá: Situación de Azuero 1993. Panamá.
- MINSA. 2001.** *Programa de Acción Integral para Eliminar Progresivamente el DDT y Reducir los Efectos a Largo Plazo de la Exposición al Mismo en México y América Centra.* Informe Final. Dirección de Enfermedades Transmitidas por Vectores, Ministerio de Salud (MINSA), Managua, Nicaragua.
- ISAT. 2001.** *Diagnóstico situacional del uso del DDT y el control de la malaria. Informe regional para México y Centroamérica.* Instituto de Salud, Ambiente y Trabajo (ISAT), México, OPS/OMS, FMAM, PNUMA.
- Jaffé R, Leal I, Alvarado J, Gardinali PR, Sericano JL. 1998.** *Baseline study on the levels of organic pollutants and heavy metals in bivalves from the Morrocoy National Park, Venezuela.* *Mar. Pollut. Bull.* 36(11):
- Jones KC, Voogt P. de. 1999.** *Persistent organic pollutants (POPs): state of the science.* *Environ. Pollut.* 100: 209-221.
- Kammerbauer J, Moncada J. 1998.** *Pesticide residue assessment in three selected agricultural production systems in the Choluteca River Basin of Honduras.* *Environ. Pollut.* 103:171-181.

- Keiser RK, Amado JA, Murillo R. 1973.** Pesticide levels in estuarine and marine fish and invertebrates from the Guatemala Pacific coast. *Bull. Mar. Sci.* 23: 905-924.
- Klein, W. 1988.** Contaminación Ambiental por Organoclorados. Centro Nacional de Higiene y Epidemiología, Ministerio de Salud, Nicaragua.
- Knedel W, Chiquin JC, Perez J, Rosales S. 1999.** Determination of pesticides in surface and ground water used for human consumption in Guatemala. In: *Use of nuclear and related techniques in studies of agroecological effects, resulting from the use of persistent pesticides in Central America*, septiembre 1999, Organización Internacional de la Energía Atómica (OIEA) AIEA-TECDOC-1116 AIEA, VIENA, p 41-49
- Knedel W. 1999.** Estudio de los niveles de residuos de plaguicidas en las cuencas de Amatitlán y del Motagua. Informe final. Universidad Del Valle de Guatemala. Guatemala
- Lacayo ML, Cruz-Granja AC, Dorea JG. 2000.** Concentrations of organochlorine pesticides in milk of Nicaraguan mothers. *Archives of Environmental Health* 55(4): 274 – 278.
- LAISA. 1999a.** Detección de plaguicidas en suelos de Cocoli. PAN/ARI/DGA-COC-002-99. Panama, 40p.
- LAISA. 1999b.** Detección de residuos de bifenilos policlorinados (PCB's) en suelos de Corozal. USA/ARI/DGA-COR-006-99. Panamá. 13p.
- Lopez Zepeda, E. 1977.** The ecological impact of cotton cultivation in El Salvador: the example of Jiquilisco. Tesis de maestría. York University, Toronto.
- MACASA. 1999.** Detección de plomo y PCB's en los suelos de Cocolí. PAN/ARI/DGA-COC-003-99. Panamá, 20p.
- Magloire, William L. 2002.** St. Lucia Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- M ansingh A, Robinson DE, Henry C, Lawrence V. 2000.** Pesticide Contamination Of Jamaican Environment. II. Insecticide residues in the rivers and shrimps of Rio Cobre basin, 1982–1996. . *Environ. Monit. Assess.* 63: 459–480
- Meyer D.E. 1999.** Presence of pesticide residues in water, sediment and biological samples taken from aquatic environments in Honduras. In: *IAEA. Use of nuclear and related techniques in studies of agroecological effects, resulting from the use of persistent pesticides in Central America*, septiembre 1999, Organización Internacional de la Energía Atómica (OIEA), AIEA-TECDOC-1116, Viena, Austria. p 23-28.
- Minsalud, 1995. Ministerio de Salud.** Caracterización físicoquímica de aguas y determinación de plaguicidas en aguas y material vegetal en el área de Madrid, Cundinamarca, junio de 1995
- Minsalud, 1996. Ministerio de Salud y Laboratorio Químico de Monitoreo Ambiental.** Determinación de Trihalometanos y Plaguicidas en Agua de Consumo Humano en diferentes Acueductos Colombianos. Minsalud, Subdirección de Ambiente y Salud. LAQMA. Bogotá, Abril de 1996
- Morales S, Ramirez P, García A, Ortiz J. 1998.** Intoxicación por plaguicidas en el departamento del Valle del Cauca. Informe Quincenal Epidemiológico Nacional (Ministerio de Salud – Instituto Nacional de Salud), vol 3(6), Bogotá, 30 de agosto de 1998.
- Morán S. 2002.** Intoxicaciones por plaguicidas año 2000 y 2001. Informe de la Unidad de Epidemiología. Ministerio de Salud Pública, El Salvador.
- Mortensen, S.R., Johnson K.A., Weisskopf C.P., Hooper M.J., Kendall RJ. 1998.** Avian exposure to pesticides in Costa Rica banana plantations. *Bull Environ Contam Toxicol* 60:562-568.
- Nieto-Zapata, O. 1988.** Morbilidad y mortalidad por plaguicidas en Antioquia (1978 – 1986). *Revista AINSA*, vol 7(2):77-92, julio-diciembre.

- Nieto-Zapata, O. 2002.** Colombia, Suriname and Venezuela Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Nivia E. 2000.** *Mujeres y plaguicidas*. Palmira (Colombia): Rapalmira, Ecofondo, PAN.
- Olaya-Contreras P, Rodriguez-Villamil J, Posso-Valencia HJ, Cortez JE. 1998.** *Organochlorine exposure and breast cancer risk in Colombian women*. Cad. Saúde Pública, vol. 14 suppl. 3, Rio de Janeiro.
- PlagSalud-Costa Rica. 2001.** *Manipulación Consumo y Residuos de plaguicidas en hortalizas y frutas*. Proyecto Aspectos Ocupacionales y Ambientales de la Exposición a Plaguicidas en el Istmo Centroamericano. Proyecto PlagSalud Costa Rica, OPS/OMS-DANIDA, San José, Costa Rica.
- PlagSalud-Guatemala. 2001.** *Informe de la Fase II del proyecto Plagsalud*. Proyecto PlagSalud Guatemala, OPS/OMS-DANIDA, Guatemala.
- Porro L. 2002.** *Dominican Republic Country Report on Persistent Toxic Substances*. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- PRODIMA. 1999a.** *Muestreo y Análisis de Plaguicidas en el Area de Corozal*. USA/ARI/DGA-COR-007-99. Panama. 78p.
- PRODIMA. 1999b.** *Muestreo y Análisis de 40 muestras de suelo en el Area de Fuerte Clayton*. PAN/ARI/DGA-CLAY-009-99). Panamá. 200 p.
- Plagsalud-Nicaragua. 2002.** *Incidencias de Intoxicaciones Agudas por Plaguicidas y Estimación del Subregistro en Nicaragua*, Serie Investigaciones 6, Proyecto Plagsalud Nicaragua, OPS/OMS-DANIDA, Managua, Nicaragua.
- Quiroga C, Echeverri D, Pinzon N, Sicacha A. 2000.** *Diagnóstico de los niveles de contaminación por plaguicidas y metales pesados en los cultivos de hortalizas y trabajadores de los mismos*, Localidad 7 Bosa, Santa Fe de Bogotá, D.C., 2000. Bogotá: Fondo Financiero Distrital de Salud.
- Rajkumar W. 2002.** *Trinidad and Tobago Country Report on Persistent Toxic Substances*. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Ramírez G. 1988.** *Residuos de plaguicidas organoclorados en sedimentos de la Ciénaga Grande de Santa Maria (Caribe Colombiano)*. An. Inst. Inv. Mar. Punta de Betín. 18:127-136
- Ramos C, Estevez S, Giraldo E. 2001.** *Methylmercury analysis in environmental samples from La Mojana region in Colombia*. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental (CIIA). Universidad de los Andes.
- RFI. 2002.** *Sound Management of Persistent Organic Pollutants in Mexico, Central America and the Caribbean and Opportunities for Regional collaboration*. Resource Futures International (RFI), Proyecto preliminar presentado al Banco Mundial.
- Robinson D.E. & A. Mansingh. 1999.** *Insecticide contamination of Jamaican environment. IV. Transport of the residues coffee plantations in the Blue Mountains to coastal waters in eastern Jamaica*. Environ. Monit. Assess. 54(2): 125-142.
- Sabillón R. D. 2002.** *Honduras Country Report on Persistent Toxic Substances*. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Samayoa MA, Arreaga, H., Diaz, J.F. 1989.** *Diagnóstico sobre el uso e impacto de los plaguicidas en Guatemala*. Programa Regional de Plaguicidas, CSUCA/PPUNA/UNAH. Depto. Publicaciones UNA, Heredia, Costa Rica.

- Simmonds, M.P., Hanly, K and Dolman S. 1999.** *Cetacean contaminant burdens: regional examples.* SC/51/E 13. International Whaling Commission, Scientific Committee (WCSC), Granada.
- Spongberg, A. L. and P. Davis. 1998.** *Organochlorinated pesticide contaminants in Golfo Dulce, Costa Rica.* Rev. Biol. Trop. 46 (Suppl. 6): 111-124
- Standley, L.J. and B.W.Sweeney. 1995.** *Organochlorine pesticides in stream mayflies and terrestrial vegetation of undisturbed tropical catchments exposed to long-range atmospheric transport.* J. N. Am. Benthol. Soc. 14:38-49.
- Tecnología y Finanzas, S.A. 1999.** *Análisis de PCB's a muestras de tierra y plataformas de concreto en el Fuerte Clayton.* PAN/ARI/DGA-CLAY-008-99, Panamá, p. 100
- Umaña, V., Constenla, M.A. 1984.** *Determinación de plaguicidas organoclorados en leche materna en Costa Rica.* Rev. Biol. Trop. 32(2):233-239.
- US-Army, Departamento del Medio Ambiente de la Fuerza Aérea de EE.UU. 1997.** *Análisis químico de los suelos de la Estación Aérea de Albroom.* USA/ARI/DGA-ALB-013-96, Panamá.
- Vallejo MC, Vargas A.** *Residuos de insecticidas organoclorados en leche humana y de vaca en Colombia.* Noticiero Técnico sobre Seguridad en la Agroindustria CCS No. 2, abril-mayo-junio, 1991, p. 2-7.
- Van Wendel, B., Wesseling C, Kromhout H, Monge P, García M, Mergler D. 2001.** *Chronic nervous-system effect of long-term occupational exposure to DDT.* The Lancet 357:1014 - 1016.
- Wania F, Muir DCG, Bidleman TF, Blais. J. 2002.** *Characterizing the origin and long range transport behaviour of persistent organic pollutants (POPs) in the Canadian Atmospheric Environment using passive samplers.* TSRI project #27. Environment and Health Canada.
- Wesseling C, Castillo L, Elinder CG. 1993.** *Pesticide poisonings in Costa Rica.* Scand. J. Work Environ Health 19:227-35.
- Wesseling C, de la Cruz E, Hidalgo C. 1988.** *Estudio epidemiológico de intoxicaciones con plaguicidas en Costa Rica.* Informe técnico del programa de plaguicidas para OPS/OMS. Heredia: Universidad Nacional.
- Wesseling C. 2002.** *Health effects of POPs and other persistent toxic pesticides in Central America and the Caribbean.* Costa Rica Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Wu T.H., Rainwater T.R., Platt S.G., McMurry S.T., Anderson T.A. 2000.** *Organochlorine contaminants in Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) eggs from Belize.* Chemosphere 40: 671-678.

4. PRINCIPALES TRAYECTORIAS DEL TRANSPORTE DE CONTAMINANTES

4.1. EVALUACIÓN DE LA ENTRADA Y SALIDA DE CONTAMINANTES

La magnitud y ritmo de entrada y salida de STP depende de las dimensiones y las características físicas de cada país de la Región. Todos tienen condiciones climáticas similares. Todos tienen litoral, 12 son islas, y el resto son países continentales, algunos de ellos bañados por los dos océanos. Por eso, las corrientes oceánicas son muy importantes en la entrada y salida de STP.

Algunos contaminantes, por ejemplo materiales radiactivos, subproductos de pruebas nucleares y de la generación de energía nuclear, y compuestos organoclorados como DDT y PCB, pueden llegar a dispersarse por todo el mundo. De este pequeño grupo de sustancias ubicuas, las más frecuentes son el DDT y los PCB, debido a los siguientes factores:

- Resistencia a la degradación
- Producción y liberaciones históricas, que rebasan la cantidad de otras STP
- Dispersión y movimiento a nivel local, regional y global
- Propiedades físicas y químicas
- Forma de liberación (vapor, solución o suspensión, y desechos)
- Interacción con el medio ambiente (distribución en agua /sedimento, aire/agua)
- Bioconcentración (que favorece o retarda el movimiento, según la especie)
- Condiciones climáticas (temperatura ambiente, vientos, corrientes marinas).

La dispersión de las STP es espontánea y alcanzará un punto estable cuando la concentración de sustancias sea igual en todos los elementos medioambientales. Debido a su fuerte dilución, algunos contaminantes no se detectan con el instrumental que generalmente se utiliza. Dado que siempre hay degradación y que sus índices varían según el elemento medioambiental, seguirá habiendo movimiento de STP durante mucho tiempo.

4.1.1. Corrientes oceánicas

Las corrientes oceánicas que se mueven en la región del Caribe son parte de las corrientes oceánicas mundiales. Nacen en el Océano Índico y se desplazan hacia el oeste para unirse a la corriente Antártica. Una parte de la masa de agua fría del Antártico se mueve en dirección norte, hacia el océano Atlántico (Imagen 4.1). El flujo que sigue la confluencia de las corrientes de la Guyana y Ecuatorial del Norte en el Atlántico tropical se divide antes de llegar a las Antillas Menores. Una corriente asciende hacia el norte del Arco Antillano (Corriente de las Antillas), y enfila hacia el noroeste en toda el área.

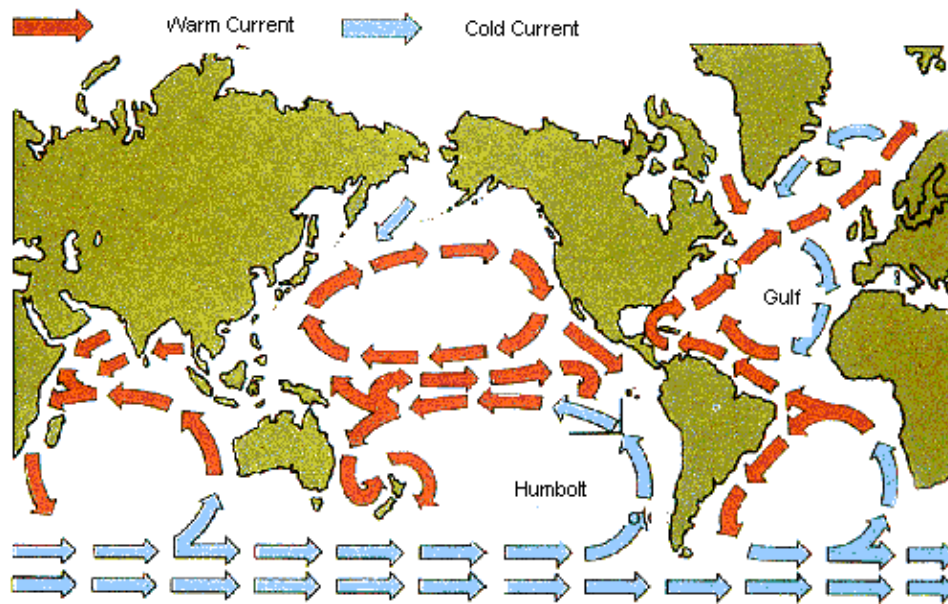


Imagen 4.1. Corrientes oceánicas

La otra parte de la corriente Ecuatorial del Norte entra en el Mar del Caribe y se concentra en el interior de la cuenca. De ahí esta corriente del Caribe se desplaza de forma poco definida y muy variable, dirigiéndose hacia el oeste desde el extremo sur del Gran Caribe, frente a la costa de América del Sur, para finalmente llegar a la costa oriental de América Central. Ahí se bifurca y cambia de dirección. Una parte se mueve hacia el norte; la otra se desplaza hacia el sureste, pasando a lo largo de las costas de Nicaragua, Costa Rica, Panamá y Colombia, completando un movimiento cíclico cada dos meses y recorriendo 3,000 km de línea costera (Imagen 4.2).



Imagen 4.2. Corriente cíclica en el oeste del Caribe

La porción de la corriente que se desplaza hacia el norte se comprime hacia el Golfo de México a través de un canal estrecho y poco profundo (estrecho de Yucatán). Luego se bifurca cerca de la península de Yucatán y se desplaza parcialmente hacia el este frente a la costa noroeste del centro de Cuba, uniéndose a la corriente que viene del oeste desde las Antillas. Se mueve después hacia el norte, pasando cerca de la costa este de los Estados Unidos. Luego, la corriente se dirige hacia el noreste hasta alcanzar la costa oeste de Europa y la costa noroeste de África. Se bifurca nuevamente, y una parte se desplaza hacia el noreste y la otra regresa hacia el sur hasta encontrar la corriente que viene de las Antillas Menores. La otra parte de la corriente se desplaza a lo largo de la costa oriental de México y la costa del sur de EE.UU., avanzando hacia el este hasta el estrecho de Florida, donde se une a la corriente que viene del norte de Cuba (Imagen 4.1).

En su recorrido, las corrientes oceánicas pueden traer, dispersos o disueltos, diversos contaminantes, nutrientes y microorganismos a los países de la Región. Los países caribeños conocen bien la influencia de estas corrientes. Trinidad y Tobago y Barbados reciben en particular los contaminantes traídos por las corrientes influenciadas por las descargas de los ríos Amazonas y Orinoco. Jamaica registra la influencia de las aguas que vienen del río Magdalena, que es particularmente fuerte de agosto a octubre, cuando la temporada de lluvias alcanza su nivel máximo y el nivel de salinidad del agua de las costas es más bajo.

Además, durante su desplazamiento, esta corriente oceánica incorpora contaminantes que llegan en parte a la Región por el movimiento cíclico en el océano del Atlántico norte. El lavado constante de la costa de los Estados Unidos puede explicar la reducida concentración de STP en sedimentos y biota en su región costera. No había datos sobre la calidad y concentraciones de contaminantes traídos por las corrientes oceánicas a la Región. Es bien sabido que actualmente se produce y usa intensamente DDT en algunos países del Lejano Oriente para la protección de cultivos. Debido a la red de la corriente oceánica global, pueden encontrarse en la biota y sedimentos costeros de la Región STP que fueron prohibidas hace años. Estas mismas corrientes oceánicas transportan STP y otros contaminantes emitidos en la Región y las desplazan a otros lugares. El movimiento de STP en la costa y su transporte ulterior gracias a las corrientes oceánicas se efectúa de forma relativamente fácil en muchos países de la Región. Algunos de ellos son pequeñas islas montañosas, con numerosas cuencas hidrológicas y ríos. Los contaminantes no tardan en llegar directamente, por escurrimiento, o a través de ríos o canales a la costa. Este transporte se facilita por las fuertes lluvias entre mayo y octubre. El promedio anual de precipitación pluvial es alto (más de 1,800 mm) en la mayoría de los países de la Región.

Sin embargo, la lluvia tiene una distribución temporal y geográfica desigual. Más del 75% de las precipitaciones tienen lugar durante la estación de lluvias. Los aproximadamente 200 aguaceros, que duran de quince minutos a dos horas, son fuertes, y exceden la capacidad de infiltración de suelos, lo que causa grandes escurrimientos de varios contaminantes adsorbidos en materia erosionada. Así sucede con la mayoría de los plaguicidas con STP que se suelen usar en la Región, como atrazina, endosulfán y lindano. Sin embargo, los residuos de DDT provenientes de diversas aplicaciones anteriores a su prohibición, a finales de los años 1980 en la mayoría de las islas del Caribe, también pueden transportarse y llegar a sedimentos de ríos de algunos países de la Región. Además, el lixiviado de rellenos sanitarios y vertederos puede transportarse como consecuencia de una indebida gestión de los desechos sólidos.

Los derrames de petróleo son frecuentes. Algunos países son grandes productores de crudo y el tráfico denso de buques cisterna en la Región contribuye significativamente a la contaminación por hidrocarburos. La extracción petrolera en alta mar es otro factor de contaminación. Las corrientes oceánicas transportan fuera del Caribe parte de todos estos contaminantes.

La situación es similar en los países de América Central y América del Sur de la Región X. En general, los países son más grandes, los ríos son más largos y transportan mucha agua que trae contaminantes a la costa, sobre todo adsorbidos en materia particulada. Se trata de un área de intensa actividad agrícola. Veintitrés por ciento del territorio de Panamá, 45% del de Costa Rica, 90% de Nicaragua y 70% de Colombia drenan hacia el sureste del Mar Caribe. La extensión de suelo cultivado en estos cuatro países asciende a 3,000 000 ha. de cultivos diversos. Los plaguicidas comúnmente utilizados en la Región, como atrazina, endosulfán y lindano, así como otros residuos de STP de aplicaciones anteriores a la prohibición de estos compuestos, pueden ser transportados hacia el mar de la Región por los ríos y escurrimientos directos.

Se observan efectos de acumulación y cíclicos y, por último, cuando la corriente cíclica (Ver Imagen 4.2) entra en contacto con la corriente principal del Noreste, los contaminantes pueden entrar en la corriente principal y afectar otros países de la región. También pueden desplazarse fuera de la Región con la corriente que llega a la península de Yucatán (Ver Imagen 4.1). Honduras, Belice y Guatemala reciben la influencia de la corriente marina proveniente del este del Caribe, que puede arrastrar contaminantes emitidos por países vecinos o por países de otras regiones.

Colombia, Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador y Guatemala reciben la influencia de las corrientes del Pacífico (Imagen 3). Un movimiento ascendente de las aguas costeras, inducido por los vientos (ascenso de aguas profundas) predomina en esta parte de la Región, lo que favorece la dilución de contaminantes y su transporte a otros lugares. Al igual que en la costa del Caribe, las corrientes del Pacífico cerca de las costas de estos países son importantes formas de transporte de contaminantes liberados por descargas de ríos y emisiones por escurrimientos.

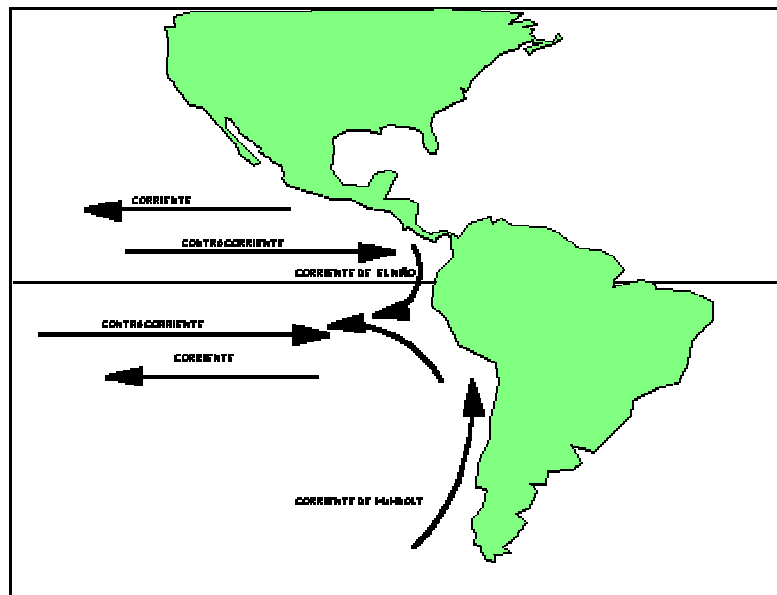


Imagen 4.3. Corrientes en el océano Pacífico

Esta dinámica de entrada y salida de contaminantes de la Región con las corrientes marinas y oceánicas es sólo válida en condiciones climáticas normales. Como es sabido, cada año los países de la Región están expuestos a condiciones climáticas anormales, con la posibilidad de producción de huracanes. Cuando esto sucede, los países afectados reciben lluvias fuertes y continuas durante varios días, que rebasan el promedio anual de precipitaciones y provocan peligrosas inundaciones y mucha erosión. Unidas a los vientos de gran velocidad, las corrientes marinas y oceánicas perturbadas arrastran cantidades de sustancias, entre ellas contaminantes y desechos sólidos. Como consecuencia, los países pierden suelos valiosos y al mismo tiempo descargan grandes cantidades de contaminantes en aguas internacionales.

Del lado del Pacífico, dos fenómenos climáticos (“El Niño” y “La Niña”) perturban el patrón climático ordinario, lo que aumenta o reduce el índice de precipitación pluvial y causa inundaciones o largos periodos de sequía en la Región. Las consecuencias de las inundaciones son similares a los efectos de los huracanes, mientras que las sequías prolongadas reducen la liberación de contaminantes, al menos en aguas. Por otro lado, la volatilización y los vientos pueden intensificar estas liberaciones.

4.1.2. Circulación atmosférica

La intensidad de la radiación solar en el Ecuador es alta. La masa de aire cerca del Ecuador se calienta, mientras que la de los polos permanece fría. El aire caliente tiene baja densidad y asciende, generando un vacío o zona de baja presión que permite que la masa de aire frío de los polos se mueva hacia el Ecuador. En

el Hemisferio Norte, el movimiento del viento sufre una desviación hacia el oeste causada por la fuerza de Coriolis que origina la rotación de la tierra sobre su propio eje. A mayor desviación mayor velocidad del viento.

Al mismo tiempo, durante su ascensión, la mitad de la masa de aire caliente ecuatorial se desplaza hacia el Polo Norte, y la otra mitad hacia el Polo Sur. Durante este movimiento la masa de aire entra en contacto con el aire polar que se dirige hacia el Ecuador, se vuelve a enfriar y aumenta su densidad. A 30° de latitud norte (o sur), la masa de aire en descenso se comprime y finalmente llega a la superficie de la tierra, donde se divide desplazándose hacia el norte, al Polo, o hacia el sur, al Ecuador (vientos alisios). Como resultado de los continuos cambios de temperatura de la masa de aire total se establece una circulación atmosférica. En el hemisferio norte, los vientos completan un ciclo cada 120-150 días, según la estación, en condiciones climáticas normales.

La Región X, localizada en el hemisferio norte, recibe la influencia de los vientos alisios del noreste, que cada año traen enormes masas de aire frío a la región ecuatorial. En condiciones climáticas normales, los alisios son constantes y suaves, con velocidades que van de 3 m/segundo a 8 m/segundo. Sin embargo, estos vientos constantes pueden ser perturbados durante la temporada de huracanes (junio a noviembre), y cambiar de dirección e intensidad. Además, durante la temporada de lluvias, que comienza en mayo, los alisios cambian su patrón habitual. En el Caribe occidental, el patrón climático está influenciado por el desplazamiento norte-sur de la zona de convergencia intertropical. A principios de cada año, cuando esta zona avanza hacia su posición extrema sur, los alisios del noreste soplan con mayor intensidad en toda la costa occidental. Al parecer esto se debe al desplazamiento de las masas de aire polares hacia la región del Caribe. Junto con esta masa de aire llegan al Caribe y a América Central los vapores de STP y las STP absorbidas en partículas de polvo. Con la precipitación, sobre todo de partículas de polvo, las STP se esparcen en forma uniforme en el medio ambiente local. Sin embargo, hasta ahora no se ha realizado una evaluación cuantitativa de la contribución de este mecanismo de transporte eólico a la contaminación.

Asociado con el aire, el transporte de contaminantes se realiza a través de las lluvias. Este fenómeno limpia la atmósfera y acarrea contaminantes atmosféricos que pueden llegar a los suelos, aguas y campos.

Con los alisios del norte del Atlántico se efectúa el transporte a larga distancia de polvo de África del Norte (del Sahara). Los alisios transportan el polvo a la Región X, y algunos países del Caribe lo registran como precipitación de lluvia con polvo. Pueden venir STP absorbidas en el polvo, lo que explicaría la presencia de residuos de plaguicidas prohibidos en los países del Caribe.

Además de ser una fuente constante de entrada de STP en los países de la Región, los alisios son un medio de salida de algunas liberaciones gaseosas. Una fuente importante de PAH en la Región es la combustión de combustibles fósiles para generación de energía. La combustión de gasolina con plomo es una fuente de compuestos orgánicos de plomo. La baja temperatura a la que se combustionan al aire libre plásticos, desechos sólidos municipales y materiales vegetales favorece la emisión de dioxinas, furanos y PAH. Todas estas fuentes emiten contaminantes directamente a la atmósfera y las emisiones son movilizadas por los alisios. Es un mecanismo evidente de transporte de salida de STP. Muchas STP presentes en suelos, plantas y aguas pueden, por la precipitación o deposición de polvo emitido localmente o por el uso de plaguicidas en la agricultura, transformarse lentamente en gases, según sus propiedades físicas y químicas, y su interacción con el ecosistema y las condiciones climáticas.

Las STP suelen tener baja solubilidad en agua (Tabla 4.1.) y baja polaridad. Por estas razones, las STP absorbidas en materia pueden ser desorbidas por agua. En condiciones normales, los suelos de varios países continentales de la región permanecen húmedos durante más de seis meses al año (estación de lluvias). Luego, lentamente desorbidas, las STP pueden ser arrastradas por los vientos.

Tabla 4.1. Solubilidad y presión de vapor de ciertas sustancias tóxicas persistentes

STP	Solubilidad en agua, en mg/L	Solubilidad*	Presión de vapor en pascales a 20° C	Volatilidad *
Aldrina	0.027 / 25-29° C	13	0.05	1

Atrazina	70 / 20° C	2	0.00004	10
Clordano	0.056 / 25° C	11	0.0011	6
DDT	0.0055 / 25° C	14	0.00002	11
Diieldrina	0.195 / 25° C	10	0.0005	9
Endosulfán	0.51 / 20° C	7	0.0011	6
Endrina	0.26 / 25° C	9	0.00002	11
HCH	10 / 20° C	4	0.003	3
Heptacloro	0.03 / 25° C	12	0.03	2
Mirex	0.00007 / 22° C	15	0.0001	8
Pentaclorofenol	18 / 27° C	3	0.002	4
Acetato de fenil mercurio	4370 / 20° C	1	0.0008	7
Toxafeno	3 / 25° C	6	0.0005	9

* El número más bajo corresponde a la solubilidad y volatilidad más alta.

La fumigación aérea con plaguicidas constituye otra forma de liberación de STP. El desplazamiento se efectúa a grandes distancias, y parte de los plaguicidas rociados pueden ser transportados por los vientos fuera del país. Algunos contaminantes permanecen en el aire durante meses, hasta que se degradan, principalmente mediante fotólisis. Sin embargo, algunas STP como el DDT y los PCB pueden encontrarse en sedimentos y biota (flora y fauna silvestre y grasa de seres humanos) en lugares lejanos, donde nunca se utilizaron, como resultado del transporte atmosférico.

No hay datos cuantitativos que permitan hacer una evaluación cuantitativa de estos movimientos transfronterizos de las STP.

4.1.3. Circulación en ríos y aguas freáticas

Ya señalamos anteriormente que una parte considerable de los contaminantes de los países de la Región X llegan a las costas por las corrientes de ríos, y que el río Amazonas es el único que puede incidir en la entrada y salida de contaminantes en la región. Los otros ríos con caudales lo suficientemente grandes para incidir a nivel regional son el Magdalena y el Orinoco, localizados en dos países de la Región X. Por eso, su influencia se discute en la evaluación del transporte dentro de la Región. La Tabla 4.2 muestra el área de drenaje y el caudal promedio de algunos de los ríos de la Región.

Tabla 4.2. Área de drenaje y caudal promedio de algunos ríos de América Central y el Caribe

Río / País	Área de drenaje (Km ²)	Caudal promedio (m ³ /sec)
Usumacinta* (Guatemala-México)	35 900	-
Lempa / Guatemala-El Salv.-Hond.	18 235	-
Matagua / Guatemala-Honduras	16 600	252
Ullua / Honduras	22 500	526
Patuca / Honduras	25 600	825
Coco / Honduras-Nicaragua	26 700	950
Choluteca / Honduras-Nicaragua	8 135	-
Grande de Matagalpa / Nicaragua	19 700	762

San Juan / Nicaragua-Costa Rica	38 900	1 620
Changuinola / Costa Rica-Panamá	3 390	204
Sixaola / Costa Rica-Panamá	2 840	-
Magdalena / Colombia	235 000	7 500
Atrato / Colombia	35 000	4 900
Sinu / Colombia	4 200	700
Orinoco / Venezuela	950 000	30 000

Fuente: CEP, 1992; López, 2002.

* Sólo se ha considerado el área de drenaje del lado de Guatemala.

No hay datos sobre la influencia del caudal de aguas freáticas en la entrada y salida de STP en la Región.

4.1.4. Biotransporte

El biotransporte se realiza como transporte de STP en tejidos de animales o de plantas. Elementos de la biota entran y salen de la Región cargando cantidades mensurables de contaminantes. Se mueven por sí mismos o usando las corrientes oceánicas. Algunas de las especies importantes son los mamíferos marinos, peces, aves migratorias y plancton.

Los cetáceos son importantes mamíferos que entran y salen de la Región. La grasa de estos animales está contaminada con grandes cantidades de DDE, PCB y otras STP. Estos animales son, pues, emisores o receptores de STP. Cuando los cetáceos se desplazan libremente, comen otras especies que contienen STP, y se convierten así en receptores de STP, sustancias que pueden salir de la Región junto con los cetáceos. No hay datos cuantitativos sobre la importancia de esta forma de movimiento de contaminantes.

En el invierno, las aves migratorias se desplazan de Estados Unidos y Canadá a la Región X. Durante el verano, otras aves llegan de América del Sur. Todas traen STP que se quedarán en la Región si estos animales mueren o son cazados. En su paso por la Región, las aves ingieren STP al alimentarse y tomar agua, que luego llevarán de regreso a sus países de origen.

Por último, el plancton llega a la costa de la Región traído por las corrientes oceánicas y marinas. Estos microorganismos tienen un factor de concentración alto y, por eso, pueden transportar cantidades considerables de contaminantes. Al morir o ser consumido por especies locales, el plancton contribuirá a la contaminación local (entrada); cuando se alimenta, se reproduce y crece dentro de la Región, contribuirá a la salida de contaminantes.

4.1.5. Evaluación cualitativa del transporte en la Región

La zona costera del Mar Caribe es una región crítica. La mayoría de las actividades económicas y la biodiversidad están directamente relacionadas con la costa. El desarrollo urbano es rápido y ciertas industrias, como la manufacturera y agroquímica, refinamiento de petróleo, minería, pesca, y otras actividades marítimas (tráfico de barcos, puertos, carga y descarga, astilleros y terminales) van en aumento. Estas actividades están integradas a ecosistemas costeros complejos y frágiles, como los arrecifes de coral, islotes, marismas, manglares, playas, dunas de arena, lechos de algas, praderas marinas, humedales, estuarios y bahías. Los contaminantes entran en estos complejos elementos ambientales y en las corrientes marinas mediante descargas de aguas freáticas y ríos o escurrimientos de la superficie. Una vez que se encuentran en las aguas costeras, los contaminantes se desplazan con las corrientes marinas.

4.1.5.1. Corrientes marinas

Como se ilustra en la Imagen 4.4, las corrientes marinas en la Región se dirigen al oeste. Por lo tanto, las corrientes locales desplazan contaminantes emitidos por países del este del Caribe hacia el oeste; de ahí que los contaminantes tengan impacto sólo en países localizados al oeste de las fuentes de contaminación, como son los derrames de petróleo o la industria del crudo de Trinidad y Tobago, Barbados y en especial

Venezuela, que a su vez tiene impacto en otros países del Caribe, incluso los continentales. Lo mismo sucede con los compuestos orgánicos de plomo utilizados en pinturas para botes y que se venden en los comercios de las islas del este del Caribe.

En el sudoeste del Caribe, la corriente que va hacia el oeste llega a la costa oriental de América Central y emprende un movimiento circular, de derecha a izquierda, que toca Nicaragua, Costa Rica, Panamá y Colombia. Una parte de estas corrientes circulares puede abandonar el movimiento y unirse a la corriente marina que se dirige hacia el noreste y que afecta a Honduras, Guatemala y Belice, así como Jamaica y Cuba.

Otro movimiento circular toca la República Dominicana, Haití, Cuba y Jamaica, aunque en menor grado. La corriente marina que se desplaza entre Haití y Cuba y Puerto Rico, y la República Dominicana, llega al oeste de Cuba; ahí, una parte de la corriente da vuelta y regresa hacia el este, al sur de Cuba, con un movimiento parcialmente circular (Imagen 4). Estas corrientes transportan los contaminantes emitidos en los países antes mencionados. El transporte cíclico se efectúa de agosto a diciembre.

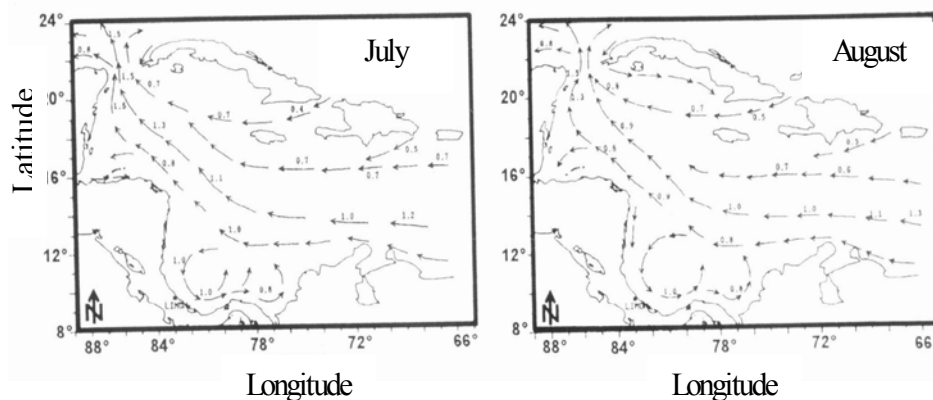


Imagen 4.4. Corrientes marinas en el Mar del Caribe

4.1.5.2. Movimiento eólico

Los vientos se desplazan en la Región siguiendo el patrón descrito para la circulación atmosférica. Algunos aspectos merecen atención. Primero, los alisios soplan constantemente durante el día a una velocidad prácticamente invariable (3-8m/s), pero la velocidad se reduce con el ocaso y los vientos se detienen por completo durante 2 ó 3 horas, a lo cual sigue una brisa que sopla del área continental hacia el mar hasta el amanecer.

Durante el día y en condiciones climáticas normales, los alisios pueden cambiar de dirección al llegar a una isla o territorio continental. El viento se ve forzado a rodear barreras montañosas, que en algunos países alcanzan grandes elevaciones y se extienden en gran parte de sus territorios (Jamaica, Haití, República Dominicana, Costa Rica, Honduras, Guatemala, Colombia). En los países llanos, como Cuba, Panamá y Barbados, los vientos se desplazan libremente. Las tormentas tropicales locales pueden cambiar, aunque sólo de manera temporal, la velocidad y dirección de los vientos predominantes. En cambio, los huracanes pueden cambiar el patrón normal de los vientos durante días o semanas.

Ciertas variaciones estacionales merecen atención, en particular las enormes masas de aire frío del Ártico que se desplazan hacia el sureste de América del Norte y Canadá y que ocasionalmente tocan las islas del Caribe durante los meses de invierno.

4.1.5.3. Ríos y aguas freáticas

La corriente de los ríos es un importante medio de transporte de STP en la Región. Casi todos los países tienen numerosas cuencas hidrológicas con muchos ríos que descargan sus aguas en la zona costera (Tabla 4.2). En su paso por el país, los ríos reciben escurrimientos directos de contaminantes y descargas de desechos industriales, domésticos y agrícolas que quizás no hayan recibido ningún tratamiento. El movimiento de las STP por las corrientes de ríos es rápido ya que éstos son cortos, sobre todo en las naciones insulares, pero también en los países continentales, dada la fuerza de las corrientes.

En ocasiones, los ríos tienen una influencia directa en los países vecinos, pues muchos de ellos se mueven en un país hasta alcanzar la costa. Sin embargo algunos países de América Central comparten ríos (Tabla 4.2), y algunos de ellos constituyen la frontera entre dos países. Esto refuerza la necesidad de colaboración entre países para estudiar y controlar las fuentes de STP.

Se desconoce la importancia de las aguas freáticas en relación con el movimiento de STP en los países de la Región X. Ningún país registra o evalúa, ni siquiera de forma cualitativa, el movimiento por corrientes subterráneas. Algunos países del Caribe y de América Central reportan la presencia de concentraciones bajas de plaguicidas con STP como atrazina, endosulfán y DDT en aguas subterráneas, lo que indica movimiento vertical de estos compuestos (lixiviado, sobre todo en suelos agrícolas arenosos) o movimiento en el país. No hay datos sobre la contribución del movimiento de aguas subterráneas a la salida de STP de cualquier país de la Región.

4.1.5.4. Biotransporte

El biotransporte dentro del país es un tanto diferente del transporte regional. Debido a las distancias relativamente cortas entre las islas del Caribe, algunas aves y otros animales pueden desplazarse de un país a otro en busca de alimento. Trinidad y Tobago señala la presencia de mercurio en su medio ambiente debido al patrón de alimentación migratoria del ibis escarlata. Estas aves vuelan diariamente al territorio continental (Venezuela) en busca de alimento. El mercurio está presente en la zona costera de Venezuela debido a las actividades mineras. Cantidades mensurables de mercurio entran en Trinidad y Tobago con estas aves.

Lo mismo sucede con las gaviotas que salen a alimentarse de peces, y regresan portando consigo contaminantes. De forma análoga, una parte del biotransporte de contaminantes se debe a los peces, y las actividades de pesca contribuyen a ello. El biotransporte también se efectúa en los países continentales pues los animales pueden cruzar fronteras y llevar contaminantes a todas partes.

4.2. DATOS FALTANTES

Para la mayor parte de STP, los datos regionales sobre transporte son escasos o incompletos. No hay datos sobre flujos.

4.2.1. Concentraciones

Además de los datos sobre flujos, las concentraciones de contaminantes son importantes para la evaluación cuantitativa del movimiento de STP hacia el medio ambiente y dentro de éste. La mayoría de los países han notificado datos sobre concentraciones de casi todos los plaguicidas tóxicos persistentes, en particular DDT en varias matrices y en distintos ecosistemas. La mayoría de estos datos pertenecen al periodo en que los plaguicidas se utilizaban. Hay pocos datos recientes sobre estos compuestos. En el caso de los PCB, dioxinas, furanos, PAH, nonilfenoles, octilfenoles, organometales, entre otros, la situación es peor. Sólo unos cuantos países dieron datos sobre concentraciones de PCB en sedimentos. No se dieron datos de concentraciones de los demás contaminantes.

La generación de desechos sólidos en la Región oscila entre 0.7-1.0 kg/persona por día y, como se sabe, la combustión de bajas temperaturas de estos desechos es una fuente de dioxinas, furanos y PAH. Puede que la carencia de datos se deba a que la vigilancia de estos contaminantes no es prioritaria en muchos países, o a la falta de infraestructura y personal capacitado.

4.2.2. Flujos

Se necesitan datos sobre flujos para efectuar una evaluación cuantitativa de emisión y transporte de contaminantes. Ningún país presentó datos sobre flujos de ninguna de las veintisiete STP consideradas para esta evaluación regional. No obstante, en el caso de contaminantes industriales, podría considerarse la evaluación indirecta basada en los datos de producción. También podría realizarse una evaluación indirecta de la emisión de PAH provenientes de incendios, tráfico denso y fuentes industriales. En algunas ciudades se monitorean algunos indicadores importantes de la contaminación, y éstos podrían utilizarse en la medición local de la carga de PAH debida los escapes de motor de gasóleo, para luego traducirse en estimaciones de flujo con modelos que utilizan datos adicionales sobre los factores de dispersión.

Los datos sobre aplicación de plaguicidas no miden directamente los flujos. Las concentraciones no objetivo generadas por la dispersión durante la aplicación de plaguicidas o por movimientos posteriores causado por escurrimientos, volatilización o biotransporte, son menores que las concentraciones objetivo. Además, fue imposible establecer una relación bien definida entre factores determinantes del flujo, como las concentraciones iniciales, tiempo transcurrido desde la aplicación, distancias de los ecosistemas donde se tomaron las muestras, y condiciones climáticas (lluvias, viento). La estimación de flujos exige una infraestructura adecuada y personal capacitado, elementos de los que no siempre se dispone en los países de la Región.

4.2.3. RESUMEN

Son cuatro las trayectorias fundamentales del movimiento transfronterizo de STP hacia la Región y fuera de ella: corrientes oceánicas, circulación atmosférica, corrientes de ríos y biotransporte. La magnitud e índice de entrada y salida de las STP depende también de las dimensiones y de las características físicas de cada país de la Región. Otros factores son la producción y emisión, dispersión y movimiento a nivel local, regional y global, propiedades físicas y químicas de los compuestos, formas de emisión, interacciones con el medio ambiente, bioconcentración y condiciones climáticas. La Región carece de datos sobre concentraciones ambientales de algunos contaminantes. En particular, no existen datos sobre flujos.

La zona costera del Mar Caribe es una región crítica para el transporte de contaminantes. Trinidad y Tobago y Barbados reciben contaminantes arrastrados por las corrientes oceánicas influenciadas por las descargas de los ríos Amazonas y Orinoco. Jamaica señala la influencia de aguas que vienen del río Magdalena en Colombia. Los derrames de petróleo son frecuentes. El tráfico denso de buques y la explotación de petróleo en alta mar contribuyen a la contaminación por hidrocarburos. En cuanto a la intensa actividad agrícola, 23% del territorio de Panamá, 45% de Costa Rica, 90% de Nicaragua y 70% de Colombia drenan hacia el sureste del Mar Caribe. Los ríos pueden transportar STP al mar regional, y se han efectuado mediciones de algunos plaguicidas en aguas fluviales.

Cada año, la Región está expuesta a condiciones climáticas anormales, y a la posibilidad de huracanes. Los países pueden recibir lluvias particularmente fuertes durante varios días consecutivos, lo que genera peligrosas inundaciones y erosión, acompañadas de vientos de gran velocidad. Las corrientes oceánicas y marinas perturbadas movilizan contaminantes y desechos sólidos. Pueden llegar STP de otros lugares a la Región junto con la masa de aire de los alisios del nordeste, tal como lo sugieren los datos de Barbados, Trinidad y Tobago y Jamaica. También se efectúa el transporte de contaminantes con las lluvias. La combustión de gasolina y desechos con plomo, así como la aplicación aérea de plaguicidas emiten contaminantes directamente en la atmósfera.

No hay datos regionales sobre la influencia de aguas freáticas en la transferencia de STP. Los cetáceos, aves migratorias, peces y plancton son emisores y receptores de STP. A manera de ejemplo, por su patrón de alimentación, el ibis escarlata transporta mercurio a Trinidad y Tobago en su migración desde la zona continental de Venezuela.

Sería conveniente para la Región contar con sistemas estratégicos de monitoreo de contaminantes ambientales para STP, así como estimaciones cuantitativas sobre movimiento transfronterizo, lo que requiere el establecimiento de una infraestructura adecuada y personal capacitado.

4.3. REFERENCIAS

- Abbott D.C, R.B. Harrison, J. O.G. Tatton and J. Thompson. 1965.** *Organochlorine Pesticides in the Atmospheric Environment.* Nature 208: 1317.
- ANAM. 1999.** *Ciencias Hidrográficas, Suelos y Aguas de Panamá. Análisis de la Situación Actual.* Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), Estrategia Nacional del Ambiente (ENA). Vol 7/7 Panamá 58p.
- Autoridad Marítima de Panamá. 2000.** *Reducción del Vertimiento de plaguicidas por escorrentía desde fuentes terrestres no puntuales al Mar Caribe Panamá.* Informe del país. Proyecto FMAM 110-99-04-2001. Departamento de Control de la Contaminación, Dirección General de Marina Mercante, Autoridad Marítima de Panamá, Republica de Panamá, Panamá.
- Andrade-Amaya, C.A. 2000.** *The Circulation and Variability of the Colombian Basin in the Caribbean Sea.* Tesis doctoral. University of Wales.
- Antonmaria P.M. Corn and L.de Maio 1965.** *Airborne Particulates in Pittsburgh: Association With pp'DDT.* Science 150, 1476.
- Bossan D., H.Worthano and P. Masclat. 1995.** *Atmospheric Transport of Pesticides adsorbed on Aerosols.1.* Photodegradation in Simulated Atmosphere. Chemosphere 30(1): 21-29.
- Castillo L.E, C.Ruepert y E. Solis. 2000.** *Pesticide Residues in the Aquatic Environment of Banana Plantation Areas in the North Atlantic Zone of Costa Rica.* *Envir. Tox. Chem.* 19(8): 1942-1950.
- Castillo LE, 2002.** *Costa Rica Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Castro A. 1997.** *Estudio por Contaminación por Plaguicidas en Ecosistemas Costeras en el Área de Cartagena, Ciénaga de la Virgen, Colombia.* Informe final. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas CIOH.
- Cifuentes D. 2002.** *Guatemala Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Chin Sue, H. 2002.** *Jamaica Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Cohen J.M. and C. Pinkerton. 1966.** *Widespread Translocation of Pesticides by Air Transport and Rain-Out.* *Advance. Chem. Series* 60:163.
- Connell D.W. 1988** “*Bioaccumulation Behaviour of Persistent Organic Chemicals with Aquatic Organisms*” *Review Environ. Contam. Toxicol* Vol 102; 117-154. New York: Springer Verlag.
- Crosby D.G. and K.W Moilanen. 1973.** *Photodecomposition of Chlorinated Biphenyls and Dibenzofurans.* *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 6, 372.
- Cruz-Granja D, Flunky C. 2002.** *Nicaragua Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- De la Cruz, E. 2002b.** *Levels and trends of polychlorinated biphenyls on marine biota from Central America.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Dierksmeier, G. 2002.** *Cuba Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

- Espinosa J. 2002.** *Panama Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Garay J. et al. 1993.** “*Evaluación del Impacto sobre Ecosistemas Costeros Marinos Generados por el Uso de Plaguicidas en Zonas Agrícolas Adyacentes a la Ciénaga de la Virgen*”. Cartagena. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas CIOH.
- Glotfelty D.E, A.W. Taylor, B.C. Turner and W.H. Zoller. 1984.** *Volatilization of Surface-Applied Pesticides from Fallow Soil*, J. Agr. Food Chem 32: 638-643.
- Gonzalez R, Calderon GR. 2002.** *Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Griffin, R. A. and S.F.J Chou. 1981.** *Movement of PCBs and Other Persistent Compounds Through Soil*, Water Sci. Technol 13; 1153-1163.
- Ique K, W.J. Farmer, W.F.Spencer and J.P. Martin. 1972.** *Volatility of Organochlorine Insecticides from Soil: II. Effect of Relative Humidity and Soil Water Content on Dieldrin Volatility.* Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36:447.
- Iwata H, S. Tanabe, N.Sakal y R. Tatsokawa. 1993.** *Distribution of Persistent Organochlorine in the Air and Surface Seawater and the Role of Ocean on their Global Transport and Fate.* Environ. Sci. Tech. 27:1080-1098.
- Lopez, A. 2002.** *Conflicto y Cooperación ambiental en cuencas internacionales centroamericanas: repensando la soberanía nacional.* Fundación del Servicio Exterior para la Paz y la Democracia (FUNPADEM), San José, Costa Rica.
- Mac Kay D. And A.W. Wolkoff . 1973.** *Rate of Evaporation of Low Solubility Contaminants from Water Bodies to the Atmosphere.* Environ. Sci. Technol. 7, 611-614.
- Magloire, W.L. 2002.** *St. Lucia Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- MARS I OCEANS.** *Corrientes Marinas.* Internet/ MARS I OCEANS.htm
- Nieto-Zapata, O. 2002.** *Colombia, Suriname and Venezuela Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Peach M.E., J.P. Shaffner and D.A. Stiles. 1973.** “*Movement of Aldrin and Heptachlor Residues in a Sloping Field of Sandy Loam Texture*”. Can. J. Soil. Sci.53: 459-463.
- PNUMA/MARENA. 2001.** *Proyecto de Reducción del Escurrimiento de plaguicidas al Mar Caribe”. Informe Nacional, Nicaragua. Proyecto de Naciones Unidad para el Medio Ambiente (PNUMA).* Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), Nicaragua.
- PNUMA/MINAE. 2001.** *Reducción del escurrimiento de plaguicidas al Mar Caribe.* Informe Nacional, Costa Rica. Proyecto FMAM: 110-99 PNUMA. Programa de las Naciones Unidas del Medio Ambiente (PNUMA), Ministerio de Ambiente y Energía, Costa Rica.
- PNUMA/UCR/CAR. 2001.** *Informe Nacional sobre uso y manejo de plaguicidas en Colombia tendiente a identificar y proponer alternativas para reducir el escurrimiento de plaguicidas al Mar Caribe. Informe Final.* Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Dirección General Ambiental S^{er}ial, Ministerio del Medio Ambiente, Colombia.
- Porro L. 2002.** *Dominican Republic Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

- Rajkumar W. 2002.** *Trinidad and Tobago Country Report on Persistent Toxic Substances.* Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Shiu, W.Y. K.C.Ma, Di Mackay, J.N.Seiber and R.D.Wauchope. 1990.** Solubilities of Pesticide Chemicals in Water. Part II Data Compilation. *Rev. Environ. Contam. Toxicol* Vol 116; 15-188. Spencer W.F, M.M. Cliath, W.J. Farmer and R.A. Shepher. 1974. Volatility of DDT Residues from Soil as Affected by Flooding and Organic Matter Applications. *J. Environ. Qual* 3,126.
- Simmonds, M.P., Hanly, K and Dolman S. 1999.** *Cetacean contaminant burdens: regional examples.* SC/51/E 13. *International Whaling Commission, Scientific Committee (WCSC)*, Granada.
- Singh, J. 2002. Barbados Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Tarrant K.R. and J. OG. Tatton. 1968.** *Organochlorine Pesticides in Rain Water in the British Isles.* *Nature* 219: 725.
- Taylor A.W. and D.E. Glotfelty. 1988.** *Evaporation from Soils and Crops” in Environmental Chemistry of Herbicides.* Vol.1 Grover R. Ed. CRC Press, USA.
- Tucker E.S., W.J. Litshgi and W.M. Mees. 1975.** *Migration of Polychlorinated Biphenyls in Soil Induced By Percolating Water.* *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 13: 86.
- UNEP/CEP. 1992.** *Regional Overview of Land-Based Sources of Pollution in the Wider Caribbean Region.* Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Caribbean Environment Programme (CEP), CEP Technical Report 14.
- Ware G.W., W.P. Cahill, P.D. Gerhardt and J.M. UIT. 1970.** *Pesticide Drift IV. On Target Deposits from Aerial Application of Pesticides,* *J.Econ. Entomol.* Vol.63: 1982-1990.
- Weibel S.R., R.B.Weidner, J.M, Cohen and A.G.Christianson. 1996.** *Pesticides and Other Contaminants in Rainfall and Run Off.* *J.Amer. Water Work Assoc.* 58:1075.

5. EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA CAPACIDAD REGIONAL Y LAS NECESIDADES DE GESTIÓN DE LAS STP

5.1. CAPACIDAD DE SUPERVISIÓN DE LAS STP

La capacidad de supervisar las STP en la Región varía de un país a otro; los más grandes o más desarrollados son los que tienen instalaciones más avanzadas. Así, pues, en Panamá, Cuba, Costa Rica, Trinidad & Tobago, y Jamaica, se encuentran algunas instalaciones muy tecnificadas para el monitoreo de algunas STP. Sin embargo, ningún país posee instalaciones para supervisar todas las STP que abarca este estudio. Ninguno tiene instalaciones que permitan la vigilancia rutinaria de dioxinas y furanos. Existe preocupación general respecto a lo escasos que son en la Región los laboratorios acreditados y laboratorios de referencia reconocidos internacionalmente.

En los países caribeños más pequeños existen algunas instalaciones, aunque de poca capacidad, para la vigilancia analítica de STP. En ellos se observa la tendencia a recurrir a instalaciones regionales compartidas, opción que resulta más favorable por razones de economía.

Se evalúa por separado la capacidad de supervisión de América Central, Cuba, y del Caribe de habla inglesa. No se ha recibido información de la República Dominicana, Haití, y otros países no mencionados en esta sección.

5.1.1. América Central

La capacidad de muestreo de plaguicidas organoclorados parece ser limitada en relación con la cantidad de laboratorios, las matrices que muestrean y, en particular, con la acreditación de laboratorios de referencia. Unos pocos países tienen órganos de acreditación de laboratorios (por ej., Costa Rica, El Salvador, Panamá) pero no está claro si se aplican procedimientos análogos a los de los órganos de acreditación internacionales. Prácticamente ninguno de los países posee la capacidad técnica para determinar las emisiones de dioxinas y furanos en aire utilizando análisis de alta resolución.

El proyecto de informe del RFI (2002) sobre gestión racional de COP en México, América Central y el Caribe concluye que la mayor parte de los países de la Región carecen de laboratorios de referencia para la mayoría de los COP. Estos laboratorios ponen a disposición una muestra patrón para una determinada sustancia cuya concentración se ha evaluado por medio de técnicas de garantía de calidad/control de calidad (QA/QC) de alto nivel. Otros laboratorios usan estas muestras patrón como estándar de referencia contra el cual evaluar la capacidad del laboratorio para obtener los mismos resultados o resultados similares. De esta forma pueden asegurarse de su propio QA/QC. Las muestras patrón se utilizan también para calibrar equipo analítico.

Cuando los laboratorios poseen la capacidad de hacer pruebas de STP, en la mayor parte de los casos la información proporcionada no resultó lo bastante detallada para determinar el nivel de detección al que los laboratorios pueden analizar las muestras con fiabilidad ni para saber si estos niveles son significativos en términos de las mediciones requeridas para las sustancias COP (RFI, 2002).

Hay en Panamá varios laboratorios que pueden realizar pruebas de STP. Los principales se encuentran en (a) el Ministerio de Agricultura, (b) el Ministerio de Salud, (c) la Autoridad Nacional del Ambiente, (d) el Instituto de Investigación Agrícola de Panamá, (e) la Universidad de Panamá, y (f) el Instituto de Investigaciones Científicas Avanzadas y Servicios de Alta Tecnología. Los laboratorios, que están bien equipados, tienen los siguientes aparatos: (i) Cromatógrafos capilares de gas, con distintos detectores (GC/FID/ECD/NPD), (ii) Cromatógrafo líquido (HPLC/UV/Fluorescencia), (iii) Espectrómetro de absorción atómico (AAS) y (iv) Cromatógrafo de gas con espectrómetro de masa (GC/MS). El personal de laboratorio está bien capacitado.

La mayor parte de los demás países de América Central poseen uno o más laboratorios con capacidad de analizar STP. Los principales laboratorios se encuentran en (a) los ministerios de agricultura, (b) los

ministerios de salud, y (c) las universidades. Costa Rica tiene un laboratorio que realiza el control de calidad de formulaciones, pero que no controla las impurezas en las formulaciones (Castro, 2002).

5.1.2. Colombia

La infraestructura técnica de laboratorios que respalda la gestión de sustancias químicas en el país está dispersa en distintas organizaciones, como universidades, servicios de vigilancia y control de la oficina del Fiscal General, Servicios Secretos, y ONG. Las muestras vegetales y animales se evalúan en dependencias como el Ministerio de Agricultura, por conducto de un instituto gubernamental de investigación, la Corporación para la Investigación en Ciencias Agrícolas (CORPOICA). La supervisión y control de alimentos y fármacos es responsabilidad del Ministerio de Salud por conducto del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. Hay unas pocas redes de laboratorios como los de la CORPOICA que han normalizado los métodos de vigilancia de plaguicidas. Esta actividad, sin embargo, no ha llegado a un nivel suficiente de articulación. Las universidades realizan actividades concretas, en particular para la identificación de compuestos químicos, tanto naturales como artificiales, desarrollo de técnicas de descontaminación y uso de microorganismos para acelerar estos procesos.

5.1.3. Cuba

En Cuba, la infraestructura de laboratorios para pruebas de STP se encuentra en tres ministerios: Agricultura, Salud y Transporte.

Ministerio de Agricultura: En este ministerio se localiza el Instituto Nacional de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). La División Química del INISAV tiene dos laboratorios: uno se concentra en el control de calidad de la formulación de plaguicidas. Este laboratorio tiene dos cromatógrafos de gas, dos equipos de cromatografía líquida de alta resolución (*HPLC*), complementos y demás equipo auxiliar. El personal consta de cinco químicos de nivel universitario y cuatro técnicos de nivel medio, con una experiencia promedio de diez años. El otro laboratorio es el de análisis de residuos, encargado de establecer los intervalos post-cosecha de todos los plaguicidas en el país. Además, este laboratorio es el encargado de la vigilancia de residuos en las áreas afectadas por los plaguicidas, así como de la investigación del comportamiento de plaguicidas en suelos, agua y sedimentos. Este laboratorio tiene tres cromatógrafos de gas con Detector de Captura de Electrones (*ECD*), detector invariante en el tiempo (*TI*), y detectores de fotometría de llama (*FPD*), y dos *HPLC* con detectores ultravioleta. Asimismo, lleva a cabo pruebas de PCB en muestras ambientales. Tiene personal calificado, compuesto de cuatro químicos de nivel universitario y cinco técnicos de nivel medio, con más de 15 años de experiencia.

Ministerio de Salud: Este ministerio tiene un laboratorio en el Instituto Nacional de Higiene y Epidemiología Médica (INHEM), que monitorea los residuos de plaguicidas en muestras biológicas y de alimentos (por ejemplo, en leche humana). El laboratorio posee dos *GC* con detectores *ECD* y *TI*. El personal está compuesto por dos químicos de nivel universitario.

Ministerio de Transporte: El laboratorio del CIMAB se encuentra en este ministerio. El CIMAB tiene la responsabilidad de vigilar la contaminación de las bahías de Cuba. Posee un *GC* con *ECD* y *TI* para análisis de plaguicidas clorados, y otro *GC* con *FID* para determinar hidrocarburos en muestras ambientales. El personal técnico está compuesto por dos químicos de nivel universitario y dos técnicos con un promedio de diez años de experiencia.

5.1.4. Caribe de habla inglesa

La capacidad de monitoreo de STP varía de un país a otro en el Caribe de habla inglesa. Seis de los once países poseen cierta capacidad de laboratorio para llevar a cabo un monitoreo de algunas STP: Trinidad y Tobago, Barbados, Jamaica, las Bahamas, la Guyana, y Santa Lucía (por medio del *Caribbean Environmental Health Institute*). Los demás países (San Vicente y las Granadinas, Antigua y Barbuda, St. Kitts y Nevis, Granada, Dominica) poseen capacidad limitada. Sin embargo, hay muy pocos laboratorios que estén acreditados para analizar las STP más preocupantes. No hay capacidad en la Región para efectuar mediciones y análisis de emisiones de dioxinas y furanos.

La cuestión de la competencia y capacidad para monitorear plaguicidas en el Caribe, sobre todo en los países de la Organización de Estados del Caribe Oriental (*OECS*) ha sido objeto de cierta inquietud. El Instituto de Salud Ambiental del Caribe (*CEHI*) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) han recomendado que se aplique un enfoque regional en materia de monitoreo. En este sentido, se recomendaron centros regionales que tuvieran la capacidad de realizar análisis instrumental muy elaborado, y que pudieran complementarse con la capacidad existente a escala nacional en cuanto a muestreo, conservación y extracción para análisis instrumental. Se propuso que se recurriera a los centros regionales para llevar a cabo análisis instrumental. Los centros destinados a prestar estos servicios a Granada, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía, Antigua y Barbuda, San Kitts y Nevis, Barbados, y Dominica, están en el *CEHI* y en el laboratorio analítico del gobierno de Barbados (*Barbados Government Analytical Facilities*). El *CEHI* es una organización intergubernamental afiliada a la Comunidad de Estados del Caribe (*CARICOM*), que presta sus servicios a 15 países del Caribe de habla inglesa. Las *Barbados Government Analytical Facilities* son el laboratorio oficial nacional.

Sta. Lucía. El laboratorio del *CEHI* está equipado con algunos de los instrumentos necesarios para llevar a cabo análisis de plaguicidas, otros compuestos orgánicos e inorgánicos. Como equipo contiene *GC*, *HPLC* y *AAS*. El laboratorio posee diversos detectores pero actualmente no tiene un *MS*. El laboratorio cuenta con personal capacitado para servicios analíticos pero necesitará personal adicional si aumenta la demanda de laboratorio. Por ahora el laboratorio no está acreditado para llevar a cabo pruebas de STP pero está tramitando la acreditación para algunos plaguicidas.

Barbados. Las *Barbados Government Analytical Facilities (BGAF)* tienen algunos equipos necesarios para pruebas analíticas. Posee equipo similar al del laboratorio del *CEHI* (*GC/ECD/FID/FPD*, *HPLC/UV/F*). También el personal está capacitado para realizar pruebas de residuos de plaguicidas. Sin embargo, al igual que en el laboratorio del *CEHI*, si la demanda de laboratorio se incrementa, habrá también que aumentar el personal.

Antigua & Barbuda, Dominica, Granada, San Vicente y las Granadinas, St. Kitts y Nevis. Existe cierta capacidad para pruebas de residuos de plaguicidas en algunos otros países de la OECS. Todos los países tienen ciertas competencias para recolección y conservación de muestras, y alguna capacidad en equipo para preparación y extracción de muestras. Sin embargo, hay que reforzar estas capacidades con capacitación adicional.

Trinidad y Tobago. Aunque hay algunos laboratorios gubernamentales y particulares que realizan muestreos y análisis ambientales, sólo tres (*CARIRI*, *TTBS*, *PETROTRIN*) han sido acreditados para realizar determinadas pruebas. El reciente programa de mejoras de laboratorios (*LABQUIP*) está pensado para mejorar la calidad y fiabilidad de los datos. Si bien existe el instrumental y las competencias técnicas para detectar e identificar muchas STP, hará falta capacitación y equipo especializado para las tareas más complejas y difíciles que implica la medición analítica de las sustancias.

Jamaica. No existen en el país laboratorios comerciales para monitoreo y análisis de STP. La Universidad de las Indias Occidentales (*University of the West Indies*) posee el equipo analítico pero realiza algunos estudios con estudiantes graduados en laboratorios de investigación. Sin embargo, este trabajo depende de que haya estudiantes interesados, del tipo de equipo que tenga el departamento y de los recursos financieros a disposición de los estudiantes..

5.2. REGLAMENTACIÓN Y GESTIÓN DE STP

La importación, exportación, transporte, almacenamiento, uso y, finalmente, la eliminación de compuestos químicos tóxicos, como las STP, están reglamentadas en general por todos los países de la Región por medio de leyes, decretos y demás instrumentos jurídicos, con la finalidad común de reducir los efectos negativos en el medio ambiente y la salud humana. No obstante, la legislación se encuentra dispersa tanto dentro de cada país como de un país a otro, y puede incluso contradecirse dentro del país mismo. En general, en los ministerios interesados no han asignado recursos humanos específicos para la gestión de sustancias químicas, sino que estas actividades constituyen una responsabilidad más de personas que ejercen otros cargos. Por

ejemplo, en la Tabla 5.1, de Colombia, puede verse el número de personas asignadas a la gestión de sustancias químicas en dos ministerios.

Tabla 5.1. Recursos humanos para la gestión de sustancias químicas en dos ministerios. Colombia.

Tipo de personal	Ministerio de Agricultura	Ministerio de Medio Ambiente	Total
Técnicos	5	–	5
Profesionales	6	–	6
Postgraduados	13	11	24

Fuente: Ministerio de Salud, Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Perfil Nacional para una Gestión Racional de las Sustancias Químicas. Bogotá (Colombia), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 1998.

Existe una tendencia en todos los países de la Región a considerar las STP en dos grupos: STP plaguicidas y STP no plaguicidas. Debido a su importancia económica y a los efectos perjudiciales conocidos de algunos de ellos, se han elaborado reglamentos para los plaguicidas. La mayoría de los países tienen dependencias para el registro de plaguicidas. Si bien sus funciones y responsabilidades varían de un país a otro, el objetivo general es el mismo: autorizar el uso de cada plaguicida en el país una vez aprobado por medio de un trámite de registro que en muchos casos soslaya consideraciones ambientales y de salud.

Como base jurídica de los procedimientos de registro y para la gestión general de los plaguicidas, los gobiernos de la Región, por medio de los ministerios correspondientes, (Agricultura, Medio Ambiente, y Salud, entre otros) han promulgado una serie de leyes, decretos, reglamentos y normas que permiten una gestión racional de estos agroquímicos, según las características y requisitos de cada país. Como tendencia general, los gobiernos se han concentrado cada vez más en los reglamentos para los controles y los permisos, y, salvo escasas excepciones, no han dedicado atención a otros aspectos importantes como los de educar y sensibilizar a la población en lo tocante a uso de plaguicidas.

El registro de plaguicidas en la Región se resume en la Tabla 5.2, y la Tabla 5.3 muestra las leyes, decretos, normas y reglamentos aplicados para el uso y la gestión de plaguicidas y otras sustancias tóxicas en los países de la Región. En algunos casos hay más de un ministerio a cargo del mismo asunto.

Es evidente que existe una legislación de base para la aplicación y el debido control de la gestión de plaguicidas en la Región, pero siempre hay lugar para mejorarla y armonizarla, como han hecho ya algunos países de América Central. La legislación básica sobre plaguicidas ha sido armonizada para facilitar la vigilancia de cumplimiento, de conformidad con el proyecto TPC RLA/4953 de la FAO sobre armonización de instrumentos jurídicos para el registro y control de plaguicidas en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, publicado en (1995). Este primer paso de armonización implica unos requisitos únicos para registro, etiquetado único, clasificación toxicológica, y protocolos para pruebas de eficacia biológica. Ha comenzado ya en los países caribeños de la *OECS* la armonización de la legislación en materia de plaguicidas y sustancias químicas tóxicas.

Para el segundo grupo de STP, las sustancias tóxicas industriales y producidas involuntariamente, la situación es bastante distinta. En la mayoría de los países no existe una oficina de registro para estos compuestos, razón por la cual no hay registro obligatorio para la importación y uso de sustancias químicas, entre ellas las STP. Sin embargo, se lleva a cabo importación, exportación y uso de estos compuestos en la mayor parte de estos países de conformidad con el Convenio de Rotterdam.

En algunos países, como Barbados, Cuba, Jamaica y Colombia, existen normativas específicas para un pequeño número de STP industriales. Se trata de normativas generales, y son pocas las que permiten una gestión efectiva de las STP y que tienen la debida fuerza ejecutoria. La situación es peor en lo referente a emisiones de dioxinas y furanos y eliminación de desechos sólidos. Únicamente Jamaica registra una normatividad nacional de emisiones de dioxinas y furanos, que empezará a aplicarse en 2004. Costa Rica está elaborando procedimientos de muestreo y métodos analíticos para las emisiones de STP (dioxinas y furanos), sin embargo, por ahora no hay reglamentación de estos compuestos.

En cuanto a eliminación de desechos sólidos, la situación en la Región no es mejor que la referente a emisiones industriales, pese al hecho de que existe un problema común a los países de Región y una fuente conocida de STP (dioxinas, furanos, PAH). Sólo Barbados indica que la quema de basura a cielo abierto no está permitida, pero sin citar ninguna ley o reglamento. En Jamaica, la recolección, transporte y eliminación de desechos sólidos está reglamentada por la ley. Trinidad y Tobago indica sólo la cantidad diaria de basura por persona que se produce en el país y su composición aproximada, pero no describe la forma en que se elimina. Honduras tiene un proyecto de resolución sobre gestión de desechos sólidos que incluye los desechos sólidos urbanos.

Con las escasas excepciones mencionadas, ningún otro país de la Región hizo ninguna estimación de las cantidades de desechos sólidos y los métodos para su eliminación. Existen instrumentos jurídicos en la mayor parte de los países en lo referente a reglamentación de importación y exportación de STP, a menudo coincidentes con las directrices del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos. No todos los países han aplicado, sin embargo, el principio del Consentimiento Fundamentado Previo (Convenio de Rotterdam).

5.2.1. Vigilancia del cumplimiento

Las estructuras operativas y la eficiencia de las instituciones a cargo de vigilar el cumplimiento de la normatividad sobre la gestión de STP en la Región son complejas y dependen de las características de cada país. Salvo excepciones, especialmente en algunos países caribeños en los que esta vigilancia es suficiente, en el mejor de los casos se registra poca observancia y, en el peor las leyes no se cumplen en absoluto. Ello se debe en parte a la escasa fuerza ejecutoria, ya que no se prevén las debidas sanciones en caso de incumplimiento. Existen también otros factores que inciden en el problema:

- En algunos países hay exceso de reglamentos y normas, con lo que se dificulta su interpretación y correcta aplicación. En otros países, en cambio, hay poca reglamentación y a veces es obsoleta.
- Algunos instrumentos jurídicos son complejos y difíciles de entender a la hora de aplicarlos.
- Hay problemas relacionados con la competencia de los instrumentos jurídicos y, en algunos casos, la coordinación institucional es insuficiente (en el peor de los casos, hay superposición jurisdiccional entre dependencias o ministerios).
- Hay ignorancia de las leyes, por el uso insuficiente de alternativas de divulgación, como, por ejemplo: publicaciones, uso de medios de difusión masiva y cursos de capacitación.
- Falta de personal y, en ocasiones, rotación constante de personal capacitado.
- Sanciones poco estrictas a los infractores y, en algunos países, lagunas en el código penal respecto a estas infracciones.
- Presupuesto insuficiente para los laboratorios a cargo de analizar las muestras, así como para otras necesidades relacionadas con la gestión de STP.
- Insuficiente coordinación interinstitucional.
- Vigilancia aduanera laxa, que favorece la posibilidad de movimientos ilícitos de STP.
- Insuficiente infraestructura para la vigilancia del cumplimiento en áreas remotas en los países más grandes.

Tabla 5.2. Registro de plaguicidas en la Región X


País (referencia)	Ministerios correspondientes	Principales responsabilidades
Barbados (Singh, 2002).	Agricultura Medio Ambiente Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Expedición de licencias de importación de agroquímicos y tareas de inspección en materia de etiquetado, manipulación, uso, almacenamiento, formulación y eliminación de plaguicidas.
Belice (Serrut, comunicación personal)	Junta de control de plaguicidas (<i>Pesticide Control Board</i>)	Licencias de importación, manejo y uso de plaguicidas.
Colombia (Bonilla y col., 2001).	Agricultura Salud Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación química, toxicológica y ambiental de plaguicidas previa al registro. Permisos de importación-exportación. Control de calidad de plaguicidas. Evaluación de impactos ambientales y sobre la salud. Permisos para aplicación aérea de plaguicidas
Costa Rica (RFI, 2002; PNUMA/MINAE, 2001; Castro, 2001; González, 2001; OIRSA, 1996; OIRSA, 2000)	Agricultura Salud Transporte Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> Expedición de certificados de registro y venta libre de plaguicidas en el país. Publicación de los plaguicidas autorizados tras evaluación. Control de calidad de plaguicidas. Vigilancia del cumplimiento de la normatividad establecida en la legislación fitosanitaria.
Cuba (Abó, 2002)	Agricultura Salud Medio Ambiente Interior Otros	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación química, biológica y ambiental de plaguicidas antes de autorización para su uso en el país. Publicación de plaguicidas autorizados (anual). Retiro de permisos de plaguicidas conforme a reciente evaluación de la OMS y/o tras haberse reconocido efectos adversos en la salud o medio ambiente.
El Salvador (González, 2001; OIRSA, 1996; OIRSA, 2000)	Agricultura Salud Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Expedición de licencias de importación tras practicadas pruebas de eficacia. Reglamentación de etiquetado, almacenamiento, transporte, venta y uso sin riesgos de los plaguicidas.
Guatemala (OIRSA, 1996; OIRSA, 2000; Cifuentes, 2002)	Agricultura Salud Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Aprobación de todos los plaguicidas para uso agrícola, expedición de licencias de importación, distribución y uso después de haber sido analizados y aprobados por el Ministerio of Salud los datos toxicológicos presentados para el registro. Expedición de licencias de importación tras practicadas pruebas de eficacia. Control de etiquetado, almacenamiento, venta, formulación y

		uso sin riesgos de los plaguicidas.
Honduras (Sabillón, 2002; González, 2001; OIRSA, 1996; OIRSA, 2000).	Agricultura Salud Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Expedición de licencias de importación y uso después de practicadas pruebas de eficacia y de aprobación de los Ministerios de Salud y Trabajo (datos toxicológicos y efectos en el trabajador).
Jamaica (Chin Sue, 2002)	Agricultura Salud	<ul style="list-style-type: none"> Expedición de licencias de importación y uso, según las leyes y reglamentos nacionales (Ley sobre plaguicidas).
Panamá (Autoridad Marítima de Panamá, 2001; González, 2001; OIRSA, 1996; OIRSA, 2000).	Agricultura Salud Medio Ambiente Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Regulación de la importación-exportación de plaguicidas. Permisos para aplicaciones agrícolas de plaguicidas (por avioneta o helicóptero). Control de calidad de plaguicidas formulados Retiro de permisos en caso de plaguicidas tóxicos y peligrosos para el medio ambiente.
República Dominicana (Porro, 2002)	Oficina nacional de la propiedad industrial	<ul style="list-style-type: none"> El plaguicida debe someterse a prueba de eficacia antes de la expedición de licencia de uso. Regula asimismo el etiquetado, que debe comprender información suficiente sobre usos y riesgos.
Santa Lucía (Magloire, 2002)	Junta de control de plaguicidas (<i>Pesticide Control Board</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Regula la importación, producción, uso, manejo, almacenamiento, transporte y eliminación de plaguicidas.
Trinidad y Tobago (Rajkumar, 2002)	Junta de control de plaguicidas y químicos tóxicos (<i>Pesticide y Toxic Chemical Board</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Regula la importación, manejo y uso de plaguicidas y productos químicos tóxicos.
Venezuela	Agricultura Salud Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> Regula la importación, manejo y uso de plaguicidas de conformidad con la legislación nacional.

Tabla 5.3. Principales instrumentos jurídicos para la gestión de plaguicidas y otras STP en la Región

País (referencia)	Instrumentos jurídicos y sus características
Barbados (Singh, 2002).	<ul style="list-style-type: none"> Cap. 44 de la Ley de Servicios de Salud (<i>Health Services Act</i>) del Ministerio de Salud. Promoción y atención de la salud de los habitantes de Barbados. Ley de control de plaguicidas (<i>Pesticide Control Act</i>) (cap. 395) Ministerio de Agricultura. Proporciona la base para el control de la importación, venta, almacenamiento y uso de plaguicidas. Ley de empresas (<i>Factory act</i>) (cap. 347) Ministerio del Trabajo, disposiciones generales sobre salud ocupacional, asuntos de seguridad e inspecciones de las empresas. Ley de control de la contaminación marina (<i>Marine Pollution Control Act</i>) 1999-40. Prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio ambiente marino.

	<ul style="list-style-type: none"> • Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo (CFP)
<p>Belice</p> <p>Serrut (comunicación personal); Fernández,2002)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cap. 181 B de la Ley de control de plaguicidas (<i>Pesticide Control Act</i>) publicada en la <i>Law of Belize Gazette 1988</i>. • Instrumento jurídico No.8. Normativa sobre plaguicidas registrados y restringidos (fabricación, importación y venta) <i>Gazette 1988</i>. • Instrumento jurídico No. 30. Enmienda a la normativa sobre plaguicidas registrados y restringidos (fabricación, importación y venta). <i>Gazette 1996</i>. • Instrumento jurídico No.112. Normativa sobre plaguicidas registrados y restringidos (usuarios acreditados) regulation. <i>Gazette 1996</i>. • Instrumento jurídico No.8. Normativa sobre plaguicidas registrados y restringidos (registro) <i>Gazette 1995</i>. • Instrumento jurídico No.77. Normativa sobre plaguicidas registrados y restringidos (registro) <i>Gazette 1995</i>. • Instrumento jurídico No.71. Normativa sobre plaguicidas registrados y restringidos (venta y confiscación) <i>Gazette 1998</i>. • Ley de protección ambiental (<i>Environmental Protection Act</i>) (1992) • Reglamentos sobre contaminación, No 56 (1996) • Reglamentos sobre protección ambiental (restricción de efluentes), No. 94 (1995) • Ley sobre la autoridad en materia de gestión de desechos sólidos (<i>Solid Waste Management Authority Act</i>) , No. 13 (1994)
<p>Colombia</p> <p>(Bonilla, y col., 2001).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ley 9 (1979) o Código Nacional de Sanidad, aplicado por el Ministerio de Salud por medio del Decreto 1843 (1991) Se aplica a plaguicidas (producción, formulación, almacenamiento, distribución, transporte, aplicación aérea y medidas de protección humana y ambiental). • Ley 33 (1986) Ministerio correspondiente: Salud Se aplica al transporte y almacenamiento de plaguicidas. • Decreto 1843 (1991) Ministerio correspondiente: Salud Se aplica a plaguicidas (control y vigilancia epidemiológica en el uso y gestión de estos compuestos). Introduce el aspecto toxicológico de un plaguicida como requisito para que el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) pueda expedir la licencia de venta. • Ley 99 (1993) y su Decreto complementario 1753 sobre licencias ambientales. Ministerio Correspondiente: Medio Ambiente Se aplica a plaguicidas y otras sustancias tóxicas (producción e importación, transporte y almacenamiento de sustancias y desechos peligrosos). • Resolución No.30 (1995) Ministerio y Organismo correspondientes: Agricultura e ICA Se aplica a plaguicidas: manual de procedimientos técnicos para acreditación y

	<p>muestreo de agroquímicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolución 1068 (1996) Ministerio correspondiente: Agricultura Organismo: ICA Se aplica a plaguicidas; asienta las responsabilidades de agricultores y propietarios de insumos agrícolas que recomiendan o prescriben plaguicidas para cultivos. • Ley 253 (1996) Relacionada con el Convenio  de Basilea sobre movimiento transfronterizo de desechos peligrosos. • Ley 203 (1988), que regula la inspección y control del comercio y la aplicación de insecticidas y fungicidas, así como los equipos requeridos. • Decreto 1795 (1950) Prescribe sanciones a los infractores de las resoluciones de salud agropecuaria (cancelación de licencias de venta) • Resolución 1300 (1950). Sobre la importación, fabricación, comercio, uso y aplicación de plaguicidas. Incluye normativa sobre daños y perjuicios a terceros. • Decreto 557 (1957). Regula el procedimiento de registro de plaguicidas. • Resolución 351 (1963). Regula la venta y aplicación de plaguicidas. • Decreto 219 (1966). Regula la asistencia técnica y prevé la autorización por escrito de un agrónomo para llevar a cabo aplicaciones de plaguicidas. • Decreto 779 (1967). Sobre el certificado de eficacia de plaguicidas, con algunas definiciones importantes de plaguicidas. También dispone los requisitos toxicológicos (Ministerio de Salud). • Ley 23 de 1973. Sobre prevención y control de la contaminación ambiental • Resolución 10834 (1992) • Decreto No. 475 (1998). Requisitos de calidad para el agua potable. Límites máximos de residuos en agua potable.
<p>Costa Rica (Proyecto RFI, 2002; PNUMA/MINAE, 2001; Castro, 2002; González, 2001; OIRSA, 1996; OIRSA, 2000)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ley General de Salud, Artículo 239. Decreto No. 5395 • Decreto 18323.TSJ/1999 • Decreto 20345-S/1991 • Reglamento 28659-D/2000 • Ley 24715-MOPT • Ley Orgánica del Medio Ambiente. • Decreto No.7664. Ley de protección fitosanitaria. La Gaceta No.83, 1997. • Instrumento jurídico No. 24337-MAG-S. Normas sobre registro, uso y control de plaguicidas y coadyuvantes para la agricultura. La Gaceta No. 115, 1995. • Decreto ejecutivo No. 20013-S. Normatividad para la venta y almacenamiento de plaguicidas. La Gaceta No. 209 (1990). • Decreto ejecutivo No.24874-TSS Normas y reglamentos sobre permisos sanitarios

	<p>para llevar a cabo síntesis, formulación y reembalaje de agroquímicos. La Gaceta No.25.1986.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Decreto ejecutivo No. 24175 MOPT-MEIC-S. Normatividad para el transporte terrestre de sustancias peligrosas. La Gaceta No. 207 (1995). • Decreto ejecutivo No. 24456 MAG. Normatividad para el control de calidad de sustancias químicas biológicas usadas en agricultura. La Gaceta No. 154.(1994) • Decreto ejecutivo No.15846. Normatividad para las actividades de la aviación agrícola. La Gaceta No.244, (1984). • Decreto ejecutivo No. 18323-S_TSS. Sobre la obligatoriedad de los exámenes médicos. La Gaceta No. 149, (1988) • Decreto ejecutivo No. 9934-A-SPPS-TSS. Establecimiento de la comisión asesora nacional para el uso de plaguicidas. La Gaceta No. 84 (1979) • Decreto ejecutivo No.13. Prohibición de compuestos de mercurio. La Gaceta No. 279 (1960). • Decreto ejecutivo No.17846. Prohibición de 2,4,5-T. La Gaceta No. 39 (1988). • Decreto ejecutivo No.18346-MAG-S-TSS. Prohibición de aldrina, dieldrina, toxafeno, clordecone, clorodimeformo, dibromocloropropano, dibromuro de etileno, dinoseb y nitrofen. La Gaceta No. 151 (1998) • Decreto ejecutivo No. 18345-S-TSS-MAG. Prohibición de DDT. La Gaceta No. 151 (1998) • Decreto ejecutivo No. 19446-S-MAG- Prohibición de pentaclorofenol. La Gaceta No. 26 (1990) • Decreto ejecutivo No. 19447-S-MAG. Prohibición de la endrina. La Gaceta No. 19 (1990) • Decreto ejecutivo No. 19748-MAG-S. Prohibición de Cihexatin. La Gaceta No. 122 (1990) • Decreto No.20107-MAG. Permiso de operación de expendios de venta de plaguicidas. La Gaceta No.2 (1991) • Decreto ejecutivo No.25534-S-MTS-MAG- Prohibición del lindano. La Gaceta No. 205 (1996). • Otros decretos y normativas sobre métodos específicos de análisis de plaguicidas
Cuba (Abó, 2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Ley No. 81/1997. Sobre los Ministerios interesados: Medio Ambiente, Salud, Agricultura, Trabajo y Seguridad Social, y otros. Se aplica a: químicos industriales, plaguicidas y desechos peligrosos. • Resolución No. 77/1999. Normatividad sobre evaluación y autorización de licencias ambientales. Ministerio correspondiente: Medio Ambiente. Se aplica a: agroquímicos, químicos industriales y desechos peligrosos. • Resolución No. 130/1995. Sobre la inspección ambiental del estado. Ministerio correspondiente: Medio Ambiente. Se aplica a: agroquímicos, químicos industriales y desechos peligrosos. • Resolución No. 87/1999. Sobre el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos. Ministerio correspondiente: Medio Ambiente. Se aplica a: desechos peligrosos según la clasificación nacional. • Ley No. 13/1997. Sobre la protección e higiene en el trabajo. Ministerios correspondientes: Salud, Trabajo. Se aplica a: agroquímicos, químicos industriales y

	<p>desechos peligrosos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolución 1/2001. Ministerios correspondientes: Agricultura, Salud. Se aplica a: plaguicidas. • Resolución No. 49/2001. Prohibición del pentaclorofenol, clordano, mirex, hexaclorobenceno y dibromuro de etileno para uso en Cuba. Ministerio correspondiente: Salud. • Ley 200/2000. Violaciones relacionadas con el medio ambiente. Ministerio correspondiente: Medio Ambiente. Se aplica a: agroquímicos, químicos industriales y desechos peligrosos. • Decreto No. 169/1992. Violación de la normatividad sobre protección de plantas. Ministerio correspondiente: Agricultura. Se aplica a: plaguicidas. • Norma cubana 20-03/1986. Ministerio correspondiente: Salud. Se aplica a: plaguicidas. • Norma cubana No. 19-01-2/1985. Ministerio correspondiente: Agricultura. Se aplica a: plaguicidas. • Norma cubana No. 19-01-49/1985. Clasificación de plaguicidas y requisitos de seguridad. Ministerio correspondiente: Agricultura, Industria Azucarera. Se aplica a: plaguicidas. • Resolución No. 159/1995. Sobre la aplicación del procedimiento de CFP a los químicos industriales. Ministerio correspondiente: Medio Ambiente. Se aplica a: químicos industriales. • Resolución No. 41/2001. Restricciones de uso de químicos industriales. Ministerio correspondiente: Medio Ambiente. Se aplica a: PCB, PCT, PBB, y tris(2,3 npropildibromido)fosfato. • Resolución No. 27/2000. Sistema nacional de reconocimiento ambiental. Ministerio correspondiente: Medio Ambiente. Se aplica a: agroquímicos, químicos industriales y desechos peligrosos. • Resolución No. 2 1/1996. Transporte de sustancias tóxicas. Ministerio correspondiente: Transporte, Interior. Se aplica a: sustancias químicas tóxicas y desechos peligrosos. • Resolución No. 2/1996. Sobre enfermedades del trabajo. Ministerio correspondiente: Salud, Trabajo y Seguridad Social. Se aplica a: sustancias químicas de alto riesgo en lugares de trabajo: plomo, mercurio, asbestos, benceno. • Resolución No. 23/1997. Metodología para identificación de riesgos. Ministerio correspondiente: Trabajo y Seguridad Social. Se aplica a: compuestos químicos. • Normatividad para la gestión de PCB. Ministerio correspondiente: Industria Básica. Se aplica a: PCB. • Norma cubana No. 19-01-2/1985. Ministerio correspondiente: Salud. Se aplica a: compuestos químicos. • Norma cubana No. 19-01-42/1984. Plomo y compuestos de plomo. Clasificación y requisitos de seguridad. Ministerio correspondiente: Industria Básica. Se aplica a: plomo y sus compuestos. • Resolución 268/90 Prohíbe el uso agrícola de aldrina, toxafeno, clorobencilato, arsénico y compuestos inorgánicos de mercurio, DDT, dibromocloropropano, dieldrina, endrina, heptacloro, leptofos, monofluoracetato de sodio, sulfato de talio, 2,4,5-T. Ministerio correspondiente: Salud. • Resolución 181/95. Prohíbe el uso agrícola del dinoseb en sus sales, fluoracetamida,
--	---

	hexaclorociclohexano, cihexatin, nitrofen y compuestos orgánicos del mercurio.
Honduras (Sabillón, 2002; González, 2001; OIRSA, 1996; OIRSA, 2000).	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto 09-91. Sobre la prohibición del uso e importación de STP. • Código de Salud, Decreto 65-91. • Código de comercio, Decreto 73-49. • Código de Trabajo, Decreto 189. • Código Penal, Decreto 59-97. • Ley Fitosanitaria. Decreto No. 157-94. La Gaceta No.27-552 (1995). • Ley General del Medio Ambiente. Decreto No. 104-93 • Ley de representantes y distribuidores comerciales. • Normatividad sobre registro, uso y control de plaguicidas y sustancias similares. Acuerdo 642-98. • Reglamentos generales relacionados con la legislación ambiental. • Normatividad sobre el sistema nacional de evaluación del impacto ambiental. • Normatividad general de salud ambiental. Acuerdo 0094,1997. • Resolución 09-91. Sobre la prohibición de aldrina, amitrol, 2,4,5-T, dieldrina, heptacloro, lindano, mirex y toxafeno, entre otros plaguicidas. • Resolución 014-99. Sobre la prohibición del clordano. • Convenio de Basilea sobre el control de movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación. • Convenio de Rotterdam: procedimiento de CFP para plaguicidas y STP objeto de comercio internacional. • Convenio de Estocolmo sobre STP. • Resolución 005-98. Uso de etiquetas y folletos normalizados. • Acuerdo No. 1132-99. Sobre el establecimiento de una comisión interinstitucional sobre plaguicidas. • Resolución No. 015-99. Autorización de importación, uso, distribución y venta de plaguicidas tóxicos y extremadamente tóxicos con estrictas medidas de seguridad. • Resolución No. 014-88. Autorizaciones para la venta y uso de endosulfán. • Resolución sobre gestión de desechos sólidos (proyecto). • Resolución sobre desechos sólidos en el sector salud (proyecto) • Capítulo 5, Código internacional para la distribución de plaguicidas; reglamentación de cuarentena; normativas sobre manejo de residuos sólidos.
Jamaica (Chin Sue, 2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Ley sobre plaguicidas (<i>Pesticides Act</i>) (1975). Establece las facultades para prohibir la importación de plaguicidas. • Enmienda sobre plaguicidas a la disposición <i>Schedules Order</i> (1999). Sobre la prohibición de importación de las STP plaguicidas de la lista de contaminantes orgánicos persistentes (COP). • Ley sobre fármacos (<i>Pharmacy Act</i>): faculta para la prohibición de importar STP industriales. • Ley de salud pública (<i>Public Health Act</i>) 1985. Reglamenta, entre otros aspectos, el control de vectores.

	<ul style="list-style-type: none"> • Ley nacional sobre gestión de desechos sólidos (<i>National Solid Waste Management Act</i>), 2000. Regula la recolección, transporte y eliminación de desechos sólidos. • Reglamentación de recursos naturales (desechos peligrosos) (<i>Natural Resource (Hazardous Waste) Regulation</i>) (2000). Control de movimiento de desechos peligrosos (proyecto).
Nicaragua (Cruz y Flunky, 2002; González, 2001; OIRSA, 1996; OIRSA, 2000)	<ul style="list-style-type: none"> • Ley Básica 274/1998 para la reglamentación y control de plaguicidas, sustancias tóxicas y peligrosas y otras similares. La Gaceta No.30 19/2/1998. • Decreto No. 49-98. Relacionado con la Ley 274. (Reglamentos de esta Ley). La Gaceta No.142 (1998). • Decreto No. 33-95. Descarga de aguas de desecho, aguas domésticas, industriales y agroquímicas.. • Decreto No. 13-73. Resolución regional sobre movimiento transfronterizo de desechos peligrosos. • Ley 192. Relacionada con la salud en el trabajo, información técnica para trabajadores y protección infantil. • Ley 290. Art. 154. Código Penal en relación con daños causados a personas. • Decreto No.291. Ley Básica de salud animal y vegetal. La Gaceta No. 136 (1998).
Panamá (Autoridad Marítima de Panamá, 2001; González, 2001; OIRSA, 1996; OIRSA, 2000).	<ul style="list-style-type: none"> • Ley 47. Ley de Sanidad Vegetal. Gaceta Oficial 23,078 (1996). • Decreto No.63. Reglamentación para registro, actividades de aplicación y servicios relacionados con plaguicidas y fertilizantes en Panamá. Gaceta Oficial No.23372 (1997). • Decreto ejecutivo No.19. Coordinación entre el Ministerio de Salud y el Ministerio de desarrollo agropecuario para el control de plaguicidas. Gaceta Oficial No,23265 (1967). • Resolución MIDAS-023 ADM. Procedimientos ordinarios para el registro de plaguicidas. • Gaceta Oficial No.23538 (1997). • Resolución MIDA- ALP- 051- ADM. Manual de procedimientos para el registro de plaguicidas. Gaceta Oficial No. 23654 (1998). • Resolución MIDA- ALP- 69- ADM. Establece los principios, requisitos y procedimientos para la aplicación aérea de plaguicidas en plantaciones de plátano en Panamá. Gaceta Oficial 31/12/1998 • Resolución MICI No.287. Reglas técnicas 1-134-98. Etiquetado de plaguicidas. • Norma COPANIT 2-405-98. Folleto sobre procedimientos técnicos relacionados con plaguicidas. Gaceta Oficial , 1998.
República Dominicana (Porro, 2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Ley 311/68 y la reglamentación 1390/71. Sobre importación, fabricación y gestión de plaguicidas. • Ley 218/84. Prohíbe la importación de desechos (orgánicos, industriales). • Decreto No.217/91. Prohíbe la importación, formulación, comercio y uso de STP organocloradas y otros plaguicidas tóxicos. • Ley Ambiental 2000 y su Resolución No. 08/2000-2001. Control de la importación, uso, gestión y eliminación de aceites que contengan PCB. • Ley 64/2000 del Ministerio de Medio Ambiente. Regula la eliminación de desechos

	y prohíbe la elaboración y venta de gasolina con plomo.
Santa Lucía (Magloire, 2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Ley de control de plaguicidas (<i>Pesticide Control Act</i>) No.7, de 1975. Sobre control de plaguicidas: producción, uso, manejo, almacenamiento, transporte y eliminación. • Ley sobre químicos tóxicos y control de plagas (<i>Toxic Chemicals and Pest Control Act</i>) (2000). Abarca no sólo plaguicidas sino químicos tóxicos en general. • Ley de salud pública (<i>Public Health Act</i>) No. 8 (1975). Sobre la promoción y protección de la salud humana. • Ley de pesca (<i>Fishers Act</i>) No.10 (1984). Protección y conservación de reservas marinas contra productos químicos.
Trinidad y Tobago (Rajkumar, 2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Ley sobre plaguicidas y químicos tóxicos (<i>Pesticide and Toxic Chemicals Act</i>) (1979), enmendada en 1986. Establece el régimen jurídico para la reglamentación de tóxicos químicos y plaguicidas. • Sección 4 (2) de la ordenanza de comercio (<i>Trade Ordinance</i>) No.19 (1958). Ministerio de comercio. Crea la autoridad jurídica para prohibir la importación de productos químicos. • Secciones 59 y 60 de la legislación sobre gestión ambiental. Establece el régimen jurídico que rige las sustancias peligrosas. • Sección 44 de la ley de aduanas CH 78.01 de 1980. Ejecución a cargo de la División de aduanas (<i>Custom Division</i>). Autoriza al Presidente a prohibir la importación de bienes. • Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo (CFP), en ejecución.
Venezuela	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto 3220.01/2000. Sobre el medio ambiente y los recursos renovables. • Resolución 32881/23/1983. Sobre la prohibición de plaguicidas organoclorados. • Resolución No. 181 del Ministerio de Salud y Seguridad Social. Sobre la prohibición de plaguicidas organoclorados. • Resolución 408 del MAC (Ministerio de Agricultura y Cría). Sobre la prohibición de plaguicidas organoclorados. • Reglamento general sobre plaguicidas. Comisión Técnica de Plaguicidas. Gaceta Oficial No. 34877/1992. • Ley Penal Ambiental. Gaceta Oficial No. 34358/1992. • Ley Ambiental. Decreto 2211/1992, sobre la gestión de desechos peligrosos. • Convenio de Basilea sobre movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y su eliminación. (1998) • Norma para el control de la generación y gestión de desechos peligrosos. Decreto No.2211 (1992). • Convenio de Rotterdam sobre Consentimiento Fundamentado Previo (CFP).En ejecución (2000).

5.2.2. Deficiencias en la reglamentación, gestión y ejecución

Se hallaron deficiencias en la Región, como la ausencia de algunas leyes y normativas específicas, así como debilidades del marco jurídico que deben ser corregidas a fin de mejorar la buena gestión de STP y la debida vigilancia del cumplimiento. Las siguientes son algunas de estas deficiencias:

- Escasa divulgación del Código de Conducta de la FAO relativo a la gestión de plaguicidas.
- Superposición de instrumentos jurídicos en vigor, y falta de normas para algunos aspectos de la gestión de determinados contaminantes.
- Falta de armonización y simplificación de los instrumentos jurídicos existentes, salvo excepciones relativas a temas especiales en los países de América Central y el Caribe.
- Divulgación deficiente de los instrumentos jurídicos a todos los niveles.
- Necesidad de mejorar la coordinación interinstitucional.
- Necesidad de reforzar la vigilancia del cumplimiento por medio de (i) apoyo financiero al reforzamiento institucional, calificación y asistencia técnica; (ii) publicación y divulgación de todos los instrumentos jurídicos; y (iii) apoyo a la mejora de la infraestructura para los laboratorios analíticos y muestreo.
- Falta de política común, por ejemplo, de una lista única de STP cuya importación y uso estén prohibidos en la Región. Este proceso ya está adelantado en algunos países caribeños, por medio de la creación y activación de un grupo de la *OECS* para el control de plaguicidas.
- Necesidad de elaborar leyes y reglamentos para la gestión y de desechos sólidos y la debida eliminación de aceites con PCB, así como de directrices para las emisiones industriales.
- Necesidad de disposiciones penales para los infractores en los países que carezcan de estos instrumentos.
- No existe el derecho a la información acerca de las liberaciones de STP en general en la Región, lo que limita la participación ciudadana en la ejecución de la normatividad.
- La legislación se concentra sobre todo en el control y gestión de STP, y menos en la prevención y sustitución de STP en productos y procesos que puedan representar alternativas para los procesos de producción.
- No se ha materializado todavía la recomendación de los ministerios de salud de América Central de que se reduzcan drásticamente y se eliminen urgentemente los plaguicidas químicos como medida para reducir y prevenir el envenenamiento de los trabajadores y las comunidades.

5.3. ALTERNATIVAS Y REDUCCIÓN DE STP

Partiendo de la necesidad de reducir y/o eliminar el uso y la liberación de sustancias persistentes y tóxicas que se utilizan en la agricultura, la industria y el comercio, es preciso adoptar un conjunto de medidas, como determinación de riesgos, detección o creación de alternativas o medidas para reducción, aplicación y control, comunicación con la ciudadanía, y cooperación dentro de la Región así como con las organizaciones internacionales.

Inventarios. Debe elaborarse un inventario de fuentes de STP con el apoyo de las organizaciones internacionales. Ello implica realizar un inventario de las industrias a fin de controlar las actividades y los productos que usan o aplican. La elaboración de inventarios y el control de productos químicos importados, así como el establecimiento de bases de datos usando la clasificación internacional de productos químicos son tareas urgentes en la Región.

Vigilancia y control. Es necesario mejorar la capacidad técnica de análisis de STP y crear programas regionales para controlar y monitorear STP.

Introducción de técnicas alternativas. Se están acumulando experiencias de reducción o eliminación de la dependencia respecto al control de plagas mediante productos químicos, que se sustituyen con prácticas de gestión biointensiva, control agro-ecológico y agricultura orgánica. Los obstáculos a la eliminación de plaguicidas parecen ser más bien de carácter comercial y político que tecnológico. En países que todavía usan DDT para el control del paludismo, y en otros que usan sustancias químicas para control de vectores, es preciso introducir medidas alternativas, entre las cuales la mejora de la gestión de las aguas residuales.

Una innovación paralela en la industria es la que representa el uso de tecnologías limpias y materias primas menos contaminantes. El uso de incentivos puede facilitar el desarrollo y la introducción de sustitutos de las STP. Se precisan análisis de la relación costo-beneficio así como estudios socioeconómicos más generales.

Mejoramiento de la normatividad. Es necesario el control obligatorio de las industrias, sobre todo en establecimientos industriales que usan o generan STP en distintos procesos de importación, procesamiento de materias primas, gestión y comercialización. Es necesario elaborar programas regionales y lograr la armonización de leyes para controlar las actividades que producen dioxinas y furanos, hexaclorobenceno y PCB.

Hay que ratificar las convenciones internacionales relativas a STP, así como los convenios de Estocolmo y Rotterdam.

Programas educativos. Son necesarios los programas educativos en todos los sectores, entre ellos el gubernamental, la industria y la ciudadanía, para promover la reglamentación de STP y proteger la salud pública y el medio ambiente.

Los servicios de extensión agrícola deberían incorporar programas de capacitación en el control de plagas por técnicas alternativas. En general, los temas referentes a STP y a los métodos de producción limpios deberían figurar en los programas de estudios de universidades e institutos superiores, e incluso en la educación básica.

Eliminación de reservas obsoletas y depósitos. Hay que asegurar la eliminación adecuada de STP_ de conformidad con lo dispuesto por el Convenio de Estocolmo, incluida la aplicación regional de tecnologías que no emplean la combustión para el tratamiento de reservas obsoletas. Deben procurarse acuerdos con los países que tienen instalaciones para la adecuada destrucción de STP.

5.4. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

5.4.1. Situación de la transferencia de tecnología en el control de STP

Son diversas las causas de que se hayan seguido usando determinadas STP plaguicidas en la Región pese a que se conozcan sus efectos nocivos para la salud humana y el medio ambiente. En primer lugar, es insuficiente la información que se ha dado sobre estas sustancias. En segundo lugar, la reglamentación y su ejecución han sido deficientes. En tercer lugar, hay factores económicos que han fomentado el uso de estas sustancias.

Tras la prohibición de algunas STP aparecieron reservas de ellas en muchos países, que todavía hoy son fuente de contaminación por no haber en la Región la tecnología de eliminación necesaria. Varias STP se siguen liberando involuntariamente en el medio ambiente. La eliminación de desechos es otra fuente de STP. La magnitud del problema varía de un país a otro, al igual que el nivel y el potencial tecnológico existente para hacer frente a estos problemas.

Aunque hay recursos humanos y conocimientos técnicos valiosos en la Región, falta personal calificado a distintos niveles. Faltan científicos y técnicos capacitados en el análisis de STP no plaguicidas, como las dioxinas, furanos, parafinas de cadena corta, retardantes de llama, PCDF, ftalatos, etc. La deficiente infraestructura y financiamiento no permite una transferencia efectiva de tecnología para el combate contra las STP. Por consiguiente, es necesario reforzar la infraestructura y el financiamiento en cuatro importantes sectores: agricultura, industria, medio ambiente, y salud.

Medio ambiente. En cuanto a las STP en el medio ambiente, es preciso cuantificar los niveles de contaminación y la incidencia de eventos adversos como funciones de tiempo en una escala de años y décadas. Es igualmente necesario para las STP prohibidas como para las que aún se utilizan.

Agricultura. El uso de STP en agricultura se ha debido, entre otras causas, al hecho de que no se conocían o no existían tecnologías alternativas sustentables. La Revolución Verde, con su uso intensivo de fertilizantes y plaguicidas químicos, ha sido nociva para la diversidad biológica y cultural. La gestión integral de plagas (GIP) reduce el uso de agroquímicos. La mejora de los conocimientos permite planificar a fin de encontrar alternativas químicas, biológicas y de gestión de STP que sean compatibles con el medio ambiente.

Aspectos de salud. Los problemas de salud debidos al uso y al contacto involuntario con STP se reducen enormemente cuando se notifican y se tratan las intoxicaciones agudas. Habría que estudiar también los efectos neuroconductuales y psicológicos, así como los efectos tardíos en la reproducción y aparato endocrino de todas las STP, no sólo de las plaguicidas.

Industria. Uno de los problemas apremiantes en la Región es el de la falta de datos sobre STP que liberan las industrias. Además, los desechos industriales no siempre son tratados y, cuando lo son, los procedimientos suelen ser ineficientes. A veces se desconoce el destino ambiental de algunas STP.

Es necesario ampliar el conocimiento de tecnologías y procedimientos limpios para el control de emisiones a fin de ayudar a los gobiernos a que tomen conciencia de la necesidad de tener al día a las industrias locales en esta materia.

5.4.2. Pasos hacia la transferencia de tecnología en la Región

Por razones socioeconómicas y geográficas, y de recursos naturales, el desarrollo científico y tecnológico, así como la capacidad de realizar una transferencia tecnológica rápida y eficiente han sido desiguales en los 23 países de la Región. La transferencia de tecnología en toda la Región debe abarcar todos los países, empezando por un amplio intercambio de conocimientos y experiencias sobre STP. Ello implica:

- Armonización y actualización del registro de todas las STP, incluidos los trámites y las directrices generales correspondientes a las características de cada país. Ello implica la aprobación interdisciplinaria para el uso de nuevos compuestos químicos. Puede que sean necesarias pruebas ambientales avanzadas antes de la tomar la decisión de autorizar o no. Es necesario tener un mecanismo de retiro de autorizaciones cuando los datos disponibles indiquen un riesgo innecesario para el medio ambiente, la salud humana y la vida silvestre.
- Armonización de legislaciones nacionales sobre niveles de emisión de STP y sobre los procedimientos de eliminación de desechos urbanos y médicos. Debe asegurarse una vigilancia eficiente del cumplimiento.
- Exigencia de permisos ambientales y de salud a toda nueva industria y/o tecnología que pueda conllevar riesgos toxicológicos y/o ambientales.
- Creación de programas de monitoreo regional para algunas STP, que impliquen identificar la ubicación estratégica de puntos de muestreo temporales y espaciales, abarcando los sitios importantes y una estimación de los movimientos transfronterizos.
- Monitoreo de largo plazo de determinadas STP en alimentos y aguas de cada país, combinado con la supervisión de algunos parámetros de salud en determinadas poblaciones.

5.4.3. Transferencia de tecnología dentro de la Región

Implica los siguientes puntos, aplicados a la agricultura, industria, medio ambiente y salud en la Región:


- Determinación de las necesidades de transferencia de conocimientos, según el nivel alcanzado ya en la Región, y de los problemas específicos que se plantean. Ello implica capacitación en técnicas

analíticas sobre las STP que hasta ahora no se han tratado, como dioxinas, furanos, y ftalatos. Hay que aplicar procedimientos de QA/QC para estos compuestos. Es preciso intensificar la capacitación en investigación sobre los efectos adversos de largo plazo de las STP en seres humanos y vida silvestre.

- Contribución a la actualización del equipo y procedimientos analíticos existentes, y, cuando proceda, establecimiento de laboratorios de referencia con la capacidad humana y física que permita ayudar a los países cuya demanda no justifica que se cree un laboratorio nacional.
- Adopción de métodos agroecológicos existentes para el control de plagas y tratamiento alternativo de desechos.
- Facilitación del establecimiento de redes para la circulación de tecnología e información a largo plazo dentro de la Región y de cada país

5.5. DETERMINACIÓN DE NECESIDADES

5.5.1. Recursos humanos

- Capacitación en técnicas adecuadas para el análisis de STP, en especial de PCB, PCDD, PCDF, parafinas de cadena corta, PCDE, compuestos orgánicos de estaño y ftalatos. Capacitación en auditorías para la sustitución de insumos, procesos y productos tóxicos.
- Mejora de la capacidad de obtener información global.
- Capacitación técnica en gestión ambiental, acceso a documentación, etc.
- Creación de capacidad para la gestión de desechos tóxicos y peligrosos así como de desechos domésticos, municipales y médicos.
- Reforzamiento de los recursos en materia de toxicología en las universidades, órganos públicos y sector privado.
- Dar  difusión a la información ecotoxicológica relativa a las liberaciones industriales de STP.
- Preparar mejores materiales informativos así como métodos de difusión para dar a conocer lo más posible los materiales preparados por las organizaciones internacionales para los países en desarrollo.
- Colaborar con las ONG ambientales y reforzar sus actividades en cuanto a la divulgación de información relacionada con las STP así como de información sobre técnicas y tecnologías alternativas para evitar y/o reducir las liberaciones de STP en la población.
- Procurar que los sectores público y privado conozcan mejor los métodos de producción limpia y las alternativas a las STP, así como las formas de reemplazar materiales, prácticas y tecnologías que son los principales precursores de la formación de STP no intencionales.

5.5.2. Capacidad de laboratorio

- Actualizar el equipo y las técnicas analíticas, especialmente para las STP industriales y producidas no intencionalmente.
- Establecimiento de laboratorios nacionales y regionales de referencia. Robustecimiento regional en materia de capacidad humana y física para proporcionar servicios analíticos a los países en que la magnitud y demanda de pruebas no justifica la creación de laboratorios nacionales.
- Dar apoyo a la modernización de laboratorios existentes en materia de los procesos de acreditación y de QA/QC.
- Incrementar el presupuesto para los análisis de STP.

5.5.3 Legislación y coordinación

- Revisar la legislación para cerciorarse de que permita a los países eliminar y reglamentar los usos existentes, así como las tecnologías, materiales, y prácticas que crean subproductos no intencionales que contienen STP.
- Registro obligatorio de importación, uso, liberaciones y transferencia de STP.
- Armonización dentro de la Región.
- Armonización de la legislación nacional y regional respecto de los tratados y convenciones internacionales.
- Reforzamiento de la infraestructura de ejecución de la ley.
- Establecimiento y/o reforzamiento de actividades de recolección e intercambio de información relativa a las liberaciones de STP de la agricultura y la industria, incluidas las no intencionales.
- Elaboración de normas para las STP en el medio ambiente.
- Monitoreo de niveles ambientales.
- Coordinación de las dependencias oficiales interesadas en la gestión de STP en cada país y en la Región.
- Mejorar el registro, notificación, y reforzar el sistema de vigilancia a nivel de la atención de salud primaria.
- Garantizar el derecho a la información, incluso el acceso público a los inventarios de STP.
- Restricción legal de las ventas de STP, por ejemplo, para fumigación doméstica.

5.5.4. Prácticas alternativas

- Reforzamiento de prácticas que impidan la formación y emisiones de STP.
- Crear capacidad en tecnologías que no usan la combustión para el tratamiento de desechos con STP.
- Apoyar los métodos agroecológicos de control de plagas.
- Creación de una base de datos o centro de información de alternativas a las STP.

5.5.5. Movimiento transfronterizo de STP

- Establecimiento de infraestructura para detectar, prevenir y controlar el movimiento transfronterizo.
- Armonización del marco legislativo.
- Creación y aplicación de programas de monitoreo regionales que suministren información para determinar los contaminantes que deben atenderse prioritariamente por medio de estrategias regionales.

5.5.6. Inventarios y modelos para STP

- Definición de procedimientos únicos para recopilación, análisis y notificación de datos sobre STP.
- Aplicación de modelos de emisión/transmisión/deposición para predecir la contaminación.
- Capacitación del personal correspondiente.
- Creación de inventarios y bases de datos para las fuentes de emisiones, patrones de uso y lugares de almacenamiento de STP.
- Uso de sistemas de información geográfica.

5.5.7. Sensibilización, participación y comunicación de riesgos

- Incluir los aspectos de sensibilización y participación en todo lo referente a STP.
- Programas de reducción de riesgos de salud derivados de las STP en grupos vulnerables o comunidades en alto riesgo de exposición.
- Incrementar la capacidad de informar a la población de los riesgos asociados con las STP así como de las formas de evitar la exposición. Elaboración de materiales destinados a determinados grupos.
- Intercambio de información y experiencias, tanto a escala regional como interregional.
- Procurar que el personal técnico a cargo de la gestión de STP mejore los materiales para difusión que se preparan en los países desarrollados.
- Elaboración de programas de comunicación de riesgos dentro de las dependencias de gestión de STP, incluidas estrategias para identificar las poblaciones vulnerables y determinar los mejores canales para llegar a las poblaciones interesadas.

5.5.8. Varios

- Inclusión de la dimensión social de la gestión de STP (véase también 5.6.1. y 5.6.7.).
- Creación de mecanismos sustentables para la eliminación de desechos y recipientes de STP. Reforzar la cooperación con miras a una eliminación de STP prohibidas y obsoletas que sea respetuosa del medio ambiente.
- Estudiar alternativas a las STP, en especial de los plaguicidas organoclorados y las STP industriales.
- Crear capacidad para establecer una base de datos sobre los niveles ambientales de STP y sus efectos en los organismos vivos.
- Revisar y elaborar protocolos y programas de capacitación para los encargados de manipular sustancias químicas en el gobierno, las empresas medianas y pequeñas, empresas grandes, cuerpos de bomberos, aduaneros y empleados en almacenes, laboratorios, hospitales, etc.
- Promover y exigir la responsabilidad del productor a escala nacional, regional e internacional (capacitación, información, etiquetado, distribución de envases “retornables”, etc.).

5.6. RESUMEN

Se llevó a cabo una valoración de la capacidad regional y las necesidades de gestión de STP en la Región revisando y evaluando la información compilada sobre (i) la capacidad de monitoreo; (ii) la legislación y demás reglamentos y estructuras de gestión; (iii) situación de la vigilancia del cumplimiento; (iv) alternativas y otras medidas para la reducción del uso de STP; y (v) transferencia de tecnología. Después de la valoración, se utilizó la capacidad regional existente para determinar las principales necesidades de mejora de la gestión de STP.

La capacidad de monitoreo de STP en la Región varía de un país a otro. Hay algunas instalaciones para el monitoreo de algunas STP en varios países. Sin embargo, ninguno posee instalaciones para efectuar un seguimiento de todas las STP de preocupación especial. En particular, no hay instalaciones en la Región para el monitoreo rutinario de dioxinas y furanos y varias nuevas STP preocupantes, como los PBDE. Son pocos los laboratorios de referencia acreditados, con reconocimiento internacional. Algunos países de América Central tienen órganos nacionales de acreditación de laboratorios. La mayoría de los países carecen de laboratorios de referencia con capacidad de analizar STP. Seis de los once países del Caribe de habla inglesa (Trinidad y Tobago, Barbados, Jamaica, las Bahamas, la Guyana, y Sta. Lucía) poseen alguna capacidad de laboratorio para monitorear determinadas STP. La importación, exportación, transporte, almacenamiento, uso y eliminación de STP están reglamentados por ley en todos los países de la Región, con la tendencia a considerar los plaguicidas independientemente de las demás STP.

Existe legislación para la aplicación del control y gestión de plaguicidas. Ya se ha llevado a cabo la armonización de la normatividad y los registros en América Central, y en la Organización de Estados del Caribe este proceso ya ha comenzado. Para las STP no plaguicidas hay poco registro y reglamentación de importaciones, exportaciones y uso, exceptuando los Convenios de Rotterdam y Basilea y unas pocas normativas nacionales que afectan a un número reducido de STP industriales. Jamaica es el único país de la Región que afirma tener control jurídico sobre las emisiones de dioxinas y furanos. Sólo Barbados registra como ilegal la quema de basura a cielo abierto. Honduras tiene un proyecto de resolución sobre gestión de desechos sólidos. La aplicación de la reglamentación sobre gestión de STP en la Región es compleja y depende de las características de cada país. Salvo excepciones, especialmente en algunos países caribeños, la observancia es escasa o nula. Las deficiencias en la reglamentación se derivan de la falta de leyes y normativas específicas, la escasa ejecución de la ley, escasa capacitación de los recursos humanos, divulgación insuficiente de los instrumentos jurídicos a todos los niveles, escasa coordinación intersectorial e interinstitucional, falta de recursos financieros para reforzamiento institucional, calificación y asistencia técnica, en particular para la infraestructura de laboratorios analíticos y para muestreo; falta de políticas regionales, insuficiente reglamentación para gestión de desechos sólidos y eliminación de plaguicidas, PCB y otras STP, e insuficiente control de las emisiones agrícolas e industriales.

En vista de estas deficiencias, hay que adoptar las siguientes medidas: a) inventarios y control de las industrias y productos químicos importados, producidos y usados; b) mejora de la capacidad técnica para muestreo y análisis de STP y creación de programas regionales para control y vigilancia de STP; c) introducción de tecnologías alternativas y limpias para la agricultura, industria y gestión de desechos; d) mejora y armonización de la normatividad y su aplicación relativa a la importación, uso, producción y emisión de STP; e) facilitación de la transferencia de tecnología; f) ratificación de los instrumentos internacionales pertinentes; g) aplicación de programas educativos en todos los sectores; h) capacitación de técnicos agrícolas en métodos sustitutos para la gestión de plagas; i) inclusión de los temas referentes a STP y tecnologías de producción limpias en los programas académicos de las universidades, institutos superiores y educación básica; y j) puesta en marcha de un sistema de eliminación adecuado para las reservas obsoletas de STP.

Una de las metas regionales inmediatas es el incremento y reforzamiento de los vínculos entre las universidades, las organizaciones nacionales de ciencia y tecnología y otras entidades educativas y de investigación. Los problemas ambientales en la cuenca común del Caribe requieren una cooperación internacional multidisciplinaria e investigación sobre tecnologías limpias.

5.7. REFERENCIAS

- Abó M. Cuba, 2002.** Diagnóstico Nacional sobre la infraestructura de manejo de productos químicos presented at the workshop “Fortalecimiento de Capacidades en México, América Central y el Caribe para el manejo adecuado de contaminantes orgánicos persistentes”. México DF, Mayo 2002. RFI/CENICA, Banco Mundial.
- Autoridad Marítima de Panamá. 2000.** Reducción del Vertimiento de plaguicidas por escorrentía desde fuentes terrestres no puntuales al Mar Caribe Panamá. Informe del país. Proyecto FMAM 110-99-04-2001. Departamento de Control de la Contaminación, Dirección General de Marina Mercante, Autoridad Marítima de Panamá, Republica de Panamá., Panamá.
- Bonilla J.P., J.E. Peinado, M.A. Urdaneta, E. Carrascal. 2001.** Informe sobre el uso y manejo de plaguicidas en Colombia, tendiente a identificar y proponer alternativas para reducir el escurrimiento de plaguicidas al mar Caribe. Bogotá, Colombia, Informe Final, Proyecto PNUMA/UCR/CAR, Fondo para el Medio Ambiente Mundial.
- Castro R. 2002.** Informe de la situación actual del manejo de productos POPs en Costa Rica. Presentado en el taller “Fortalecimiento de Capacidades en México, América Central y el Caribe para el Manejo Adecuado de Contaminantes Orgánicos Persistentes”. México DF, Mayo 2002. RFI/CENICA, Banco Mundial.

- Cetto, A.M. and H. Vessuri. 1998.** Latin America and the Caribbean in UNESCO. World Science Report, pp. 55-75.
- Chin Sue, H. 2002.** Jamaica Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Cifuentes D. 2002.** Guatemala Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Cruz Granja, A., R C. Flunky. 2002.** Nicaragua Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Dierksmeier, G. 2002.** Cuba Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Espinoza J. 2002.** Panamá Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- FAO. 1995.** Instrumento Jurídico armonizado para el Registro y Control de Plaguicidas.
- Fernández M. 2002.** Capacity building project to develop a strategic framework for management of persistent organic pollutants (POPs) in Belize. Presentado en el taller “Fortalecimiento de Capacidades en México, América Central y el Caribe para el manejo adecuado de contaminantes orgánicos persistentes”. México DF, Mayo 2002. RFI/CENICA, World Bank.
- González, R. 2001.** Diagnóstico de las regulaciones vigentes sobre plaguicidas en los países de la Región Centroamericana. Maestría tecnológica en medidas sanitarias y fitosanitarias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Gonzalez R. Calderon GR. 2002.** El Salvador Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Magloire, William L. 2002.** St. Lucia Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Nieto, O. 2002.** Colombia, Suriname and Venezuela Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- OIRSA: Directrices Generales para el Registro de Plaguicidas. (1996)**
- OIRSA: Directrices Generales para el Control de Calidad de Plaguicidas. (2000)**
- OPS. 2001.** Fichas Técnicas de Plaguicidas a Prohibir o Restringir Incluidos en el Acuerdo No. 9 de La XVI Reunión del Sector Salud de Centroamérica y República Dominicana (RESSCAD). OPS/OMS, San José, Costa Rica.
- PAEDDT. 2001.** Programa regional de acción y demostración de alternativas sostenibles para el control de malaria sin el uso de DDT en México y América Central. Propuesta a ser presentada al FMAM por la CCA.
- PNUMA/MARENA. 2001.** “Proyecto de Reducción del Ecurrimiento de plaguicidas al Mar Caribe”. Informe Nacional, Nicaragua. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), Nicaragua.

- PNUMA/MINAE. 2001.** Reducción del escurrimiento de plaguicidas al Mar Caribe. Informe Nacional, Costa Rica. Proyecto FMAM: 110-99 PNUMA. Programa de las Naciones Unidas del Medio Ambiente, Ministerio de Ambiente y Energía, Costa Rica.
- PNUMA/UCR/CAR. 2001.** Informe Nacional sobre uso y manejo de plaguicidas en Colombia tendiente a identificar y proponer alternativas para reducir el escurrimiento de plaguicidas al Mar Caribe. Informe Final. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Dirección General Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, Colombia.
- Porro L. 2002.** Dominican Republic Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Rajkumar W. 2002.** Trinidad and Tobago Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- RICYT.** El Estado de la Ciencia: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología. 2000.
- RFI. 2002.** Sound Management of Persistent Organic Pollutants in México, América Central and the Caribbean and Opportunities for Regional collaboration. Resource Futures International (RFI), Proyecto preliminar presentado al Banco Mundial.
- Sabillón R. D. 2002.** Honduras Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Singh, J. 2002.** Barbados Country Report on Persistent Toxic Substances. Region X – IRET/CSUCA, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances (GF/XG/4030-00-20), FMAM/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- UNCTAD/DST/6.** 1995. Technological Capacity-building and Technology Partnership: Filed Findings, Country Experiences and Programmes. Ginebra.

6. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

6.1. JERARQUIZACIÓN DE TEMAS RESPECTO A SUSTANCIAS QUÍMICAS

Durante una reunión celebrada en San José, Costa Rica, en octubre de 2002, un grupo de 40 expertos de 21 países, representantes de los sectores académico, gubernamental e industrial, así como de ONG y organismos internacionales, se establecieron las prioridades en materia de sustancias químicas en la Región X. Esta jerarquización se revisó y condensó durante la reunión del Equipo Regional en noviembre de 2002, y los resultados figuran en las tablas 6.1 y 6.2.

En general, no quedaron identificadas las preocupaciones relativas a STP en los ámbitos de salud humana y efectos ecotoxicológicos. Este hecho se debe a que falta información sobre estos temas en la Región. Las sustancias que más preocupan a escala regional son la atrazina, endosulfán, PAH, PCB, y toxafeno. Se consideró, sin embargo, que había carencia de datos respecto a las fuentes de todas las STP, lo que concuerda con el hecho de que no existen en ningún país de la Región inventarios completos de STP.

En cuanto a niveles ambientales, las sustancias preocupantes son el endosulfán, PAH y DDT. A escala local, las STP preocupantes son atrazina, aldrina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, mirex, PCB, HCH, HCB, plomo orgánico, mercurio y estaño, octil y nonilfenol.

Tabla 6.1 Puntaje de fuentes, niveles ambientales, efectos y falta de datos

Falta de datos	Efectos ecotox.	Falta de datos	Niveles ambientales			Falta de datos	Efectos en humanos	Falta de datos
Aldrina	0	2	1	0	0	0	0	0
Clordano	0	2	1	0	0	0	0	0
DDT	1	2	2	1	1	1	1	1
Dieldrina	0	2	1	0	0	0	0	0
Endrina	0	2	1	0	0	0	0	1
Heptacloro	0	2	1	0	0	0	0	0
HCB	1	2	1	0	0	0	0	0
Mirex	0	2	1	0	0	0	0	1
Toxafeno	0	2	2	1	0	2	0	1
PCB	2	2	1	1	0	1	0	1
Dioxinas	2	2	0	2	0	2	0	2
Furanos	2	2	0	2	0	2	0	2
HCH	0	2	1	0	0	2	0	2
PCP	0	2	1	0	0	2	0	2
PAH	2	2	2	1	0	2	0	2
Comp. org. merc.	1	2	1	1	0	1	1	0
Comp. org. est.	1	2	1	1	0	1	0	0

Comp. org. plomo	1	2	2	1	0	1	1	0
PBDE	1	2	0	2	0	0	0	0
Ftalatos	2	2	1	1	0	2	0	2
Endosulfán	2	2	2	1	0	2	2	1
Atrazina	2	2	1	1	0	2	0	2
Clordecone	0	2	0	0	0	0	0	1
Octilfenol	1	2	1	1	0	2	0	0
Nonilfenol	1	2	1	1	0	2	0	0
CP	1	2	1	1	0	0	0	0

Como en la tabla anterior, pueden asignarse los compuestos a un solo grupo por falta de información o de estudios.

Tabla 6.2: Prioridades regionales de determinadas STP

Item	Preocupación regional (2)	Preocupación local (1)	No preocupantes (0)
Fuentes	PCB, PAH, endosulfán, atrazina, toxafeno	DDT, HCB, HCH, PCP, mercurio org., plomo org., estaño org., CP.	aldrina, clordano, clordecone, dieldrina, endrina, heptacloro, mirex. Falta de datos sobre STP de posible preocupación regional: PBDE, dioxinas, furanos, ftalatos, octilfenol, nonilfenol
Niveles ambientales	DDT, endosulfán, PAH,	aldrina, atrazina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro HCB, mirex, toxafeno, PCB, HCH, mercurio org., plomo org., estaño org.	Ninguna Falta de datos sobre STP de posible preocupación regional: PBDE, dioxinas, furanos, ftalatos, octil - nonilfenoles
Efectos ecotox.	Ninguna	DDT	aldrina, clordano, clordecone, dieldrina, endrina, heptacloro, mirex. Falta de datos pero posiblemente preocupantes: atrazina,

			endosulfán, toxafeno, HCH, dioxinas, furanos, PAH, PCP, ftalatos, nonil – octilfenoles
Efectos en humanos	Endosulfán	DDT, mercurio org., plomo org.	Aldrina, clordano, clordecone, dieldrina, endrina, heptacloro, mirex. Falta de datos pero posiblemente preocupantes: atrazina, HCH, PAH, PCP, ftalatos, toxafeno, PCB, dioxinas, furanos.

Sobre la base de los datos sobre fuentes, transporte, depósito, efectos en la salud y el medio ambiente, control, reglamentación, monitoreo, investigación y evaluación de riesgo, comunicación y capacitación en materia de STP en América Central y el Caribe, que se describen en los capítulos 1-5, se llegó a las siguientes conclusiones para la reducción de la carga de STP en la Región:

6.2. DESARROLLO DE RECURSOS HUMANOS

Hace falta capacitación a distintos niveles: científicos, técnicos, expertos en políticas, administradores y directores en universidades, sectores público y privado, así como en ONG. La capacitación debe incluir la evaluación de riegos, tecnologías alternativas, gestión de plagas, toxicología, epidemiología, higiene ambiental e industrial, gestión ambiental, técnicas de análisis de STP, gestión de desechos, así como las dimensiones sociales de la lucha contra las STP. Una meta regional inmediata es la de incrementar y reforzar los vínculos entre universidades, organizaciones nacionales de ciencia y tecnología y demás entidades educativas y de investigación. Es necesaria la participación entre los principales interesados.

6.3. EVALUACIÓN Y COMUNICACIÓN DE RIESGOS

La evaluación de riesgos abarca a la vez el monitoreo sistemático y la elaboración de inventarios de fuentes, emisiones, movimientos y contaminación, vigilancia de los efectos biológicos y ambientales de STP, y estudios de casos especiales de episodios de contaminación o envenenamiento. El monitoreo de STP debería cubrir los medios atmosférico y acuático (aguas marinas, dulces y subterráneas), suelos, alimentos y organismos.

La comunicación de riesgos es necesaria a todos los niveles en forma de capacitación, divulgación, transferencia de información a dependencias públicas y de reglamentación, investigadores, sector privado, inversionistas, sindicatos, comunidades, ONG y ciudadanía. La comunicación de riesgos debe ampliarse a comunicación sobre control de contaminación, y tecnologías más limpias y menos tóxicas para la agricultura, la industria y la gestión de desechos.

6.4. MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE LABORATORIO

La capacidad de los laboratorios debe ser reforzada por las siguientes vías: a) modernización del equipo y las técnicas analíticas, incluyéndose las STP industriales y producidas no intencionalmente; b) creación de laboratorios de referencia nacionales y regionales; c) reforzamiento de los laboratorios regionales tanto en

términos de recursos humanos como físicos a fin de proporcionar servicios analíticos a los países cuyo tamaño y demanda de laboratorio no justifique la creación de laboratorios nacionales; d) asegurar asignaciones presupuestarias para la infraestructura necesaria y las funciones analíticas; y e) prestar apoyo a la modernización de los laboratorios existentes en materia de QA/QC y procesos de acreditación.

6.5. FOMENTO DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS

He aquí una cuestión clave en la reducción de la carga de STP en la Región, que implica, entre otras medidas: a) el desarrollo, aplicación y modificaciones pertinentes de tecnologías limpias para la agricultura, la industria y la gestión de desechos; b) el fortalecimiento de prácticas que impidan la formación y liberaciones de STP; c) la eliminación libre de riesgos de aceites de desecho y reservas obsoletas de STP, así como de transformadores que contienen PCB; d) la creación de capacidad de tecnologías que no emplean la combustión para el tratamiento de desechos con STP; e) la contención de emisiones de motores de gasóleo; y f) la creación de una base de datos o centro de intercambio de información sobre sustitutos de las STP.

6.6. ELABORACIÓN DE NORMATIVAS Y VIGILANCIA DE SU CUMPLIMIENTO

Se trata también de un área en que se precisan importantes mejoras, como la creación y armonización de una normatividad efectiva, y su aplicación a la importación, exportación, transporte, uso, producción, emisión, almacenamiento y eliminación de STP. Otras necesidades son la ratificación de los convenios internacionales pertinentes, la armonización dentro de la misma Región y entre la Región y los tratados y convenciones internacionales, el robustecimiento de la infraestructura de inspecciones y ejecución de la ley, actualmente deficientes, la definición y vigilancia del cumplimiento de las normas sobre concentraciones de STP en el medio ambiente y los lugares de trabajo, el marco jurídico para el monitoreo de STP, la coordinación entre dependencias oficiales implicadas en la gestión de STP en cada país y en la Región, la habilitación del sector de salud primaria en materia de prevención, diagnóstico, y tratamiento de los efectos adversos de las STP. También es necesaria la coordinación intersectorial regional y nacional en materia de reglamentación administrativa y aplicación.

LISTA DE ABREVIATURAS

AEC:	Asociación de Estados del Caribe
BFR:	Retardante de llama bromado
CIN:	Comité Intergubernamental de Negociación
COP:	Contaminante Orgánico Persistente
CP:	Parafina clorada
DDE:	Diclorodifenilcloroetano
DDT:	Diclorodifeniltricloroetano
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FMAM:	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
HCB:	Hexaclorobenceno
HIPS:	Poliestireno de alto impacto
IARC:	Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer
IPM:	Gestión integral de plagas
MCCA:	Mercado Común Centroamericano
OECO:	Organización de Estados del Caribe Oriental
OMS:	Organización Mundial de la Salud
ONG:	Organización no gubernamental
OPS:	Organización Panamericana de la Salud
PAH:	Hidrocarburo aromático policíclico
PBB:	Bifenilo polibromado
PBDD:	Dibenzodioxina polibromada
PBDE:	Éter de bifenilo polibromado
PBDF:	Dibenzofurano polibromado
PCB:	Bifenilo policlorado
PCBE:	Éter de bifenilo policlorado
PCDD:	Dibenzodioxina policlorada
PCDF:	Dibenzofurano policlorado
PCP:	Pentaclorofenol
PNUD:	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA:	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
STP:	Sustancia Tóxica Persistente
TEP:	Tetraetilplomo
TLCAN:	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
TMP:	Tetrametilplomo



Puede solicitar un ejemplar del presente informe en:

UNEP Chemicals,
11-13, chemin des Anémones
CH-1219 Châtelaine, GE
Suiza

Tel : +41 22 917 1234
Fax : +41 22 797 3460
E-mail: chemicals@unep.ch
<http://www.chem.unep.ch>

PNUMA Productos Químicos forma parte de la División de Tecnología,
Industria y Economía del PNUMA

Printed at United Nations, Geneva
GE.03-01559-July 2003-300
UNEP/CHEMICALS/2003/10

Puede solicitar un ejemplar del presente informe en:

UNEP Chemicals,
11-13, chemin des Anémones
CH-1219 Châtelaine, GE
Suiza

Tel : +41 22 917 1234
Fax : +41 22 797 3460
E-mail: chemicals@unep.ch
<http://www.chem.unep.ch>

PNUMA Productos Químicos forma parte de la División de Tecnología,
Industria y Economía del PNUMA

Printed at United Nations, Geneva
GE.03-01559-July 2003-300
UNEP/CHEMICALS/2003/10