

**DECIMOCTAVO INFORME  
ESTADO DE LA NACIÓN EN DESARROLLO  
HUMANO SOSTENIBLE**

**Informe Final**

**Plaguicidas y otros contaminantes**

*Investigadores:  
Luisa Eugenia Castillo M.  
Clemens Ruedert  
Fernando Ramírez  
Berna van Wendel  
Viria Bravo  
Elba de la Cruz*



**Nota: Las cifras de las ponencias pueden no coincidir con las consignadas por el XVIII Informe Estado de la Nación en el tema respectivo, debido a revisiones posteriores. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.**

**Contenido**

<b>Hechos relevantes .....</b>	<b>3</b>
<b>Resumen Ejecutivo .....</b>	<b>3</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>Importación de sustancias químicas .....</b>	<b>6</b>
<b>Productos de mayor importación: derivados de petróleo y fertilizantes</b>	<b>7</b>
Plaguicidas .....	9
Químicos industriales .....	10
Contaminantes orgánicos persistentes (COP) .....	12
<b>Uso de plaguicidas .....</b>	<b>13</b>
<b>Uso de plaguicidas agrícolas.....</b>	<b>14</b>
<b>Dispersión e impacto ambiental de los plaguicidas de uso agropecuario.....</b>	<b>21</b>
<b>Toxicidad de los plaguicidas importados.....</b>	<b>21</b>
<b>Presencia en el agua superficial.....</b>	<b>23</b>
<b>Presencia en el agua subterránea y potable .....</b>	<b>27</b>
<b>Estudios recientes de impacto en la salud de los plaguicidas de uso agropecuario</b> <b>.....</b>	<b>28</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>32</b>

## Hechos relevantes

- La información sobre contaminantes (importación, producción, uso, emisiones, contaminación e impactos en salud) es deficitaria y su generación constituye una necesidad del país.
- La generación de dioxinas y furanos se ha estimado en el marco del Convenio de Estocolmo y se estima que la quema a cielo abierto y la producción de metales serían los principales generadores.
- La importación de fertilizantes es alrededor de 15 veces más alta que la de plaguicidas con base en la importación de productos formulados.
- No se aprecia un esfuerzo significativo del país en la reducción del uso de plaguicidas agrícolas.
- Entre los insecticidas de mayor importación está el imidacloprid un insecticida del grupo neonicotínico que es muy tóxico para abejas y que ha sido implicado en el fenómeno de mortandad masiva de abejas observado en los países europeos.
- Los residuos de plaguicidas y nitratos están llegando a los ríos, zonas costera, y aguas subterráneas.
- Las concentraciones de plaguicidas detectadas en los ríos y quebradas afectan a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos (indicadores de contaminación) y se encuentran en concentraciones que pueden causar daño a los organismos acuáticos.
- La población humana está expuesta a los plaguicidas de uso agrícola tal como lo demuestra la detección de concentraciones de clorpirifos en orina de niños en zonas de producción de banano y plátano en concentraciones susceptibles de causar daño.

## Resumen Ejecutivo

Esta ponencia profundiza sobre el estado actual en el país de algunos de los aspectos relevantes para el ambiente relacionados con las sustancias químicas. Aborda en forma general la importación de los diferentes grupos de sustancias químicas entre los que destacan los hidrocarburos, los agroquímicos y otros productos químicos industriales. Se analiza con mayor detalle los plaguicidas agropecuarios, un grupo que ha recibido ya durante muchos años una atención particular por el hecho de ser un insumo agrícola muy importante, de alto consumo (Costa Rica sigue ocupando los primeros lugares a nivel mundial en cuanto a la importación de kg de i.a. por área cultivada) y por otro lado a raíz de la información generada sobre efectos en la salud e impacto ambiental. Es uno de los grupos de contaminantes sobre el que existe mayor información generada en el país.

De acuerdo con la información de PROCOMER las sustancias químicas de mayor importación son los derivados de petróleo, los agroquímicos y los químicos industriales (incluye tensoactivos, preparaciones para lavar y limpieza, desinfectantes, disolventes,

ácido sulfúrico, ácido nítrico, amoníaco, ácido clorhídrico, hidróxido de sodio, propano (LPG), cloro, acetileno).

Si bien los derivados de petróleo son las sustancias químicas de mayor importación existe información limitada en cuanto a las emisiones ambientales de estos. El segundo grupo en cuanto a volumen de importación son los fertilizantes, por cada kg de producto formulado de plaguicida que ingresó al país se importaron aproximadamente 15 kg de fertilizantes. Aunque estos no tienen las características de toxicidad que tienen los plaguicidas tampoco están exentos de impactos en la salud y en el ambiente. Investigaciones realizadas en el país durante la última década han detectado la presencia de nitratos tanto en aguas superficiales como en aguas subterráneas.

El uso de plaguicidas en cultivos agrícolas es de aproximadamente xxx por área cultivada. Su uso por hectárea es mayor en banano, papa, y piña, sin embargo al considerar el área de cultivo, el arroz (9%), la caña de azúcar (5,6%) adquieren también relevancia. Por el contrario la papa con un área anual de cultivo de solamente 2400 ha. solo representa el 1,8% del total importado. Se estima que el 16% del total de plaguicidas importados se usa en banano y el 10,2% en piña. Esta información puede orientar los esfuerzos del país en cuanto a prioridades para la implementación de programas de buenas prácticas agrícolas y de monitoreo ambiental.

La ponencia documenta y resume estudios de programas de monitoreo ambiental de plaguicidas, farmacéuticos y productos de cuidado personal, así como algunos estudios recientes de impacto en la salud, entre otros la detección de concentraciones de clorpirifos en orina de niños en zonas de producción de banano y plátano.

Con base en el uso e importaciones de plaguicidas de los últimos años se puede inferir que el país no ha realizado grandes cambios en su estrategia de producción agrícola y el control de plagas depende casi exclusivamente del control químico

Otros productos importantes a considerar son los fármacos, productos de uso personal, subproductos de la desinfección, medicamentos veterinarios, así como esteroides y hormonas. Sobre este grupo de sustancias, que se ha nominado como “contaminantes emergentes” existe hoy en día un interés creciente por su diseminación en el ambiente, y se han encontrado en aguas potables y superficiales. En general son sustancias que no están reguladas, y que es conveniente en el futuro próximo regular.

**Descriptores:** sustancias químicas, plaguicidas, fertilizantes, herbicidas, insecticidas, productos petroleros, químicos industriales, plaguicidas agrícolas, antibióticos, toxicidad, agua superficial, agua subterránea.

## **Introducción**

Hoy en día el uso de sustancias químicas en Costa Rica es bastante relevante tomando en cuenta los diferentes sectores entre otros: actividades agrícolas, actividades pecuarias y las acuícolas a gran escala, igualmente debe considerarse las actividades industriales, así como la importante importación y uso de derivados del petróleo.

El uso de sustancias químicas puede generar emisiones al ambiente en los diferentes momentos de su ciclo de vida<sup>1</sup> desde su fabricación o formulación, hasta su uso final o disposición final en términos de residuos. Ello da lugar a la dispersión de contaminantes en los diferentes compartimentos ambientales, como agua, aire, biota y suelos.

La dispersión ambiental va a depender, entre otros factores, del tipo de emisiones al ambiente y de las características físico-químicas de las sustancias emitidas.

De mucha importancia para la calidad de las aguas es la dispersión ambiental de contaminantes cuando en el proceso industrial se emiten residuos a los cuerpos de agua. Igualmente el uso de los detergentes para lavar ropa y otros genera importantes emisiones al ambiente, las aguas jabonosas van sin ningún tratamiento a los ríos tanto en áreas urbanas como agrícolas. La dispersión ambiental puede ser también al aire cuando se aplican productos a gran escala como aerosol, por volatilización de plaguicidas o solventes o por emisiones directas al aire, como chimeneas en plantas industriales.

Las sustancias químicas tóxicas o peligrosas pueden generar efectos negativos sobre la salud de la población o generar un deterioro sobre los recursos naturales, todo depende de las sustancias, su toxicidad, su uso y su dispersión ambiental. Por ejemplo, la presencia de ciertas sustancias químicas que son tóxicas para peces, cuando entran en aguas superficiales pueden generar un efecto sobre los peces en el agua a corto o a largo plazo dependiendo de su concentración en el agua y su toxicidad. Lo mismo para los otros organismos acuáticos o terrestres y para el ser humano.

Un uso y control no adecuado puede resultar además en un daño económico por deterioro ambiental o de la salud, por costos adicionales para reducir o mitigar el daño generado. En el caso de Costa Rica puede llegar a afectar negativamente la imagen internacional del país, conocido por su alta biodiversidad y su protección de los recursos naturales.

En general el Estado debe ejercer un control sobre el uso de sustancias químicas peligrosas para proteger la salud general de su población y para proteger los recursos naturales. El nivel de reglamentación depende de las sustancias y su uso. Para varios grupos de sustancias existe legislación nacional, involucrando a varios ministerios. Además, Costa Rica ha ratificado varios convenios internacionales que tienen que ver con un mejor control de sustancias peligrosas reduciendo su impacto ambiental y posible afectación a la salud humana.

El marco legal implementado, que debe basarse en los principios establecidos en la Constitución que garantizan la protección de la salud y del ambiente, debe contribuir a un uso racional, adecuado y controlado de estas sustancias.

Esta ponencia profundiza sobre el estado actual en el país de algunos de los aspectos relevantes para el ambiente de algunos grupos de sustancias químicas. Aborda en forma general la importación de los diferentes grupos de sustancias químicas entre los que destacan los hidrocarburos, los agroquímicos y otros productos químicos industriales. Se analiza con mayor detalle los plaguicidas agropecuarios, un grupo que ha recibido ya durante muchos años una atención particular por el hecho de ser un insumo agrícola muy importante, de alto consumo (Costa Rica sigue ocupando los primeros lugares a nivel mundial en cuanto a la importación de kg de i.a. por área cultivada) y por otro lado a raíz de los casos de intoxicación y la contaminación ambiental. También es uno de los grupos de contaminantes sobre el que existe mayor información generada en el país.

Otro grupo relevante es de las sustancias orgánicas clasificadas como *contaminantes emergentes*. Sustancias que actualmente no cuentan con mucha regulación a nivel ambiental pero que si se están emitiendo mucho al ambiente como surfactantes, productos farmacéuticos, productos para el cuidado personal, retardantes de fuego, antisépticos, esteroides y hormonas y subproductos de la desinfección del agua. Compuestos que tienen el potencial de generar efectos negativos sobre por ejemplo los organismos acuáticos y la salud humana pero sobre los que todavía no se tiene mucho conocimiento en el país. En cuanto a estos contaminantes emergentes se analiza brevemente cuáles pueden ser los relevantes para Costa Rica y describe el estado de conocimiento actual a nivel nacional.

### Importación de sustancias químicas

El análisis de la información sobre importaciones de productos químicos que genera el Departamento de Estadísticas de la Dirección General de Aduanas del país nos brinda un panorama de los grupos de sustancias más importantes del país (Cuadro 1). En orden de importación de acuerdo con el peso bruto los grupos más importantes son los productos petroleros y los fertilizantes.

**Cuadro 1**  
**Importación de productos químicos a Costa Rica de acuerdo con su peso. 1999/2004/2009**  
**(peso bruto x 10<sup>3</sup> kg),**

		1999 <sup>1</sup>	2004 <sup>1</sup>	2009 <sup>2</sup>
<b>Productos petroleros</b>	<b>Combustible</b>	1.430.632	4.076.750	2.492.833
	<b>Otros productos</b>	10.964	10.311	

	<b>Aceites y grasas lubricantes</b>	27.057	24.737	
<b>Productos agrícolas</b>	<b>Plaguicidas<sup>a</sup></b>	18.476	24.732	21.680
	<b>Fertilizantes</b>	294.545	366.900	335.218
<b>Químicos industriales<sup>b/c</sup></b>		205.168	252.373	342.256
<b>Total</b>		<b>1.986.842</b>	<b>4.757.003</b>	<b>3.191.987</b>

<sup>a</sup> Plaguicidas agrícolas: fungicidas, insecticidas, nematicidas, herbicidas, inhibidores de germinación y reguladores de crecimiento en plantas, otros plaguicidas.

<sup>b</sup> Químicos industriales: incluye tensoactivos, preparaciones para lavar y limpieza, desinfectantes, disolventes, ácido sulfúrico, ácido nítrico, amoníaco, ácido clorhídrico, hidróxido de sodio, propano (LPG), cloro, acetileno.

<sup>c</sup> En los químicos industriales no se incluye los productos químicos utilizados en la producción de materiales plásticos. En el 2009 se importó 197.228 kg en este rubro.

Fuente: Elaboración propia con base en: <sup>1</sup>Grupo Nacional Coordinador, 2008 y <sup>2</sup>PROCOMER, 2012.

### Productos de mayor importación: derivados de petróleo y fertilizantes

Puede observarse en el cuadro 1 que la importación de combustibles es determinante en el total de sustancias químicas importadas y que existe bastante variabilidad en el volumen importado. En el caso de los combustibles hay diferentes factores que podrían determinar estos cambios, tales como el costo y el mayor uso en años secos para generación eléctrica.

Si bien los derivados de petróleo son las sustancias químicas de mayor importación existe información limitada en cuanto a las emisiones ambientales de estos.

Las importaciones de **fertilizantes** suben de 294,5 millones en 1999 a 366,9 millones de kg en el 2004 y en el 2009 es de 335,2 (ver cuadro 1). Usando los datos de importación de formulaciones de PROCOMER (cuadro 1) por cada kg de producto formulado de plaguicida que ingresó al país se importaron aproximadamente 15 kg de fertilizantes. Si bien los fertilizantes no tienen las características de toxicidad que tienen los plaguicidas tampoco están exentos de impactos en la salud y en el ambiente.

En el caso de aguas superficiales la presencia de nitratos y otros nutrientes puede generar eutrofización de las aguas, lo que es especialmente delicado en áreas de humedales y lagunas costeras. Igualmente se ha reportado en la literatura que la presencia de cantidades altas de nitratos en aguas favorece la formación de mareas rojas. Igualmente el consumo de aguas contaminadas con nitratos puede causar metahemoglobinemia (que afecta la capacidad de la sangre en capturar oxígeno) en la población humana, siendo los niños especialmente susceptibles.

Investigaciones realizadas en el país durante la última década han detectado la presencia de nitratos tanto en aguas superficiales como en aguas subterráneas, como se puede observar en el cuadro siguiente.

**Cuadro 2**  
**Presencia de nitratos en aguas subterráneas y superficiales de Costa Rica**

Muestras / Año	Número muestras	Concentraciones encontradas (mg NO <sub>3</sub> /L)	Observaciones
Aguas pozo: Zona Atlántica / 2002-2004	84	14 muestras > 5 C max = 18	Niveles superiores a 5mg NO <sub>3</sub> /L fueron encontradas en pozos dentro o cerca de fincas de banano, piña u ornamentales.
Aguas pozo: Guanacaste / 2011	4	<0,5-7,6 2 muestras < 0,5	Área cultivo de caña y arroz
Aguas nacientes: Cartago / 2006-2009	16	7,2 - 18	Área cultivo de hortalizas
Aguas superficiales: quebradas Plantón y Pacayas, Cartago / 2006-2009	72	2,9 – 39,3	Área cultivo de hortalizas
Aguas superficiales: ríos, canales y quebradas de la cuenca LMD / 2009-2010	44	0,5 – 38,4	Área cultivo de banano, piña y arroz
Aguas superficiales: ríos y quebradas de la cuenca del Río Jiménez / 2009-2010	14	0,7 - 3,2 6 muestras <0.5	Área cultivo de banano, piña
Aguas superficiales: Ríos, quebradas, canales y lagunas de la cuenca del RíoTempisque – en el Parque Nacional Palo Verde y alrededores / 2008-2011	104	<0,03-2,8 79 muestras <0,5 16 muestras >1	Zonas protegidas, áreas de cultivos de arroz y caña
Agua superficial: Ríos, Guanacaste / 2008-2011	16	0,6 – 12,6 2 muestras <0,5	Ríos que alimentan los canales de riego con influencia de áreas urbanas y ganaderas
Agua superficial: Efluentes actividades agropecuarias, acuicultura, Guanacaste / 2008-2011	22	1,4-17,5 5 muestras <0,5	Efluentes y canales de drenaje de actividades pecuarias, acuicultura y arroz
Agua superficial: Área protegidas, Guanacaste / 2008-2011	18	0,7-25 7 muestras <0,5	Áreas protegidas con influencia de área urbana y actividades agrícolas, y acuicultura.

Fuente: Elaboración propia con base en Castillo et al., 2005; Fournier et al., 2010; Castillo et al., 2011; Echeverría et al., 2010; De la Cruz et al., 2012 y Fournier et al., 2012.

En los pozos de la zona Atlántica, todas las concentraciones superiores a 5 mg de  $\text{NO}_3^-$ /L fueron encontradas en muestras tomadas dentro o cerca de plantaciones de banano (11 muestras), de piña u ornamentales (3 muestras). En nacientes de Cartago se encontró igualmente una concentración máxima de 18 mg de  $\text{NO}_3^-$ /L. Si bien los valores no superan el límite recomendado de 25 mg  $\text{NO}_3^-$ /L, en agua potable (La Gaceta, 2005), si constituyen una señal de alerta. Los valores para un limitado número de muestras en Guanacaste fue más bajo con una concentración máxima de 7,6 mg de  $\text{NO}_3^-$ /L.

En aguas superficiales los valores alcanzan una concentración máxima de 39,3 mg de  $\text{NO}_3^-$ /L en el área de cultivo de hortalizas de Plantón y Pacayas en Cartago. En la Región Caribe las concentraciones máximas alcanzaron 38,4 mg de  $\text{NO}_3^-$ /L en los ríos de la cuenca de la Laguna Madre de Diós (LMD) y de 3,2 mg  $\text{NO}_3^-$ /L en el Río Jimenez. En el caso de los ríos de la cuenca LMD, debe considerarse que los ríos fluyen al área de lagunas costeras protegidas del complejo de los Canales de Tortuguero. Las lagunas costeras son ecosistemas importantes de protección de flora y fauna silvestre, entre ellas diversas especies de peces y camarones, aves, anfibios y mamíferos como el manatí. Los niveles de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ /L) aptos para mantener la vida acuática no deberían ser mayores a 10 mg/L (La Gaceta, 2007).

En Guanacaste se encontraron valores de nitratos más bajos que en Cartago y en la cuenca de la Laguna Madre de Diós, pero más altos que 10 mg/L (ver cuadro 2). Inclusive en áreas protegidas como en el Estero Piedras con influencia de camaronerías los valores medidos alcanzaron una concentración máxima de 25 mg de  $\text{NO}_3^-$ /L.

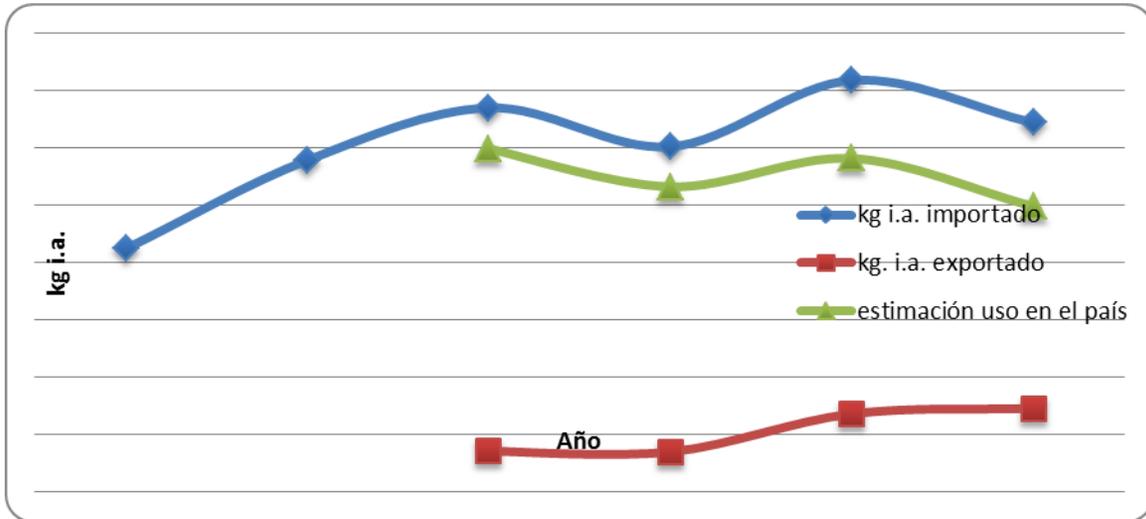
## Plaguicidas

De acuerdo con la información del cuadro 1 (Perfil Nacional de Sustancias Tóxicas; PROCOMER), los **plaguicidas** importados alcanzaron un valor de importación de 24,7 millones de kg en el 2004, de 21,7 millones de kg en el 2009. De acuerdo con la base de datos de PROCOMER la importación de plaguicidas alcanzó 25,4 en el 2010. Estos datos corresponden al producto total importado es decir lo que se conoce como producto formulado que incluye porcentajes variables de ingrediente activo y sustancias inertes.

De acuerdo con Ramírez y colaboradores (2012) las importaciones de plaguicida en kilogramo de ingrediente activo (i.a.) fueron de 13,3 y 12,9 millones de kilogramos en 2008 y 2011. Datos del Servicio Fitosanitario del Estado del MAG (Vega, 2012) indican que del total de ingrediente activo importado se reexportaron 1,4 millones de kilogramos en 2008 y 2,9 millones de kilogramos en 2011. Esto representa una reexportación de 11 y 23% del total de importaciones y da una estimación de uso en el país de 12 millones de kilogramos en 2008 y 10 millones en 2011 de acuerdo los valores del SFE. La exportación se incrementó en los últimos dos años y habría que ver si esta tendencia se mantiene. Hay que considerar que la importación y procesamiento de plaguicidas en el país, aunque luego sean exportados pueden generar riesgos, emisiones, e impactos sobre el ambiente o la salud durante su manejo en el país, asociado al desembarque, transporte en la zona costera y en tierra y manejo en plantas formuladoras, entre otros.

Por ello el detalle sobre las sustancias importadas para estos fines y las cantidades de las mismas es relevante. Los datos de importación del SFE y del IRET-UNA son coincidentes (gráfico 1).

**Gráfico 1**  
**Importación y exportación de plaguicidas de acuerdo a datos del Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) en kg i.a. 10<sup>3</sup>**



Fuente: Elaboración propia con base en Vega, 2012.

Los valores de importación de plaguicidas ubican a Costa Rica como uno de los países de mayor consumo en el mundo. Además debe considerarse que los plaguicidas son sustancias venenosas, que a diferencia de cualquier otro veneno, se distribuyen intencionalmente en el ambiente. Por la importancia de este grupo de compuestos y porque se ha generado bastante información en cuanto a sus impactos a la salud y al ambiente el tema de plaguicidas se abordará con mayor amplitud en una sección independiente.

### Químicos industriales

La importación de químicos industriales constituye el tercer grupo de productos importados (Cuadro 1), incluye tensoactivos, preparaciones para lavar y limpieza, desinfectantes, disolventes, ácido sulfúrico, ácido nítrico, amoníaco, ácido clorhídrico, hidróxido de sodio, propano (LPG), cloro, acetileno (Perfil Nacional sobre la Gestión Racional de Sustancias Químicas, 2008). Muchos de estos compuestos pueden generar importantes riesgos para la salud pública y para el ambiente, sin embargo la información sobre la contaminación que generan es casi inexistente. En el caso de productos que se usan ampliamente a nivel domiciliario, comercial e industrial tales como el cloro, desinfectantes, tensoactivos, etc. su dispersión ambiental podría ser importante. Los detergentes utilizados a nivel industrial, doméstico y agrícola pueden contener sustancias orgánicas persistentes que se liberan a los cuerpos de agua sin un tratamiento adecuado.

Otros productos importantes a considerar son los fármacos, productos de uso personal, subproductos de la desinfección, medicamentos veterinarios, así como esteroides y hormonas. Sobre este grupo de sustancias, que se ha nominado como “contaminantes emergentes” existe hoy en día un interés creciente por su diseminación en el ambiente, y se han encontrado en aguas potables y superficiales. En general son sustancias que no están reguladas, y que es conveniente en el futuro próximo regular.

En el cuadro 3 se observa los datos de importación de los productos farmacéuticos y de cuidado personal (PCP). El monto de la importación presenta variabilidad para los años estudiados sobre todo para el caso de los farmacéuticos. Sin embargo el volumen importado es significativo y sería conveniente mantener un seguimiento a estas importaciones y profundizar en su análisis al igual que realizar una evaluación de su toxicidad para los organismos vivos y estudiar sus implicaciones como contaminantes.

**Cuadro 3**  
**Importación de productos farmacéuticos y de cuidado personal (PCP) de acuerdo con su peso. 2008-2011**  
**(peso bruto x 10<sup>3</sup> kg)**

	2007	2008	2009	2010	2011
Farmacéuticos	7.127	7.931	17.650	9.021	8.289
PCP	23.998	26.352	26.947	26.455	27.860
<b>Total F &amp; PCP</b>	<b>31.124</b>	<b>34.283</b>	<b>44.597</b>	<b>35.476</b>	<b>36.149</b>

Fuente: Elaboración propia con base en PROCOMER, 2012.

Uno de los pocos estudios recientes publicados sobre la presencia de farmacéuticos y PCP en las aguas superficiales del país es el de Spongberg et al. (2011) que incluye la recolección de 86 muestras de agua en aguas superficiales, dulce y salada, distribuidas en todo el país.

Los cinco compuestos detectados con mayor frecuencia son la doxiciclina en 77% de las muestras, la sulfadimetoxina en 43%, el ácido acetilsalicílico en 41%, el triclosan en 34% y la cafeína en 29% de las muestras. Esta última fue además la sustancia que se encontró en concentraciones mayores con una concentración máxima de 1,1 mg/L. Otras sustancias encontradas en mayor concentración incluyen la doxiciclina con 74 µg/L, el ibuprofen con 37 µg/L, gemfibrozil con 17 µg/L, acetaminofén 13 µg/L y el ketoprofen con 10 µg/L. Estas sustancias incluyen productos de uso común como antibióticos, bactericidas, analgésicos, antiinflamatorios no esteroideos, reguladores de lípidos y un estimulante (la cafeína).

Los resultados del estudio indican una tendencia similar a la que se observa en otros países. Sin embargo el carbamazepine, un antidepresivo y anticonvulsivo, se encontró en solamente un 10% de las muestras indicando un probable menor consumo en nuestro país. Por el contrario la doxiciclina una tetraciclina, se encontró en mayor frecuencia y concentraciones que en otros países. Esto podría deberse, de acuerdo con

los autores del estudio a un mayor consumo o a diferencias en el comportamiento de la sustancia en países tropicales.

Los sitios con mayor presencia de compuestos fueron aguas debajo de un efluente del hospital de Golfito; el efluente de la planta de tratamiento en Liberia con un 59% de detección de compuestos; el Parque Nacional Manuel Antonio, con un 56% de detección de compuestos, indicando la posibilidad de que las aguas residuales de los hoteles y áreas alrededor del Parque estén provocando esta contaminación. Igualmente en el Río Tárcoles se observó una alta frecuencia (44%) de detección de compuestos.

En el Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible (2011), se incluye los resultados de otro estudio sobre antibióticos en el ambiente, en este caso el estudio aborda la exposición y efectos del uso de antibióticos en las actividades productivas en Guanacaste (ver recuadro 4.4 del Informe 17).

En la sección sobre plaguicidas se aborda el tema de los antibióticos de uso agrícola.

### **Contaminantes orgánicos persistentes (COP)**

Estos son compuestos que por sus características de persistencia y toxicidad han sido incluidos en el Convenio de Estocolmo, el cuál busca iniciar actividades internacionales para proteger la salud humana y el ambiente mediante la reducción o eliminación de las emisiones y descargas de estos compuestos. En este Convenio se incluyen plaguicidas organoclorados de la primera generación (aldrín, dieldrín, DDT, endrín, clordano, mirex, toxafeno, heptacloro, y hexaclorobenceno), bifenilos policlorados (PCB) y productos secundarios industriales no intencionados como los policlorodibenzo-dioxinas (dioxinas) y los policloro-dibenzo-furanos (furanos). Costa Rica aprueba el Convenio de Estocolmo en agosto del 2006 mediante la ley 8538. Como parte del compromiso adquirido se genera entre otros la elaboración de inventarios de los COP (MINAET, 2009).

A partir del 2001 (Decreto 30050-S) se prohíbe la fabricación, importación, tránsito, registro, comercialización y uso de materia prima que contenga PCB. Se considera que el uso principal de PCB en el país se dio en equipos de transmisión eléctrica (transformadores y otros). Durante la realización del inventario (MINAET, 2009) se evaluaron equipos del ICE y de la CNFL, considerándose contaminados aquellos equipos con concentraciones mayores a 50 ppm. Se evaluaron 14.739 equipos de los cuáles entre el 10-15% resultaron positivos con una prueba preliminar (kit) pero tomando en cuenta las confirmaciones por el método más preciso de la cromatografía de gases se estimó en 22 los equipos contaminados, es decir 0,15% de los equipos evaluados.

El inventario recomienda entre otros que se establezca una normativa nacional que establezca las obligaciones de los propietarios de los equipos con PCB, definiendo procedimientos de análisis, de reporte de equipos contaminados y recomendaciones de manipulación y disposición final. También recomienda que se realice un análisis de

posibles sitios contaminados donde se valoren las condiciones de almacenamiento de los equipos (MINAET, 2009).

El inventario de plaguicidas pertenecientes a los COP que se realizó durante los años 2001 y 2002 y que posteriormente se actualizó entre el 2004 y 2006, identificó 8621 kg de DDT, 120 kg de dieldrín y alrededor de 2 kg de mirex. Durante una evaluación piloto de COP en la zona de Palmar Sur, no se encontraron plaguicidas en las bodegas, pero se evidenciaron sospechas de la existencia de material enterrado (MINAET, 2009).

En cuanto a **dioxinas y furanos** el inventario realizado (MINAET, 2009) identifica posibles actividades que podrían liberar estos compuestos, entre otros: incineración de residuos, generación de energía, producción de metales ferrosos y no ferrosos, transporte, procesos de combustión no controlada, producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumos. Las cantidades potencialmente liberadas al ambiente se estimaron con un “toolkit” elaborado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). De acuerdo con este instrumento el 97% de las liberaciones provinieron de dos categorías: procesos de quema a cielo abierto (55%) y producción de metales (42%).

## Uso de plaguicidas

Un aspecto importante de los plaguicidas es el hecho de que son en general sustancias emitidas al ambiente voluntariamente para producir un efecto tóxico sobre algunos organismos. Son utilizados para controlar plagas, enfermedades, y malezas no deseadas. Se manejan varios términos para plaguicidas dependiendo el área de su aplicación, como agroquímicos, productos fitosanitarios, medicamentos veterinarios o biocidas.

El tema del alto uso de plaguicidas en los cultivos de exportación ha llamado mucho la atención a nivel nacional e internacional, lo que ha generado acciones para evaluar su gestión como por ejemplo la evaluación por parte de la Contraloría General de la República (CGR) sobre la función del Estado en el control de los impactos de los plaguicidas agrícolas (CGR, 2004 a, b, c), en donde indicaron una serie de debilidades por parte del estado en este control.

A raíz de las preocupaciones externadas se han dado una serie de iniciativas como por ejemplo cambios en el marco legal de la autorización del uso de agroquímicos, inversiones para aumentar la capacidad de control de residuos, propuestas de buenas prácticas agrícolas e investigación científica, entre otros.

En los informes del Estado de la Nación de los últimos años se han hecho referencia al uso de plaguicidas utilizados en la agricultura. El uso en la agricultura es importante sin embargo también son utilizados a nivel domestico, en la industria y para el control de vectores en la protección de la salud humana.

El país cuenta con actividad formuladora de plaguicidas, existen 13 compañías formuladoras activas y registradas ante el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) del Ministerio de Agricultura. Las compañías más importantes son Formulaciones Químicas S.A. con 224 productos formulados, Industrias Químicas, S.A. con 201, Industrias Bioquímicas Centroamericana, S.A. con 157 y Agroquímica Industrial Rimac S.A. con 133. Las demás (9) formulan menos de 50 productos cada una, inclusive 3 de ellas formulan 1 solo producto.

El uso de plaguicidas domésticos es una práctica frecuente en el país. Las aplicaciones de plaguicidas se dan mediante la contratación de compañías fumigadoras para el control de plagas domésticas como por el uso de plaguicidas tipo spray, espirales, de venta en establecimientos comerciales tipo supermercados, etc.

Un estudio de exposición a insecticidas domésticos en niños (Crowe et al., 2010), indicó que más del 70% de las 877 madres entrevistadas reportaron uso doméstico de plaguicidas en espray (organofosforados y piretroides) o espirales (piretroides).

No fue posible contar con información por parte del Min. de Salud en cuanto al número inscrito de compañías fumigadoras para el control de vectores domésticos e industriales. Tampoco se cuenta con información sobre los productos usados en este sector.

El Ministerio de Salud (comunicación personal) reporta el uso de 5842 kg de ingrediente activo de plaguicidas para el control de vectores por parte del Ministerio entre los años 2008 y 2012. Los plaguicidas usados en este período de acuerdo al informe son: deltametrina, cipermetrina y alfa-cipermetrina y temefos.

### **Uso de plaguicidas agrícolas**

Para los plaguicidas utilizados en la agricultura el Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET) de la Universidad Nacional ha analizado el uso de plaguicidas durante más de 30 años basándose en las importaciones de plaguicidas y además con diagnósticos mediante encuestas en los cultivos más importantes.

Los datos de las importaciones de los plaguicidas según su uso en los últimos tres años están reflejados en el cuadro 4 y en el gráfico 2 se puede ver como son las tendencias generales en los últimos 20 años.

Estos datos incluyen no solamente los productos para uso agrícola sino también los productos importados para formular o reenvasar en el país y posteriormente reexportarlos Ramirez et al. (2009). Se ha estimado que entre 11 y 23 % del total importado (en i.a.) se exporta (ver página 11).

En general se han visto un aumento en las importaciones durante los años, la cantidad importada oscila en los últimos años entre 12 y 13 mil toneladas de ingredientes activos.

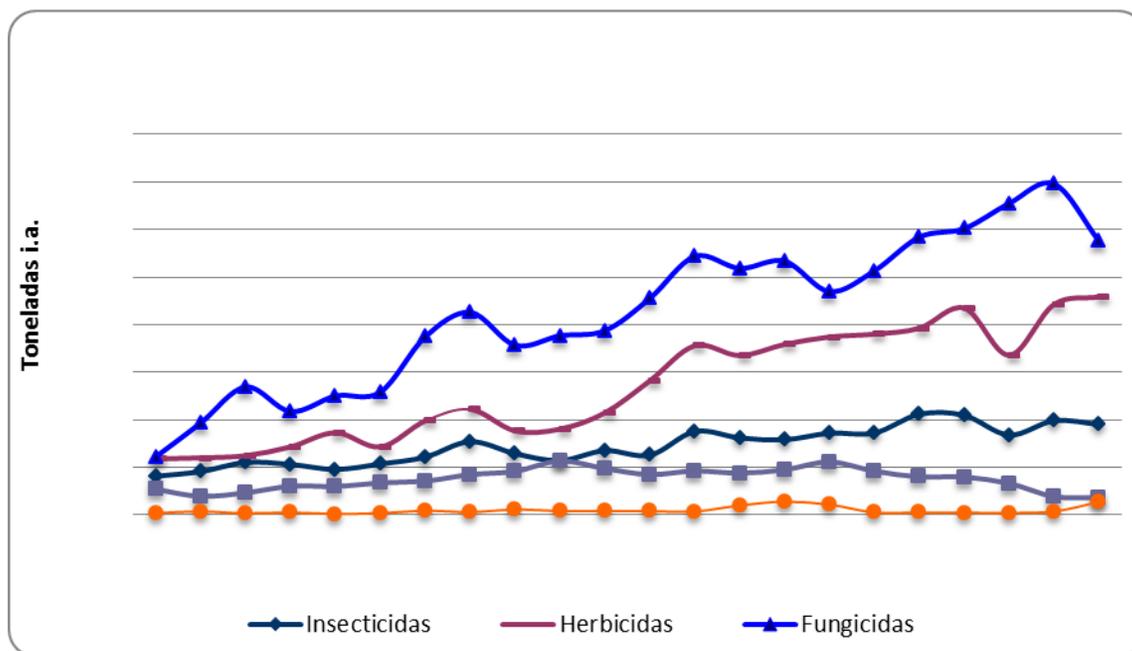
Se puede observar que las importaciones de fungicidas (plaguicidas para el control de hongos) corresponden a más o menos 50% del total importado, El segundo grupo de importancia son los herbicidas con más o menos 30% de las importaciones y finalmente los insecticidas y nematocidas.

**Cuadro 4**  
**Cantidad de plaguicidas de uso agrícola importada según su uso en el periodo 2008-2011**  
**(expresada en 1000 kg de ingrediente activo)**

	2008		2009		2010		2011	
	1000 x kg	%						
Fungicidas	6.020	45,2	6.549	53,3	7.084	51,1	5.752	44,6
Insecticidas	2.094	15,7	1.682	13,7	1.773	12,8	1.903	14,8
Herbicidas	4.348	32,7	3.358	27,3	4.439	32,0	4.585	35,6
Fumigantes	798	6,0	664	5,4	362	2,6	367	2,8
Otros	49	0,4	45	0,4	213	1,5	276	2,1
Total	13.310		12.298		13.871		12.882	

Fuente: Ramirez et al; 2012.

**Grafico 2**  
**Cantidad plaguicidas importadas por acción biocida en el periodo. 1990-2011**  
**(toneladas de ingrediente activo)**



Fuente: Ramirez et al; 2012.

Los fungicidas siguen siendo el grupo más importante de plaguicidas importados seguidos de cerca por los herbicidas. En el último año se aprecia una reducción importante en la importación de fungicidas que refleja a su vez la reducción en la

importación de mancozeb (Ramírez et al., 2012) el fungicida de mayor uso en el país en los pasados 30 años.

La importación de herbicidas ha mantenido un incremento más o menos constante desde finales de los 90, con una reducción importante en 2009 pero durante los años 2010-2011 continuo su tendencia al aumento

Con base en entrevistas de campo, investigadores del IRET (Ramírez et al., 2012), estimaron el uso anual de plaguicidas en algunos cultivos, los resultados se pueden observar en el cuadro 5. Algunos cultivos importantes no están incluidos en estas estimaciones como plantas ornamentales y hortalizas. En cuanto al uso de plaguicidas en la producción de hortalizas, el estudio más reciente se desarrollo en la zona de Pacayas y Cot por Fournier et al. (2010). Este estudio indica un sobreuso de plaguicidas por parte de algunos pequeños agricultores de la zona (EN-2009). En la zona de Zarcerro, la situación es diferente y funcionarios del SFE-MAG han desarrollado un esfuerzo sostenido para incidir en una reducción del uso de plaguicidas en hortalizas (ver recuadro EN-2012)

Los datos son indicativos y para varios cultivos se da un rango de uso mínimo y máximo. Se estima para el total de los cultivos mencionados el uso corresponde entre 35 y 52% de la cantidad de plaguicidas importados.

Datos proporcionados por CORBANA y PROAGROIN (RepCar, 2011) estiman el uso anual para banano en 64,9 kg i.a. por ha y para piña en 45,6 kg i.a. por ha. Estos valores son más altos que los reportados en el cuadro 5.

De acuerdo con este cuadro los cultivos con mayor uso de plaguicidas (kg i.a. /ha/año) son la papa, el banano, la piña, el plátano, el arroz, y la caña. Al considerar además de su uso por ha, el área de cultivo, los cultivos que tienen un mayor impacto sobre las importaciones y potencialmente sobre el ambiente, son el banano, la piña, el arroz, la caña y el café. Este último tiene un uso moderado de plaguicidas (6,5 kg i.a./ha/año) sin embargo por ser uno de los cultivos principales del país, con un área cultivada de 98.700 ha, su uso total de plaguicidas es significativo.

La naranja ha tenido un uso limitado de plaguicidas en el pasado, sin embargo es posible que la llegada de una enfermedad bacteriana “Dragon Amarillo” podría explicar el reciente aumento en el uso de plaguicidas, que pasó de 1,6 kg i.a./ha/año en el 2010 a 5,6 en el 2011 (Ramirez et al., 2012).

Esta información puede orientar los esfuerzos del país en cuanto a prioridades para la implementación de prácticas de manejo alternativo de control de plagas que conlleven a una reducción en el uso de plaguicidas y de un monitoreo de residuos de plaguicidas en el ambiente como una herramienta para el control de las emisiones ambientales y retroalimentación de la implementación de mejoramiento de buenas prácticas agrícolas.

El cuadro 6 incluye el detalle de los plaguicidas más importantes usados en cada cultivo y su forma de aplicación, de acuerdo con encuestas y observaciones desarrolladas por

investigadores del IRET-UNA. El tipo de aplicación determina el mayor o menor potencial de dispersión ambiental por aire.

**Cuadro 5**  
**Estimación de uso de plaguicidas en cultivos agrícolas importantes, 2011**

Cultivo	Área cultivada (1000 x hectárea)	Uso anual por área cultivada (kg i.a./ha/año) <sup>a/</sup>	Uso total estimado (toneladas i.a.)	Uso del total importado (porcentaje)
Arroz	81,1	9,5-18,9	770-1533	6,0-11,9
Banano	42,0	49 <sup>b</sup>	2102-2058	16,1
Café	98,7	6,5	644	4,6
Caña de azúcar	57,5	10,1-14,8	580-851	4,5-6,6
Naranja	22,0	5,6	123	1
Palma aceitera	60,0	4,6	276	2,1
Papa	2,4	50-140	120-336	0,9-2,6
Piña	45-50 <sup>b</sup>	25-38	1125-1710	8,1-12,3
Plátano	9,5	15-20	143-190	1,1-1,5
Yuca	11,8	7,4	87	0,7
<b>Total</b>	<b>412,8</b>		<b>5925 - 7806</b>	<b>43 - 57</b>

a/ kilogramos de ingrediente activo por hectárea por año

b/ el uso de plaguicidas en banano y piña reportados por CORBANA y PROAGROIN respectivamente (REPCar, 2011), son superiores a los datos reportados acá.

Fuente: Ramírez et al., 2012.

**Cuadro 6**  
**Plaguicidas usados en algunos cultivos importantes y su forma de aplicación**

Cultivo	Principales plaguicidas utilizados	Forma de aplicación
Arroz	Herbicidas: 2,4-D propapil, pendimetalina, butaclor, imazapic, etc.	Aérea/manual
	Fungicidas: mancozeb, carbendazim	Aérea/manual
	Insecticidas: dimetoato, triazofos, imidacloprid, cipermetrina y otros piretroides	Aérea/manual
Banano	Fungicidas: mancozeb, aceites agrícolas, tridemorf, conazoles (fenbuconazole, tebuconazole etc.) azoxiesterobina, trifloxiesterobina (hasta 40- 50 veces por año)	Aérea
	Insecticidas- nematicidas: terbufos, etoprofos, fenamifos, cadusafos, (2-3 por año)	Bomba manual, alrededor de planta de banano
	Insecticida: clorpirifos, bifentrina	Bolsas
	Fungicidas poscosecha: imazalil y tiabendazol	Empacadora
Café	Insecticidas: endosulfán, terbufos Herbicidas: glifosato, paraquat	Bomba manual

*Plaguicidas y otros contaminantes*

	Fungicidas: conazoles y triazoles	
Caña de azúcar	Herbicidas: diurón, terbutrina, atrazina, 2,4-D, glifosato, hexazinona Insecticidas: clorpirifos, piretroides	Spray boom, bomba manual
Cítricos	Herbicidas: glifosato, paraquat, diuron Fungicidas: hidróxido de cobre, difenoconazole, carbendazina Insecticida. Octaborato de sodio, dimetoato	Bomba manual
Palma aceitera	Herbicidas: glifosato, paraquat, diuron Insecticida: carbaril	Bomba manual o spray-boom
Papa	Fungicidas: mancozeb, clorotalonil, propineb, cimoxanil Insecticidas: foxim, clorpirifos, deltametrina, ciromazina Herbicidas: paraquat, glifosato	Bomba manual, motorizada
Pastos	Herbicidas: 2,4-D, glifosato, picloram etc	Bomba manual, motorizada
Piña	Insecticidas: diazinón, etoprofos, carbaril	Spray-boom, bomba
	Herbicidas: ametrina, bromacil, diurón, paraquat para desecar las plantas después de la cosecha	Spray-boom, bomba
	Regulador de crecimiento: etefón (hasta tres veces por ciclo)	Spray-boom, bomba
	Fungicidas: fosepil, mancozeb, metalaxil, triadimefón	Spray-boom, bomba
	Fungicidas poscosecha: triadimefón	Empacadora
Plátano	Fungicidas: mancozeb, tridemorf, conazoles, clorotalonil etc.	Avioneta/manual
	Insecticidas-nematicidas: terbufos, etoprofos, fenamifos, cadusafos, oxamil, carbofurán	Bomba manual

Fuentes: Ramirez et al., 2012.

Los 20 plaguicidas más importados de cada grupo de fungicidas, herbicidas e insecticidas/nematicidas para los años 2008-2010 se ve reflejado en el cuadro 7, este listado de 60 plaguicidas corresponde al 96,5% de la cantidad total importada. En general muchos de los productos más importados son utilizados en los principales cultivos de Costa Rica (ver Cuadro 6).

El fungicida mancozeb es el producto de mayor importación y como se mencionó el año pasado la cantidad se ha duplicado en los últimos 10 años. Este plaguicida cuenta con 133 productos formulados registrados por el Servicio Fitosanitario del Estado. De acuerdo con la base de datos *PPDB-Pesticide Data Base*, el mancozeb está identificado como una sustancia cancerígena y con efectos en la reproducción y desarrollo, con posibles efectos mutagénicos y de disrupción endocrina (acción sobre el sistema hormonal). En el caso del control de la sigatoka negra en banano se aplica mancozeb hasta 40 y 50 veces por año mediante avioneta; se estima que entre 10 y 15% del total de los fungicidas importados se aplican sobre ese cultivo. Sin embargo los datos correspondientes al año 2011 indican un descenso en la importación del mancozeb mayor a un millón de kg de ingrediente activo.

El tipo de fungicidas y el número de aplicaciones depende mucho de la época del año, la mayor cantidad de problemas con enfermedades causadas por hongos ocurren en la época lluviosa. Como el caso del cultivo de banano para el control de la sigatoka negra se aplican hasta 40-50 veces por año mediante avioneta mancozeb y fungicidas curativos como tridemorf y del grupo de conazoles y de estrobilurinas (azoxiestrobina y trifloxiestrobina), mezclados con aceites agrícolas y surfactantes para aumentar el contacto con la hoja. Con base en el uso de fungicidas en banano se estima que entre 10 y 15% del total de fungicidas importados se aplica sobre este cultivo. En el cultivo de plátano el manejo es muy similar, pero con menos aplicaciones.

En muchos cultivos de altura (i.e. hortalizas) y durante la época lluviosa se aplican fungicidas con frecuencia, alternado los productos para evitar problemas de resistencia.

En el caso de los insecticidas 11 de 20 pertenecen al grupo de los organofosforados, 3 al grupo de carbamatos y el organoclorado endosulfan. Estos productos ya tienen muchos años en el mercado, se caracterizan por ser activos contra un amplio espectro de insectos, a una dosis de aplicación relativamente alta. Algunos de los productos son de uso restringido (con una venta exclusiva por receta profesional) por su alta toxicidad humana. En el caso del endosulfan se observó un incremento significativo en su importación en el año 2010, quizá para contar con reservas y prolongar su uso, en caso de que este plaguicida sea incluido por su persistencia y toxicidad en el marco del Convenio de Estocolmo. El insecticida piretroide más importado es la cipermetrina. En los 20 insecticidas más importados está el imidacloprid un insecticida del grupo neonicotínico utilizado en el tratamiento de semillas como insecticida general y sistémico. Este grupo de insecticidas se caracteriza por su dosis de aplicación muy baja (entre 50 y 300 g/ha) en comparación con los insecticidas tradicionales, el producto está registrado desde 1994 y actualmente cuenta con 32 registros. Su toxicidad para abejas es bastante alta (0,0037  $\mu$ g/abeja) y este grupo de insecticidas neonicotínico ha sido implicado en el fenómeno de mortandad masiva de abejas que ha sido observado en países europeos (Krupke et al., 2012).

### Cuadro 7

**Fungicidas, insecticidas y herbicidas de mayor importación para el periodo 2008-2010 y su porcentaje con respecto al total importado**

Fungicidas	%	2010 <sup>1</sup>	Insecticidas/ne maticidas	%	2010 <sup>1</sup>	Herbicidas	%	2010 <sup>1</sup>
Mancozeb	35,9	↑	Diazinón	2,8	↑	Glifosato	10,2	↑
Tridemorf	2,9	↑	Etoprofos	2,0	↓	2,4-D	8,0	↑
Clorotalonil	2,2	↑	Terbufos	1,8	↓	Paraquat	3,2	↓
Fosetil	1,4	↑	Oxamil	1,0	↓	Diurón	1,7	↑
Fenpropimorf	1,0	↑	Carbaril	0,8	↑	Ametrina	1,3	↑
Azufre	0,8	↑	Clorpirifos	0,7	↑	Pendimetalina	1,2	↑
Propineb	0,7	↑	Carbofurán	0,6	↓	Terbutrina	0,8	↓

Plaguicidas y otros contaminantes

Carbendazim	0,6	↑	Cadusafos	0,5	↑	Propanil	0,5	↓
Pirimetanil	0,4	↑	Dimetoato	0,4	↑	Bentazón	0,5	↑
Spiroxamina	0,4	↑	Forato	0,4	↑	Bromacil	0,5	↓
Epoxiconazol	0,3	↑	Malatión	0,3	↓	Picloram	0,3	↑
Oxicloruro de cobre	0,3	↓	Cipermetrina	0,3	↑	Butaclor	0,3	↑
Hidróxido de cobre	0,2	↑	Endosulfan	0,3	↑	MSMA	0,2	↓
Metiram	0,2	↑	Triazofos	0,1	↑	Terbutilazina	0,2	↓
Tebuconazole	0,2	↑	Acefato	0,1	↓	Triclopir	0,2	↑
Metil tiofanato	0,2	↑	Fosfuro de aluminio	0,1	↑	Oxifluorfen	0,2	↑
Difenoconazole	0,2	↑	Naled	0,1	↓	Hexazinona	0,1	↑
Captan	0,2	↑	Imidacloprid	0,1	↑	Quinclorac	0,1	↑
Ziram	0,2	↓	Tiociclam	0,1	↓	Atrazina	0,1	↑
Imazalil	0,1	↑	Metamidofos	0,1	↑	MCPA	0,1	↓

<sup>1</sup> Porcentaje de las importaciones totales de 2008 – 2010, La flecha indica si la cantidad importada ha aumentado o bajado en año 2010.

Fuente: Elaboración propia con base en Ramirez, 2010.

Después del fungicida mancozeb, los productos más importados son los herbicidas glifosato, 2,4-D y paraquat. Glifosato es el herbicida de mayor uso en el mundo y ampliamente utilizado en Costa Rica, tiene 122 registros, es decir se importa con 122 diferentes nombres comerciales. El 2,4-D es generalmente utilizado en el control de malezas en pastos y cuenta con 142 registros.

**Cuadro 8**  
**Importación de antibióticos de uso agrícola en kg i.a.**

	Nombre comercial	2006	2007	2008	2009	2010
Estreptomicina	Agri-Mycin, Cuprimicin	8.259,9	12.214,50	5.743,5	1.461,0	1.491,1
Validamicina	Cepex, Validacin	3.382,4	4.000,00	4.800,0	3.399,8	3.796,5
Oxitetraciclina	Agri-Mycin, Agry-Gent Plus, Terramicina Agrícola, Cuprimicin	20.958,9	2.464,93	950,3	639,3	519,3
Kasugamacina	Kasumin, Kasurabcide	495,0	247,50	940,5	505,9	1.831,5
Gentamicina	Agry-Gent Plus	73,0	120,16	60,0	86,0	100,0
<b>TOTAL</b>		<b>33.169,2</b>	<b>19.047,1</b>	<b>12.494,3</b>	<b>6.092,0</b>	<b>7.738,5</b>

Fuente: Ramirez et al., 2012.

Los datos presentados en el cuadro anterior corresponde a los antibióticos de uso agrícola. Sin embargo los antibióticos son, principalmente, compuestos farmacéuticos ampliamente utilizados para el tratamiento de enfermedades infecciosas humanas y veterinarias, en profilaxis y como promotores del crecimiento en animales. Existe una preocupación creciente por el uso excesivo, la disposición de estas sustancias y sus efectos sobre la salud de las personas y los ecosistemas; principalmente referida al tema de la resistencia de bacterias patógenas en humanos. Su importación para uso agrícola, por tanto es especialmente peligrosa, pero se considera positivo el hecho de que su importación para este fin ha disminuido significativamente en los últimos años.

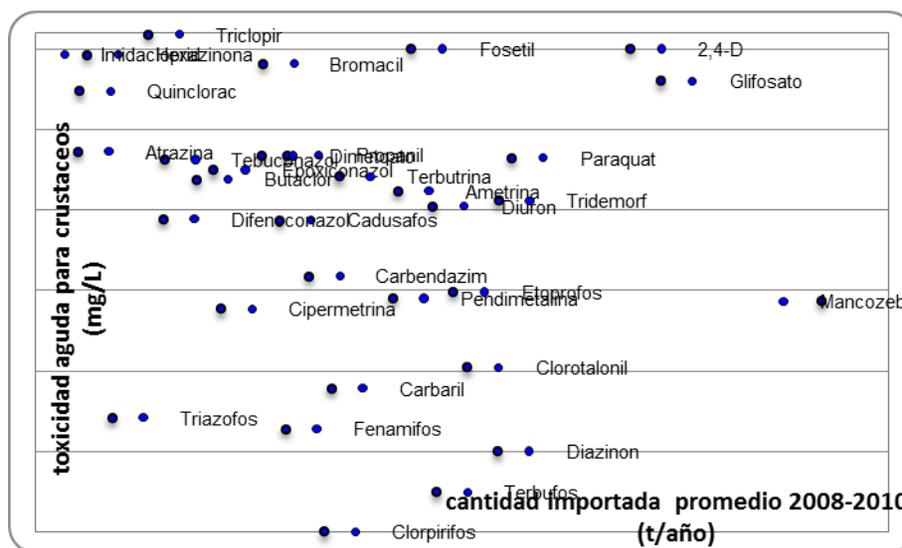
En términos generales y considerando el uso y las importaciones de los plaguicidas los últimos años se puede inferir que el país no ha realizado grandes cambios en cuanto a su estrategia de producción agrícola y específicamente en cuanto al tipo de control de plagas que depende casi exclusivamente de un control químico de las mismas.

### Dispersión e impacto ambiental de los plaguicidas de uso agropecuario

#### Toxicidad de los plaguicidas importados

Los gráficos 3 y 4 muestran la toxicidad de los plaguicidas de mayor importación en los últimos tres años (ver cuadro 7) para organismos acuáticos en el primer caso y de acuerdo a sus efectos crónicos para la salud humana en el segundo.

**Gráfico 3**  
**Toxicidad para organismos acuáticos de los plaguicidas de mayor importación. 2008-2010**



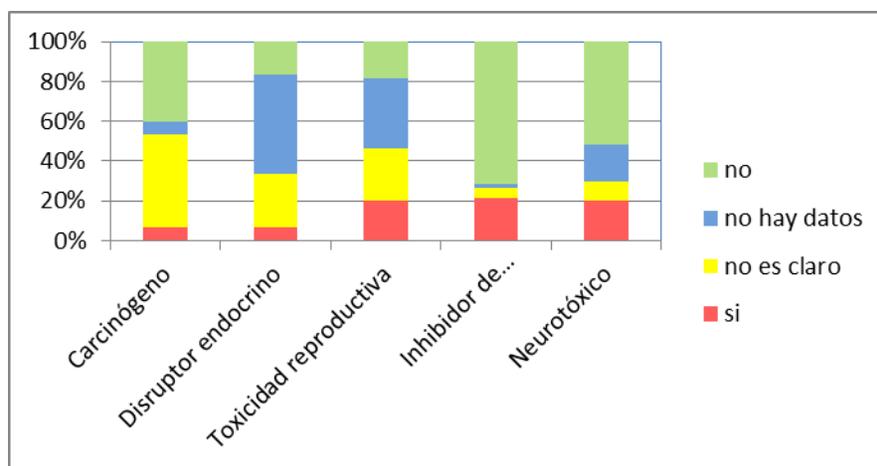
Fuente: Elaboración propia con base en cuadro 7; PPDB, 2011, IRET-UNA, 2011.

Los compuestos más problemáticos serían aquellos con mayor importación (i.e. >100 toneladas/año) y con una toxicidad aguda alta (menor a 1 mg/L). La toxicidad más alta corresponde al valor más bajo, es decir un producto con una toxicidad de 0,1 mg/L es más tóxico que otro con un valor de toxicidad de 1 mg/L. Por tanto de acuerdo con su toxicidad e importación se destacan, entre otros, los siguientes compuestos: carbaril clorpirifos, clorotalonil, diazinon, etoprofos, mancozeb, terbufos. Otros compuestos muy tóxicos pero de menor importación serían: cadusafos, carbendazim, cipermetrina, fenamifos y triazofos. Estos tendrían mayor importancia en las regiones en que su uso es alto (ver ejemplo del uso de estos compuestos en los diferentes cultivos, cuadro 6).

Además de la toxicidad aguda de los compuestos debe considerarse los efectos crónicos (aquellos que se presentan ante repetidas exposiciones en un período más prolongado).

En el gráfico 4 se presenta la información sobre toxicidad crónica para el ser humano de los 60 productos de mayor importación. En el gráfico se puede observar que aproximadamente un 20% de los productos de mayor importación tienen efectos comprobados como neurotóxicos, inhibidores de la colinesterasas y efectos en la reproducción (sección roja de la barra). Además de ello, para un porcentaje significativo en algunos casos (i.e. carcinógeno) la información existente no es concluyente (sección amarilla), es decir hay dudas con respecto a su posible efecto (i.e.: carcinogénico). Es conveniente que las instituciones encargadas de las importaciones de plaguicidas y de la protección del ambiente y la salud (MAG, MS y MINAET) conozcan y tomen en cuenta esta información para buscar una reducción en el uso e importación de las sustancias más problemáticas.

**Gráfico 4**  
**Toxicidad de los plaguicidas de mayor importación en los últimos tres años de acuerdo con sus efectos crónicos para la salud humana**



Fuente: Elaboración propia con base en: Cuadro 7; PPDB, 2011; IRET-UNA, 2011.

## Presencia en el agua superficial

Los plaguicidas pueden llegar al agua superficial mediante diferentes rutas de emisión, como deriva (por el viento) y escorrentía (arrastre por lluvia) hacia los cuerpos de agua superficial cercana, igualmente por descargas de aguas residuales contaminadas provenientes de plantas formuladoras de plantas empacadoras, de sitios en el campo donde se preparan las mezclas de aplicación o donde se lavan los equipos. En general se debe distinguir entre la contribución que hace una ruta de emisión específica a las concentraciones de plaguicidas en el agua superficial en un momento dado, y al aporte a la carga ambiental del agua superficial en períodos más prolongados (anual). Las rutas como escorrentía y deposición atmosférica normalmente contribuyen más a la carga ambiental. Sin embargo descargas incidentales, deriva o escorrentía después de eventos de lluvia fuerte pueden generar concentraciones elevadas en tiempos cortos. Estas concentraciones altas pueden resultar en daños ecológicos visibles como matanzas de peces. Condiciones específicas y diferencias en las características de los diferentes plaguicidas, su forma de aplicación, etc. pueden generar diferencias importantes.

A nivel nacional no se cuenta con un programa de monitoreo sistemático de calidad de agua enfocado a la presencia de plaguicidas. La mayoría de los datos disponibles y accesibles han sido generados por trabajos de las universidades estatales entre otros por el IRET de la UNA y el CICA de la UCR y. Los estudios hechos han tenido objetivos distintos, como un programa meramente de monitoreo en una zona específica hasta un estudio de valoración de impacto sobre un ecosistema acuático. Un resumen de los plaguicidas encontrados en agua superficial se muestra en el cuadro 9.

**Cuadro 9**  
**Resumen de estudios de programas de monitoreo de presencia de plaguicidas en aguas en 2010**

Área de estudio	Tipo de estudio	Cultivos principales	plaguicidas encontradas en las aguas
Escurrimiento al Mar Caribe (CICA) <sup>1</sup>	Monitoreo de calidad de agua superficial y sedimentos en ríos (2008-2011)	Banano, piña	bromacil, diuron, clorpirifós, endosulfan, $\alpha$ -clordano, HCH, y fenbuconazol
Palo Verde, Guanacaste (IRET) <sup>2</sup>	Evaluación integral impacto sobre ecosistema acuático (2009-2011)	Arroz, caña de azúcar, pasto	ametrina, terbutrina, butaclor, dimetoato, diuron, epoxiconazole, propiconazole, tebuconazole, triazofos, cipermetrina, endosulfan-b, hexazinona
Limón, Río Jiménez (IRET) <sup>3</sup>	Evaluación estado ecológico comunidad ribereña (2009-2011)	Piña	ametrina, bromacil, diazinon, diuron, triadimefón

Limón, cuenca Río Madre de Dios, Laguna Madre de Dios (IRET) <sup>4</sup>	Evaluación de riesgos en sistema de laguna costera (2010-2013)	Banano, piña, arroz	ametrina, carbofuran, clorotalonil, diazinon, diuron, epoxiconazole, etoprofos
---	--	---------------------	--

Fuente: Elaboración propia con base en: <sup>1</sup>RepCar, 2011; <sup>2</sup>De la Cruz et al., 2012; <sup>3</sup>Echeverría et al., 2011; <sup>4</sup>Castillo et al., 2011.

Costa Rica forma parte del Proyecto Reduciendo el Esguerrimiento de Plaguicidas al Mar Caribe (REPCar, 2011) que es manejado por la Unidad de Coordinación Regional para el Caribe del PNUMA. Este proyecto que inicio en 2007 y terminó en el 2011. El proyecto promueve mejoras prácticas en el uso de plaguicidas para mitigar el riesgo de degradación del medio marino en el Caribe e involucra a Nicaragua, Costa Rica y Columbia. En Costa Rica se implementaron entre otros un programa de monitoreo en las principales afluentes que drenan al Mar Caribe, que está a cargo del CICA y CIMAR de la UCR.

Se encontraron residuos de bromacil, diuron, clorpirifós y endosulfan, pero en concentraciones relativamente bajas, que no sobrepasan los límites máximos permitidos en otros países (REPCar, 2011). Esto con excepción del diurón, que durante la III campaña alcanzó los 1214,4 ng/L y sobrepaso el NEC-USA, o el clorpirifós cuya concentración superó la nueva norma canadiense con 28 ng/L. Además en un muestreo en varios sitios se detectó la presencia de fenbuconazole. En sedimentos se detectaron 10 plaguicidas. En los ríos La Estrella y Sarapiquí usando muestreadores pasivos se detectó la presencia de terbufós, y etoprofos entre otros.

---

**Recuadro 1**  
**Evaluación de la calidad de los cuerpos de agua con influencia al Parque Nacional Palo Verde, Guanacaste**

La cuenca del río Tempisque ubicada en el pacífico norte de Costa Rica es la más grande del país. Cuenta con una gran variedad de ecosistemas naturales que incluyen manglares, una red de humedales de bajura, el bosque tropical seco y el bosque siempre verde. El Parque Nacional de Palo Verde (PNPV) está ubicado en la parte baja de la cuenca, donde se unen el agua salada del océano Pacífico y la dulce del continente, protege parte de estos sistemas biológicos y es hábitat y refugio de importantes poblaciones, entre otros grupos taxonómicos, de aves acuáticas residentes y migratorias. Razón por la cual fue declarado sitio RAMSAR en 1992. La zona de influencia al PNPV está dedicada principalmente a la agricultura (arroz y caña), al pastoreo (ganado vacuno) y la protección (Reserva Biológica Lomas Barbudal, etc.). Los cultivos de arroz y caña hacen uso intensivo de agroquímicos y se abastecen de agua principalmente del sistema de canales del Distrito de Riego Arenal-Tempisque (DRAT). Esto podría hacer que algunos contaminantes de origen agrícola alcancen los ecosistemas de humedal naturales y protegidos de la zona y se exponga a la biota que allí habita.

Este proyecto desarrolló un sistema integral de monitoreo de campo para evaluar la calidad del recurso hídrico influenciado por cultivos agrícolas (arroz y caña de azúcar) en los sistemas de humedal cercanos y del Parque Nacional Palo Verde. Incluyó visitas de observación al campo y un diagnóstico de uso de plaguicidas por cultivo. También implementó un programa de muestreo de agua superficial mensual, que tomó en cuenta los principales puntos de entrada de

agua al sistema, las actividades agrícolas que allí se desarrollan y los agroquímicos utilizados en ellas. En cuatro de estos sitios (dos con influencia agrícola y dos sin ella) se estudiaron también respuestas específicas de toxicidad y sus posibles relaciones con los procesos ecológicos de las comunidades planctónicas y bentónicas. Para esto se utilizaron bioensayos de campo que evaluaron los efectos sobre el consumo de biomasa como una medida de la alteración de la función del ecosistema, que se complementaron con pruebas de toxicidad en el laboratorio y con el estudio de los cambios de diversidad de especies tolerantes y sensibles a los contaminantes. Finalmente las concentraciones de plaguicidas determinadas en el agua se utilizaron para calcular un índice de riesgo, que incluyó a la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), la pulga de agua (*Daphnia magna*) y el alga (*Selenastrum capricornutum*), al cual se le aplicó un factor de protección de 10. El análisis del agua superficial determinó 12 ingredientes activos (i.a.) de plaguicidas, ametrina, terbutrina, butaclor, dimetoato, diuron, epoxiconazol, propiconazol, tebuconazol, triazofos, cipermetrina, endosulfan-b y hexazinona. Se encontró también, que en los sitios de entrada de agua al sistema, no había contaminación o que ésta era menor; y que conforme se avanza hacia las áreas protegidas del PNPV, hay un aumento en la contaminación del agua por plaguicidas (tanto en número de i.a. como la concentración de los mismos). El cálculo del riesgo para los organismos acuáticos de las concentraciones encontradas en cada sitio pone en evidencia un problema. De los índices calculados, únicamente el 6,7% fue menor a 1. Valor del indicador cuando la concentración determinada no representa un riesgo agudo alto inmediato para los organismos acuáticos. Para algunos de los i.a. de plaguicidas determinados, el límite de detección se encontraba por encima del valor de predicción de la concentración a la cual no hay efecto (PNEC). El país debe hacer un esfuerzo para proteger los bosques de ribera, optimizar el uso de agroquímicos, mejorar los sistemas de cuantificación química (reducir límites de detección e incluir el análisis de los agroquímicos más utilizados en la zona como el 2,4-D y el glifosato). La información obtenida contribuirá decisivamente a la mejora de la capacidad predictiva y de diagnóstico de los problemas ambientales.

Fuente: de la Cruz E, Pinnock M, Mena F, Echeverría S, Silva Z, Ruedert C, Ugalde R, Morera M. 2012. Impacto de los plaguicidas en el recurso hídrico de la zona baja de la cuenca del río Tempisque (Palo Verde) Costa Rica. Bases científica para la gestión ambiental sostenible. Informe final de proyecto Fundación CR-USA. IRET Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, Universidad Nacional, Heredia.

---

En los estudios llevados a cabo recientemente por el IRET (de la Cruz et al., 2011; Echeverría et al., 2011; Castillo et al., 2011) se evidencia no solo la presencia de numerosos plaguicidas en el agua sino que estos se encuentran en concentraciones que sobrepasan en muchos casos los límites máximos permitidos en agua para la protección de los organismos acuáticos (ver cuadro 10; recuadro de la Cruz et al., 2011 y Echeverría et al., 2011, Castillo et al., 2011). Igualmente se demuestra el impacto sobre la biodiversidad usando como indicadores los macroinvertebrados (Echeverría et al., 2011).

Adicionalmente el Cuadro 11 resume algunos accidentes relevantes con plaguicidas que se presentaron en el 2010. Estos accidentes afectaron organismos acuáticos y trabajadores.

**Cuadro 10**

**Resumen de los plaguicidas y sus concentraciones máximas encontradas en muestras de agua colectadas en la cuenca de la Laguna Madre de Dios en µg/L (octubre 2009 – mayo 2010)**

Plaguicida	RMD-C <sup>1</sup>	Río	Canal/quebrada	Laguna	Laguna-P <sup>2</sup>	CMP <sup>3</sup> (µg/L)
Ametrina	ND	0,2	2,8	0,07	0,15	0,01
Carbofurán	ND	ND	5	ND	ND	0,91
Carbofurán-fenol	ND	ND	1,4	ND	ND	ND
Clorotalonil	ND	0,05	ND	0,07	0,05	0,08
Diazinón	ND	0,05	1,9	ND	ND	0,043
Difenoconazole	ND	0,8	0,8	0,8	ND	
Diurón	ND	1,2	9,5	0,1	0,2	0,043
Epoxiconazole	ND	1,1	2	0,4	0,2	1,2
Etoprofós	ND	ND	0,14	0,9	1	0,063
Fenamifós	ND	ND	2	ND	ND	0,0022
Terbufós	ND	ND	0,09	ND	ND	0,000034
Terbufós-sulfone	ND	ND	0,24	ND	ND	ND

RMD-C: Río Madre de Dios-sitio de referencia.

<sup>2</sup>Laguna-P: Laguna Madre de Dios en el extremo de la desembocadura del Río Pacuare.

<sup>3</sup>CMP: Concentración máxima permisible (CMP o MTR) en cuerpos de agua superficial, del plaguicida disuelto. La CMP, en este caso significa la protección del 95% de las especies potencialmente presentes en un ecosistema (IRET-UNA, 2011).

ND: No hay datos.

Fuente: Castillo et al., 2011.

Estos resultados indican la necesidad de realizar un monitoreo sistemático en los cuerpos de agua del país a la vez que se impulsan medidas para reducir el uso y las emisiones ambientales de plaguicidas.

**Cuadro 11**

**Algunas accidentes relevantes con plaguicidas en el 2010**

Fecha	Lugar	Hechos
2 de junio	Bataán, Matina, Aeropuerto de fumigación Veinticuatro Millas	Matanza de peces en el Canal de Bataán Después de un incendio en las instalaciones entre otros la mezcladora de agroquímicos en el aeropuerto de fumigación. Parte del agua extintora contaminada con los agroquímicos se cayó a unos canales (caso TAA). (En enero 2003 hubo en el mismo lugar un derrame con el fungicida clorotalonil, causando una matanza grande en el canal de Bataán. El caso fue conciliado mediante un pago de 50 millones de colones)
10 de junio	Caballo Blanco, Falconiana de Bagaces, Finca algodón	Intoxicación de trabajadores por plaguicidas 28 mujeres resultaron intoxicadas (problemas de respiración, mucha tos y fuertes dolores de cabeza) después de ingresar a la finca. 8 fueron llevadas al Hospital de Liberia y al Centro de Atención Integral de Salud (CAIS) de Cañas Se había aplicado el día anterior los insecticidas malation y acefato.

20 de julio	Refugio Nacional de Vida Silvestre Caletas-Ario, Guanacaste	Fumigaciones aéreas cerca (cultivo de arroz) y dentro del refugio, peces, camarones muertos en río Bongo.
14 de octubre	Las Loras en San Agustín de Chomes, Puntarenas Finca productora de algodón transgénico	Intoxicación de trabajadores por plaguicidas 48 trabajadoras sufrieron problemas respiratorios, dolor de cabeza, vómitos, mareos y algunas se desmayaron y fueron trasladados a la clínica de Chomes. 2 fueron movilizadas al Hospital Monseñor Sanabria, Puntarenas. Se había aplicado los insecticidas malation y acefato el día anterior. En muestras de suelo del sitio se detectaron los insecticidas acefato, malation y metamidofos y el herbicida butacloro.

Fuente: Elaboración propia con base en accidentes reportados al IRET por MINAET, Ministerio de Salud y Pretoma.

El proyecto RepCar reporta la implementación de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de banano por parte de CORBANA sin embargo, reportan solamente una reducción de uso de plaguicidas de un 7,6% (RepCar, 2011). Adicionalmente indican el uso de prácticas para mitigar el escurrimiento de los plaguicidas aplicados a los cuerpos de agua, tales como coberturas vegetales en los canales de drenaje y áreas buffer.

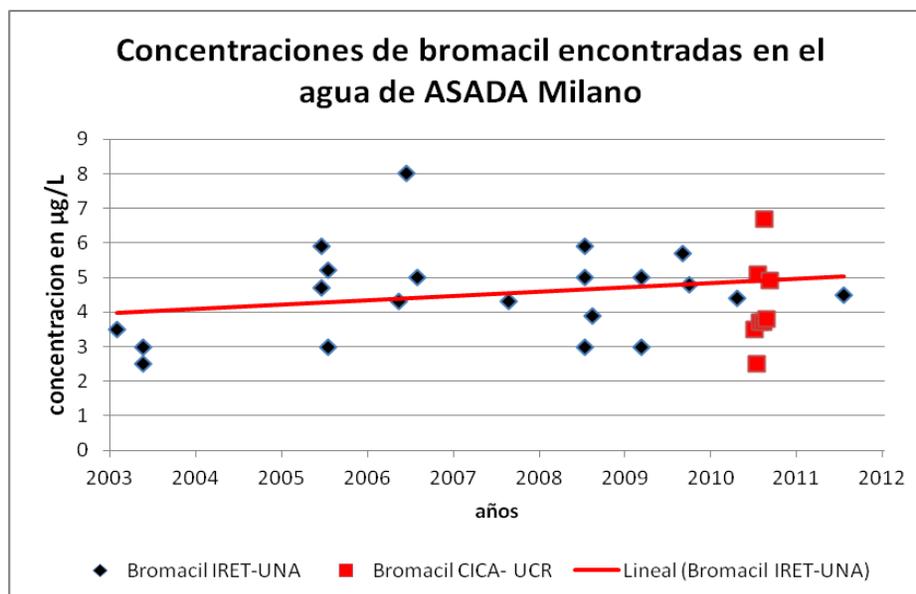
En el caso del cultivo de la piña, la Fundación PROAGROIN, validó una serie de alternativas al manejo de plagas en el cultivo de la piña y reportan una reducción considerable en el consumo de agroquímicos que alcanzó un 40% del total de los plaguicidas aplicados en piña durante un manejo convencional (RepCar, 2011).

Este tipo de prácticas debería reflejarse en el futuro en una reducción de la presencia y concentraciones de plaguicidas en estas zonas.

### **Presencia en el agua subterránea y potable**

Por ser un caso especial se presenta acá los resultados de seguimiento del muestreo de plaguicidas en Milano y Cairo. Residuos de algunos plaguicidas fueron reportados por primera vez en un estudio del IRET (Ruepert et al., 2005) y posteriormente diferentes instituciones (IRET, Laboratorio Nacional de Aguas (LNA, AA) y CEDARENA) han dado seguimiento a la presencia de plaguicidas en aguas de las nacientes y tanques de captación de la zona. Los análisis han sido realizados en el Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas (IRET-UNA) y en el Centro de Investigaciones en Contaminación Ambiental (CICA-UCR). El gráfico 5 presenta las concentraciones de bromacil encontradas en el agua de la ASADA de Milano.

### **Grafico 5 Concentraciones de bromacil en microgramos por litro, encontradas en el agua de la ASADA Milano**



Fuente: Elaboración propia con base a informes CEDARENA y LAREP-UNA, 2012.

Cómo puede observarse los niveles de bromacil en el agua del tanque de captación de Milano se han mantenido durante los últimos años en valores entre 2,5 – 6,7 µg/L. El bromacil es un herbicida comúnmente usado en el cultivo de la piña, es una sustancia relativamente estable en el suelo y en el agua y que además tiene una capacidad de infiltrarse a las aguas subterráneas. El producto ha sido retirado del mercado en varios países justamente por este problema.

### Estudios recientes de impacto en la salud de los plaguicidas de uso agropecuario

Dentro del contexto del Programa Infantes y Salud Ambiental con un enfoque ecosistémico (ISA) del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET) de la Universidad Nacional se han realizado estudios sobre el uso de plaguicidas en pueblos bananeros y plataneros en los cantones de Talamanca y Matina, desde el 2006 hasta la fecha. El cantón de Talamanca cuenta con una producción de banano a gran escala para exportación y de plátano a pequeña escala principalmente para consumo nacional. En parte, el plátano es producido dentro de los territorios indígenas Bribri-Cabécar donde el uso de plaguicidas se ha incrementado en los últimos años. El cantón de Matina tiene la mayor producción de banano a nivel nacional. Se ha estudiado la exposición a plaguicidas desde una perspectiva integral, algunos de estos estudios incluyen: 1) la percepción de riesgos a plaguicidas, 2) la evaluación de la exposición a plaguicidas en niños y 3) la relación entre la exposición a plaguicidas y la salud respiratoria en una población de mujeres indígenas del territorio indígena Bribri en Costa Rica.

Uno de estos estudios “Niños indígenas que viven cerca de plantaciones donde se usan bolsas tratadas con clorpirifos tienen concentraciones urinarias elevadas de 3,5,6-

tricloro-2-piridinol (TCPY)” (Van Wendel et al., 2012), estima la exposición al clorpirifos (insecticida) en niños que viven cerca de áreas de cultivo de banano y plátano.

El estudio se realizó en los pueblos de banano (Daytonia) y plátano (Shiroles), y un tercer poblado de referencia donde se produce el plátano principalmente de forma orgánica (Amubrë). El estudio evaluó la exposición al insecticida clorpirifos en 140 niños y niñas en el periodo 2007-2008. Los niños fueron en su gran mayoría indígenas, entre 6 y 9 años de edad (van Wendel et al., 2012). Mientras en los Estados Unidos la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) llegó a eliminar el clorpirifos para el uso residencial, en Costa Rica el clorpirifos es usado ampliamente para proteger las frutas de banano y plátano contra insectos, incluso en zonas pobladas.

Se evaluó el contacto de los niños con el insecticida clorpirifos, producto usado en bolsas plásticas celestes para proteger la fruta, en los poblados mencionados. Se obtuvieron 207 muestras de orina de los niños para analizar en ellas el químico 3,5,6-tricloro-2-piridinol (TCPy), un metabolito del clorpirifos que se encuentra en la orina después de haber estado en contacto con este plaguicida. Además se analizó el clorpirifos en muestras de lavado de manos y pies de seis niños y en muestras de aire, suelo y agua.

Los(as) niños(as) de Daytonia (pueblo bananero) y Shiroles (pueblo platanero), en promedio, tenían concentraciones de TCPy dos veces más altas que los de Amubrë (pueblo con producción orgánica). En los pueblos de banano y plátano se encontró el insecticida clorpirifos en 30% de las muestras ambientales y en 5 de las 6 muestras de lavado de manos y pies de los niños. Con base en las concentraciones medidas en las muestras de orina, se estimó cuánto clorpirifos había entrado al cuerpo de los niños y se comparó esta cantidad con el valor de referencia de la EPA, que es la máxima cantidad considerada aceptable o sin riesgo para la salud de niños. Se encontró que para más que la mitad de los niños, la cantidad fue mayor a este valor de referencia. Los resultados de este estudio sugieren que los niños viviendo en cercanías de las plantaciones de banano y plátano donde se usan bolsas con clorpirifos tienen contacto con este plaguicida y que los niveles son suficientemente altos como para que puedan afectar su salud. Se recomienda tomar medidas para reducir la exposición a clorpirifos para proteger la salud de los niños. El clorpirifos es una sustancia de una alta toxicidad y ha sido detectado con frecuencia en aguas superficiales en zonas bananeras (Castillo et al., 2000; Castillo et al., 2011). CORBANA (CAB-002-2012 y CAB-005-2012) indica que el clorpirifos ha sido sustituido en las bolsas azules en un 50% por otro producto (bifentrina) que se usa a una concentración 10 veces menor por lo que de consolidarse esta práctica, en el futuro deberían observarse cambios en la presencia ambiental del clorpirifos y en la exposición de las poblaciones que viven en zonas bananeras, incluyendo los niños.

El estudio sobre la percepción de riesgo en actores sociales en Talamanca (Barraza et al., 2011) exploró si diferentes actores del cantón están conscientes de los riesgos que forman los plaguicidas para la salud humana y en particular para la salud infantil, y como esta conciencia se relaciona con condiciones socio-económicas y culturales. Se

realizaron 8 grupos focales con padres y madres de familia, por separado, quienes trabajan y viven en dos poblados: 1) un pueblo con producción de banano a gran escala rodeado por plantaciones de empresas multinacionales (Daytonia), principalmente habitado por indígenas ngöbes quienes migraron de Panamá, y 2) un pueblo de pequeños productores de plátano dentro del territorio indígena Bribri (Shiroles) donde se usan plaguicidas en su producción de plátano. Además, se realizaron 27 entrevistas semi-estructuradas en actores claves, y observaciones no-participativas en el campo. Se encontró que en ambos poblados los padres y madres de familia tenían algún conocimiento de plaguicidas con relación a la protección de cultivos. Sin embargo, sabían poco sobre los efectos agudos en la salud y prácticamente nada sobre las vías y rutas de exposición a plaguicidas y los efectos crónicos en la salud. Las diferencias en la percepción de riesgo en las dos comunidades se relacionaron con las tecnologías usadas para aplicar plaguicidas y con los puestos laborales de las personas. Los diferentes actores sociales percibieron la producción a gran escala en mono-cultivos, como uno de los principales problemas de exposición a plaguicidas en fincas bananeras en Talamanca. La fumigación aérea fue percibida por la mayoría de los actores sociales como uno de los principales factores de exposición ambiental a plaguicidas en poblaciones cercanas, incluyendo niños. Durante la ejecución del estudio, se observó que las distancias de fumigaciones aéreas establecidas por ley de 30 metros en la presencia de una barrera natural y de 100 metros en ausencia de una barrera natural, fueron irrespetadas en múltiples ocasiones.

En cuanto a lo(a)s pequeño(a)s productores indígenas de Shiroles, se observó que ellos han copiado el paquete tecnológico de plaguicidas y fertilizantes químicos usado en empresas multinacionales de banano. En ambos poblados, la razón principal mencionada para usar plaguicidas fueron las consideraciones económicas; tanto los padres y madres de familia como otros actores claves consideraron que se necesitan usar plaguicidas para poder cumplir con la cantidad y calidad de producción solicitada, y, en el caso de los pequeños productores de Shiroles por presión por parte de intermediarios quienes pagan el plátano no-embolsado a un precio bastante inferior que el embolsado. Las estrategias recomendadas por diferentes actores claves para la reducción del riesgo varían desde medidas drásticas en Daytonia (traslado del pueblo a otro lugar) a convencional en Shiroles, donde la más mencionada fue capacitar a los agricultores, sus familias, las organizaciones no gubernamentales y autoridades locales en el manejo seguro de los plaguicidas y los posibles efectos negativos para la salud humana y el medio-ambiente. Se percibieron algunos cambios en la percepción del riesgo, en particular los padres expresaron preocupación sobre los riesgos cuando los niños juegan dentro de las plantaciones (Daytonia) o ayudan en las fincas (Shiroles).

Este estudio se desarrollo en el 2006 y CORBANA considera que por los esfuerzos en buenas prácticas agrícolas que han implementado en años recientes puede haber algún cambio. Esto deberá comprobarse con futuras investigaciones.

Un estudio transversal se llevó a cabo en el 2007 para evaluar la relación entre la exposición a plaguicidas y la salud respiratoria en una población de mujeres indígenas del territorio indígena Bribri en Costa Rica (Fieten et al., 2009). Las mujeres expuestas (n=69) todas trabajaban en pequeñas fincas de plátano. Las mujeres no expuestas

(n=58) trabajaban en fincas de banano orgánico u otros lugares, sin exposición a plaguicidas. Las participantes del estudio fueron entrevistadas mediante cuestionarios para estimar la exposición a plaguicidas y la presencia de síntomas respiratorios. Se realizaron pruebas de espirometría para evaluar la Capacidad Vital Forzada (CVF) y el Volumen Espiratorio Forzado en 1 segundo (VEF1). Durante los 12 meses previos al estudio, un 20% de las mujeres expuestas reportó sibilancias y un 36% falta de aire, frente al solamente un 9% y 26%, respectivamente, de las mujeres no-expuestas. La prevalencia de tos crónica, asma y síntomas atópicos fue similar para las mujeres expuestas y no expuestas. Por otra parte, no se encontró una relación entre la exposición a plaguicidas y la función ventilatoria pulmonar. Entre las mujeres no fumadoras (n=105), la exposición reportada a los organofosforados clorpirifos (n=25) y el nematicida terbufos (n=38) estaban fuertemente asociadas con sibilancias. Para ambos organofosforados, se encontró una relación exposición-efecto estadísticamente significativa. La exposición a múltiples organofosforados era común, el 81% de las mujeres expuestas trabajaban tanto con clorpirifos como terbufos por lo que sus efectos no pudieron separarse. Todos los hallazgos de este estudio se basaron en datos de los cuestionarios.

## **Bibliografía**

- Barraza D, Jansen K, van Wendel de Joode B, Wesseling C. 2011. Pesticide use in banana and plantain production and risk perception among local actors in Talamanca, Costa Rica. *Environ Res*, 111(5):708-17.
- 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*, 19:1942–50.
- Castillo L.E., Ruepert C., Bravo V., Fallas J. 2005. Vulnerabilidad de las aguas subterráneas a la contaminación por plaguicidas en Costa Rica. Informe IRET-UNA. Heredia, Costa Rica. 57 p.
- Castillo LE., Ruepert C., Ballesteros D., Brenes C., Vargas S., Alvarez B., Gunnarsson J. 2011. Environmental changes and associated agrochemical impacts in a tropical coastal lagoon in the Caribbean area of Costa Rica. *Deltanet Conference*, Saint Carles de la Rapita, Catalonia, Spain, 6-10 June.
- CGR, 2004<sup>a</sup> Informe sobre la evaluación de la gestión del estado en relación con el control de plaguicidas agrícolas. DFOE-AM-19-2004
- CGR, 2004<sup>b</sup> No. DFOE-AM-20/2004 relativo a debilidades de control interno en el proceso de registro de plaguicidas agrícolas. DFOE-AM-20-2004
- CGR, 2004<sup>c</sup> Informe relativo a los procedimientos establecidos en el Servicio Fitosanitario del Estado para fiscalizar la calidad de los plaguicidas y sus residuos en vegetales DFOE-AM-50-2004
- Crowe. J., Salas M., Monge P., Wesseling C. 2010. Exposición a plaguicidas domésticos en Costa Rica - Un estudio de casos y controles de leucemia infantil. Memoria, V Congreso Iberoamericano de Contaminación y Toxicología Ambiental (CICTA), Diciembre 2010, Heredia, Costa Rica.
- De la Cruz E, Pinnock M, Mena F, Echeverría S, Silva Z, Ruepert C, Ugalde R, Morera M. 2012. Impacto de los plaguicidas en el recurso hídrico de la zona baja de la cuenca del río Tempisque (Palo Verde) Costa Rica. Bases científica para la gestión ambiental sostenible. Informe final de proyecto Fundación CR-USA. IRET Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, Universidad Nacional, Heredia.
- Echeverría-Sáenz, S., Pinnock, M., Mena, F., Faria, M., Barata, C. Ruepert, K. Solano y De la Cruz E. 2010. Métodos biológicos para evaluar el estado ecológico de las comunidades ribereñas en zonas piñeras del Caribe de Costa Rica. Informe Final de Proyecto. IRET Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, Universidad Nacional, Heredia.

- Echeverría-Sáenz S., Pinnock M., Arias M.J., Mena F., Solano K., Ruepert C. 2011. Presencia de residuos de plaguicidas y calidad biológica del agua del Río Jiménez, como representante de los ríos del Caribe de Costa Rica. Observatorio Ambiental, UNA.
- Fieten KB, Kromhout H, Heederik D, van Wendel de Joode B. 2009. Pesticide exposure and respiratory health of indigenous women in Costa Rica. *Am J Epidemiol.* 169(12):1500-6
- Fournier M.L. Ramirez F. Ruepert C., Vargas S. y Echeverria S. 2010. Diagnóstico sobre contaminación de aguas, suelos y productos hortícolas por el uso de agroquímicos en la microcuenca de las quebradas Plantón y Pacayas en Cartago, Costa Rica. Informe final del Proyecto para INTA-MAG, Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. IRET, Universidad Nacional. 84 p
- Fournier-Leiva ML, Arias-Andrés M, Ruepert C, De la Cruz-Malavassi E, Mena F, Pinnock M. 2012. Detección de antibióticos y resistencia antimicrobiana en la agricultura, acuicultura y nutrición animal desarrollada en el distrito de riego Arenal-Tempisque (DRAT) y parte interna del Golfo de Nicoya (GN). Informe Final de Proyecto. IRET Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, Universidad Nacional, Heredia.
- Grupo Nacional Coordinador. 2008. Perfil Nacional de la la Gestión Racional de Sustancias Químicas. EUNA, Heredia. 297 p.
- IRET-UNA, 2011. Plaguicidas de Centroamérica. <http://www.ftm.una.ac.cr/plaguicidasdecentroamerica/>
- Krupke CH, Hunt GJ, Eitzer BD, Andino G, Given K (2012) Multiple Routes of Pesticide Exposure for Honey Bees Living Near Agricultural Fields. *PLoS ONE* 7(1): e29268. doi:10.1371/journal.pone.0029268
- La Gaceta. 2005. Reglamento para la calidad del agua potable. Decreto No. 32327-S. San José.
- La Gaceta. 2007. Reglamento para Evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales. La Gaceta No. 178 de 17/09/2007. San José
- MINAET, 2009. Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo para la Gestión de Contaminantes Orgánicos Persistentes COP's en Costa Rica. Dirección de Gestión de Calidad Ambiental. 168p.
- Pesticide Properties DataBase. Database collated by the University of Hertfordshire as part of the EU-funded FOOTPRINT project (FP6-SSP-022704), [www.herts.ac.uk/aeru/footprint/en](http://www.herts.ac.uk/aeru/footprint/en) consultada junio 2011.

- Procomer. <http://servicios.procomer.go.cr/estadisticas/inicio.aspx> (consultado junio, 2012).
- Programa Estado de la Nación. 2011. Décimo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, Programa Estado de la Nación.
- Ramírez, F. 2010. Importación de plaguicidas en Costa Rica: Periodo 2007-2009 Informe elaborado para el Proyecto Reduciendo el Ecurrimiento de Plaguicidas al Mar Caribe (REPCar). Heredia: Universidad Nacional.
- Ramírez F., Chaverri F., de la Cruz E., Wesseling C., Castillo L. y Bravo V. 2009. Importación de plaguicidas en Costa Rica, Periodo 1977-2006. Serie Informes Técnicos IRET No.6. Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, Universidad Nacional, Heredia. 58 p.
- Ramírez, F; Bravo, V; de la Cruz, E. 2012. Importación y Uso de Plaguicidas en Costa Rica: período 2006-2012. Informe Área Diagnóstico, Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
- REPCar, 2011. Experiencias exitosas para reducir el impacto de la agricultura sobre los ecosistemas costeros. Resumen de resultados y logros. Reduciendo El Ecurrimiento De Plaguicidas Al Mar Caribe.
- Ruepert C., Castillo L.E., Bravo V., Fallas J. 2005. Vulnerabilidad de las aguas subterráneas a la contaminación por plaguicidas en Costa Rica. Informe IRET-UNA. Heredia, Costa Rica. 57 p.
- Spongberg A., Witter JD., Acuña J., Vargas J., Murillo M., Umaña G., Gómez E., Perez G., 2011. Reconnaissance of selected PPCP compounds in Costa Rican surface waters. *Water Research* 45: 6709-6717.
- Van Wendel de Joode B, Barraza D, Ruepert C, Mora AM, Córdoba L, Öberg M Wesseling C, Mergler D, Lindh CH. 2012. Indigenous children living nearby plantations with chlorpyrifos-treated bags have elevated 3,5,6-trichloro-2-pyridinol (TCPy) urinary concentrations. *Environ Res* 117:17-26.
- Vega, 2012. Informe presentado al Programa Estado de la Nación.