

---

# Análisis preliminar del uso de plaguicidas en la Cuenca del Río o Tempisque

Jaime E. García\*

## RESUMEN

Con base en entrevistas, visitas de campo y consultas bibliográficas, se presenta un diagnóstico preliminar de la situación del uso de plaguicidas en la Cuenca del Río Tempisque (CRT), Costa Rica. Para ello se recopilieron los nombres de los plaguicidas más utilizados en las diversas actividades agropecuarias de la región. Además, se presenta la clasificación toxicológica de estos productos en cinco tipos de organismos (ratas, peces, crustáceos, aves y abejas). Posteriormente se trata la problemática de las intoxicaciones agudas en humanos por parte de algunos de los plaguicidas utilizados en la cuenca. También se hacen algunas observaciones con respecto a la manipulación de estas sustancias en la región, así como a los cursos de capacitación en manejo de plaguicidas. Por otra parte, se presenta una estimación del riesgo de contaminación de los ambientes acuáticos por parte de los plaguicidas mayormente utilizados en la cuenca. Finalmente se proponen algunas conclusiones y recomendaciones concretas que pudieran considerarse en la elaboración de un plan de acción en pro de la sostenibilidad de la cuenca, el bienestar de sus pobladores y del país en general.

## INTRODUCCIÓN

La Cuenca del Río Tempisque (CRT) genera una parte importante de la producción agropecuaria costarricense.

---

\* Doctorado alemán en ciencias agrícolas (*Dr.sc.agr.*), con énfasis en Protección de Cultivos. Catedrático de la UNED (Programa de Educación Ambiental) y de la UCR (Escuela de Biología). Autor y coeditor de varios libros especializados, así como de cerca de un centenar de artículos. Miembro activo de la Sociedad Alemana de Fitomedicina (DFG), la Asociación Nacional de Agricultura Orgánica (ANAO) y la Asociación para la Investigación de la Salud (ASINSA). Tel. 253-21-21, ext. 2255. Fax 234-65-47. C.e.: jaimegr@softhome.net

Se estima que el área abarcada por esta cuenca cubre alrededor de la mitad de la superficie de la provincia de Guanacaste. La producción de extensas áreas de granos y caña de azúcar específicamente, melón más recientemente, así como la ganadería, dominan el paisaje físico y económico de la misma.

En la CRT se produce poco más del 40% de la producción nacional de arroz y caña de azúcar, así como un porcentaje alto de la cría de ganado bovino. También la producción de melón y plantaciones forestales son actividades en las cuales la región tiene un impacto importante a nivel nacional. Desde el punto de vista de la economía familiar, y como producto de intentos de diversificación agropecuaria en mayor escala, se encuentran otras actividades económicas como el cultivo del café, el mango, el frijol y la producción de leche dentro de la actividad ganadera.

Claramente, las actividades citadas conllevan un costo ambiental en términos de la contaminación, la erosión del suelo y la disminución de la calidad y la cantidad de agua, entre otros, que deben considerarse dentro de cualquier planteamiento relacionado con la temática del desarrollo sostenible (Aguilar et al, 1998; García, 1997).

El objetivo de este estudio es realizar un análisis preliminar del uso de plaguicidas en la CRT para llegar a dar algunas conclusiones y recomendaciones al respecto que pudieran considerarse en la elaboración de un plan de acción dirigido al manejo sostenible de esta importante cuenca.

## METODOLOGÍA

La información recopilada provino de tres fuentes:

- i. Observaciones personales a través de tres visitas de campo a la CRT.
- ii. Entrevistas informales con personas claves involucradas en actividades relacionadas con la temática del trabajo (ver sección de Agradecimientos).
- iii. Revisión de documentos relacionados con la temática en cuestión.

## PRINCIPALES CULTIVOS DE LACRT

En 1992-1993 los cultivos que mayor área abarcaron en la región del Tempisque fueron los pastos (ca. 67 000 ha), la caña de azúcar (ca. 38 000 ha), los pastos con árboles (ca. 28 500 ha), el arroz con riego (ca. 18 000 ha) y el arroz en secano (ca. 7500 ha). El resto de los cultivos abarcaron áreas menores a las 1000 ha (Fundación Neotrópica-CEAP-SIG, citada por Maldonado et al., 1995). Es muy posible que la situación actual no sea muy diferente a la de esos años, con excepción del

melón, del cual se cultivaron en 1997 alrededor de 1800 ha en la CRT por parte de la empresa Melones de Costa Rica S.A. (Kathia García, com. pers.). En general se prevé un aumento para los próximos años en las áreas de cultivo de caña de azúcar, mango y cítricos.

Con relación a los cítricos, el Sector Agropecuario de la Región Chorotega y la empresa Guanaraja S.A. están impulsando el desarrollo de un proyecto para el establecimiento de nuevas áreas para el cultivo de naranja industrial. En este se señala la posibilidad de utilizar 48 000 ha en la zona para la siembra de este cítrico. Las zonas aptas se ubican a lo largo de la Cordillera de Guanacaste, las serranías de la Península de Nicoya y partes importantes del Distrito de Riego Arenal-Tempisque (MAG, 1997).

## CLASIFICACIÓN TOXICOLÓGICA DE LOS PLAGUICIDAS MÁS UTILIZADOS

En el cuadro 1 se cita la clasificación toxicológica para diversos organismos de los plaguicidas más utilizados en los principales cultivos que se encuentran en la CRT.

**Cuadro 1.** Clasificación toxicológica de los plaguicidas más utilizados en los principales cultivos de la Cuenca del Río Tempisque, 1997.

PLAGUICIDA [cultivos]*	CLASIFICACION TOXICOLOGICA EN				
	RATAS**	PECES	CRUSTACEOS	AVES	ABEJAS
<b>FUMIGANTE MULTIPROPOSITO:</b>					
bromuro de metilo [9,11]	A.P.	LIGERA	?	?	NO TOX
<b>FUNGICIDAS:</b>					
benomil (a)[3,9,11,12]	S.L.	EXTREMA	EXTREMA	LIGERA	LIGERA
captán [9,11]	S.L.	EXTREMA	ALTA	LIGERA	NO TOX
ciproconazol [2]	M.P.	MODERADA?	LIGERA	LIGERA	
clorotalonil [9,11]	S.L.	EXTREMA	EXTREMA	LIGERA	LIGERA
edifentós [1]	A.P.	ALTA	?	LIGERA	NO TOX
fosetil [12]	S.L.	LIGERA	LIGERA	LIGERA	LIGERA
hidróxido de cobre (a) [2]	L.P.	EXTREMA ?	LIGERA	LIGERA	
iprobentós [1]	M.P.	ALTA	?	?	?
mancozeb [1,4,8,9,11]	S.L.	EXTREMA	EXTREMA	LIGERA	LIGERA
maneb [13]	S.L.	EXTREMA	ALTA	LIGERA	LIGERA
metalaxil [4,9,11]	L.P.	LIGERA	MODERADA	LIGERA	LIGERA
oxisulfato de cobre (a) [2,4,8]	L.P.	EXTREMA	?	LIGERA	?
propineb [1]	S.L.	ALTA	?	LIGERA	NO TOX
tiofanato metil [9,11]	S.L.	ALTA	MOD-EXTR	LIGERA	NO TOX
triadimefón[2]	L.P.	MODERADA	?	LIGERA	NO TOX

**PLAGUICIDA [cultivos]\***

**CLASIFICACION TOXICOLOGICA EN**

**RATAS\*\* PECES CRUSTACEOS AVES ABEJAS**

**FUNGICIDA-BACTERICIDA:**

benzotiazol [13]	S.L.	?	?	?	?
kasugamicina [1]	S.L.	MODERADA	MODERADA	LIGERA	LIGERA

**HERBICIDAS:**

2,4-D [1,3,10]	S.L.-M.P.	ALTA	ALTA	LIGERA	LIGERA
ametrina [3]	S.L.	ALTA	?	LIGERA	LIGERA
atrazina [3,4,7]	S.L.	ALTA	ALTA	LIGERA	LIGERA
bentazón [1]	L.P.	LIGERA	MODERADA	LIGERA	NO TOX
butaclor [1]	S.L.	EXTREMA	ALTA	LIGERA	?
clomazone [1]	?				
diurón [3]	S.L.	ALTA	ALTA	LIGERA	NO TOX
fenotiol [1]	L.P.	ALTA	MODERADA	LIGERA	?
fenoxaprop-etil [1]	S.L.	EXTREMA	ALTA	LIGERA	?
fluazifop (b) [3]	S.L.	ALTA	LIGERA	LIGERA	LIGERA
glifosato (c) [1,2,3,4,8,9,10,13]	L.P.	MODERADA	LIGERA	LIGERA	LIGERA
hexazinona [3]	L.P.	LIGERA	LIGERA	LIGERA	NO TOX
ioxinil [1]	M.P.	ALTA	?	LIGERA	LIGERA
imazapir [3]	S.L.	LIGERA	LIGERA	LIGERA	LIGERA
MCPA [1]	L.P.	MODERADA	LIGERA	MEDIANA	LIGERA
metribuzín [3]	S.L.	MODERADA	ALTA	MEDIANA	NO TOX
metsulfurón [1,3]	S.L.	MODERADA	MODERADA	LIGERA	NO TOX
molinato [1]	M.P.	ALTA	?	LIGERA	?
orizalín [1]	S.L.	ALTA	?	LIGERA	LIGERA
oxadiazón [1]	S.L.	ALTA	ALTA-EXTREM	LIGERA	MEDIANA
oxifluorfén [1,4]	S.L.	EXTREMA	?	LIGERA	NO TOX
paraquat [1,2,4,5,7,9,10,13]	M.P.	MODERADA	ALTA	LIGERA	LIGERA
pendimetalina [1,3,7]	S.L.-L.P.	EXTREMA	EXTREMA	LIGERA	LIGERA
piclorán [1,10]	S.L.	MODERADA	MODERADA	LIGERA	NO TOX
piperofós [1]	M.P.	ALTA	?	?	?
pirazosulfurón [1]	S.L.	MODERADA	MODERADA	LIGERA	LIGERA
procloraz [8]	L.P.	ALTA	?	LIGERA	LIGERA
propanil [1]	L.P.	ALTA	ALTA	MEDIANA	MEDIANA
quinclorac [1]	S.L.	LIGERA	LIGERA	LIGERA	NO TOX
terbutilazina [3,4]	S.L.	ALTA	?	?	LIGERA
terbutrina [3]	S.L.	ALTA	ALTA	LIGERA	NO TOX
tiobencarb [1]	M.P.	ALT-EXT	?	LIGERA	?

**INSECTICIDAS:**

acefato [9,11]	S.L.	LIGERA	MODERADA	MEDIANA	MED-ALT
aceites agrícolas [4,8]	S.L.	?	?	?	?
azufre [4]	S.L.	?	?	?	LIGERA
<i>Bacillus thuringiensis</i> [3,9,11]	S.L.	LIGERA	MODERADA	LIGERA	MEDIANA
carbaril [1]	L.P.	ALTA	EXTREMA	LIGERA	ALTA
cihalotrina-lambda [1]	M.P.	EXTREMA	EXTREMA	LIGERA	LIGERA
cipermetrina [1]	M.P.	EXTREMA	EXTREMA	LIGERA	ALTA
clorpirifós [3,4,7]	L.P.-M.P.	EXTREMA	EXTREMA	MED-ALT	ALTA
deltametrina [1,8]	A.P.-S.L.	EXTREMA	EXTREMA	LIGERA	MED-ALT
diazinón [4,9,11]	M.P.	EXTREMA	EXTREMA	EXTREMA	ALTA
dimetoato [3,4,9]	M.P.	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
endosulfán [1,9]	M.P.	EXTREMA	EXTREMA	MEDIANA	LIGERA
fenobucarb [1]	M.P.	MODERADA	?	LIGERA	?
fentión [8]	A.P.	EXTREMA	EXTREMA	MED-ALT	MEDIANA
foxim [7]	M.P.	EXTREMA	EXTREMA	ALTA	MEDIANA
malatión [1,2,3,4,8]	S.L.	EXTREMA	EXTREMA	LIGERA	ALTA
mefosfolán [1]	E.P.	ALTA	?	ALTA	MEDIANA
metamidofós [1,7,9]	E.P.	MODERADA	EXTREMA	ALTA	ALTA
metomil [6,9]	A.P.	ALTA	EXTREMA	LIG-ALT	LIG-ALT
monocrotofós [13]	A.P.	ALTA	EXTREMA	EXTREMA	ALTA
oxidimetón-metil [9,11]	A.P.	MODERADA	EXTREMA	MEDIANA	MED-ALT
paratión-metil [1]	E.P.	ALTA	EXTREMA	EXT-ALT	ALTA

PLAGUICIDA [cultivos]*	CLASIFICACION TOXICOLOGICA EN				
	RATAS**	PECES	CRUSTACEOS	AVES	ABEJAS
permetrina [1]	M.P.	EXTREMA	EXTREMA	LIGERA	LIGERA
sales potásicas de ácidos grasos [4]	S.L.	?	?	?	?
sulfluramida [4,13]	S.L.	?	?	MEDIANA	?
tiociclam [4]	M.P.	EXTREMA	MODERADA	EXTREMA	MEDIANA
<b>NEMATICIDAS-INSECTICIDAS:</b>					
aldicarb [1]	E.P.	EXTREMA	EXTREMA	ALTA	ALTA
carbofurán [1,3,9,11]	A.P.	EXTREMA	MOD-ALTA	EXTREMA	ALTA
etoprofós [3]	E.P.	MODERADA	EXTREMA	MEDIANA	NO TOX
oxamil [9,11]	A.P.	ALTA	ALTA	EXTREMA	ALTA
terbufós [1,3,7]	E.P.	EXTREMA	EXTREMA	MEDIANA	MEDIANA
<b>RATICIDA:</b>					
brodifacouma [1,3]	E.P.	EXTREMA	?	EXTREMA	?
coumatetralil [1]	A.P.	MODERADA	?	MEDIANA	?
<b>REGULADORES DEL CRECIMIENTO:</b>					
etefón [3]	S.L.	LIGERA	?	LIGERA	LIGERA
<b>COADYUVANTES:</b>					
Mezcla de alquilaril polietoxilatos, alquilsulfosuccinato y óxido de polialquilheptametiltrisiloxano (d) [13]	S.L.	?	?	?	?
nonoxinol (e) [13]	S.L.	?	?	?	?

\* 1=arroz; 2= café; 3=caña de azúcar; 4=cítricos; 5=frijoles; 6= hortalizas; 7=maíz; 8=mango; 9=melón; 10=pastos; 11=sandía; 12=viveros; 13= cultivos no especificados.

\*\* De acuerdo a los criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), basados principalmente en la DL-50 oral y dérmica en ratas. E.P.=extremadamente peligroso; A.P.=altamente peligroso; M.P.=moderadamente peligroso; L.P.=ligeramente peligroso; S.L.=sin leyenda, se refiere a productos que no implican un riesgo de intoxicación aguda cuando se usan con base en las normas descritas en la etiqueta.

(a) = tóxico para las lombrices de tierra (Müller, 1984; Wright y Stringer citados por Ramade, 1987).

(b) = como madurador e inhibidor de la floración.

(c) = también se utiliza como madurador en el cultivo de la caña de azúcar.

(d) = humectante-esparcidor-penetrante.

(e) = penetrante-humectante utilizado principalmente con la aplicación de herbicidas.

? = no se logró obtener información.

Fuentes: Alpízar, O. (Coopetila R.L., com. pers.); Berrocal, M. (Ingenio Taboga, com. pers.); Castillo *et al.* (1995), García, K. (Melones de Costa Rica S.A., com. pers.); PRMVS-UNA (1994); Rivas, R. (Expendio de la Cámara de Ganaderos de Liberia, com. pers.); Robinson (1993 Sánchez, L. (MAG-Liberia, com. pers.); Subirós, F. (Ingenio El Viejo, com. pers.); Vallejos, E. (UCR-Liberia, com. pers.).

En el cuadro 2 se presenta la distribución porcentual de las categorías toxicológicas en las que se

ubicaron los plaguicidas más utilizados en la CRT.

**Cuadro 2.** Distribución porcentual de las categorías toxicológicas de los plaguicidas más utilizados en la Cuenca del Río Tempisque, 1997.

CATEGORIA TOXICOLOGICA	DISTRIBUCION PORCENTUAL POR GRUPO DE ORGANISMOS				
	RATAS**	PECES	CRUSTACEOS	AVES	ABEJAS
EXTREMADAMENTE PELIGROSO	8	34	41	8	—
ALTAMENTE PELIGROSO	11	32	24	8	18
MODERADAMENTE PELIGROSO	20	19	17	13	12
LIGERAMENTE PELIGROSO	15	13	13	67	41
SIN LEYENDA O "NO TOXICO" (?)	45	—	—	—	24
ALTA-EXTREMADAM. PELIGR.	—	1	2	1	—
MODERADA-EXTREM. PELIGR.	—	—	2	—	—
MODERADA-ALTAME. PELIGR.	—	—	2	3	4
LIGERA-ALTAMENTE PELIGR.	—	—	—	—	1
SIN INFORMACION	1	8	34	12	19

Del cuadro anterior pueden destacarse las siguientes observaciones:

1. La mayoría de los plaguicidas (45%) utilizados en los principales cultivos de la CRT se consideran que no implican un riesgo de intoxicación aguda para los humanos y organismos de fisiología similar, si se utilizaran correctamente con base en las normas descritas en la etiqueta. El segundo grupo de plaguicidas está ocupado por productos de la categoría de moderadamente peligrosos (20%).

2. En relación a los peces la situación es a la inversa, puesto que la mayoría de los plaguicidas (66%) se ubicaron en las categorías de altamente (32%) y extremadamente (34%) tóxicos para estos organismos.

3. En el caso de los crustáceos la situación es similar a la del grupo de los peces, ya que los mayores porcentajes recayeron en las categorías toxicológicas más altas: 41% como extremadamente peligrosos y 24% como altamente peligrosos. Sin embargo, hay que destacar que para el 34% de los plaguicidas no se obtuvo información sobre la toxicología de los mismos sobre este grupo de organismos.

4. En el grupo de las aves la mayoría de los plaguicidas se ubicaron en la categoría de ligeramente peligrosos (67%), seguida por la categoría de medianamente peligrosos (13%).

5. En cuanto a las abejas, la mayoría de los plaguicidas utilizados en la CRT se localizaron en la categoría de productos ligeramente peligrosos (41%), seguida por la categoría de "no tóxicos" (24%).

Es importante aclarar que las clasificaciones toxicológicas señaladas en los dos cuadros anteriores corresponden, por lo general, a intoxicaciones de tipo agudo basadas en la DL-50 y la CL-50 analizadas en unos pocos organismos. Esto significa que en estos casos no se están considerando los efectos de tipo crónico que puedan presentarse y sobre los cuales se vienen recogiendo evidencias desde hace ya algún tiempo (Colborn *et al.*, 1996; Heseltine, 1997; López-Abente Ortega, 1991; Maroni y Fait, 1993; Ramade, 1987; Repetto y Baliga, 1996; Sanotsky y Fomenko, 1986).

#### **PROBLEMAS DE INTOXICACIONES AGUDAS EN HUMANOS**

Entre 1986 y 1992 la causa laboral en la provincia de Guanacaste fue la que ocasionó el mayor número de casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas (59,4%). En 1996 este porcentaje disminuyó a 50,5% (Quirós, 1997). Por otro lado, en el período de 1984 a 1991 se encontró que las tasas de intoxicaciones más altas ocasionadas por estos productos en Costa Rica se dieron en Guanacaste y Puntarenas, con 4/10 000. Los cantones de la provincia de Guanacaste que mostraron las mayores tasas fueron Liberia (7), Abangares (6), Nicoya (4), Nandayure (4) y Cañas (3) (Quirós *et al.*, 1994). En 1996 la tasa de intoxicaciones por plaguicidas en esta provincia se mantuvo prácticamente en el mismo valor<sup>1</sup>. Los centros de salud en Guanacaste que atendieron el mayor número de casos de intoxicaciones por plaguicidas entre 1986 y 1992 fueron: Hospital de Liberia (176), Hospital La Anexión (169), el INS en Liberia (40) y la Clínica de Abangares (32) (Quirós *et al.*, 1994).

## **MANIPULACIÓN DE PLAGUICIDAS Y CAPACITACIÓN EN MANEJO DE PLAGUICIDAS**

Todas las personas entrevistadas, citadas en la sección de agradecimientos, coincidieron al opinar que en la gran mayoría de los casos los plaguicidas no son manipulados en forma adecuada. Esta situación es básicamente la misma que se presenta en el resto del país (Arauz *et al.*, 1983; Arnáez *et al.*, 1993; García, 1997; Wesseling y Castillo, 1992).

En Guanacaste, entre 1990 y 1996, el Programa de Educación en Manejo Seguro de Plaguicidas MAG-Cámara de Insumos Agropecuarios, capacitó a alrededor de 4500 personas (Matarrita, 1997). Sin embargo, es importante destacar que las evaluaciones de seguimiento sobre cursos de capacitación de este tipo en Costa Rica y los otros países de América Central han revelado que, si bien en la mayoría de los casos se da una transferencia de conocimientos, lamentablemente no se presenta un cambio de actitud significativo (Aguilar y

Barquero, 1992; Bustamante, 1994; Bustamante *et al.*, 1994; Kamel, 1995; VEPPUNA, 1994). Sobre este particular, Hruska y Corriols (1993, citados por Hruska, 1994) mencionan que un estudio de seguimiento realizado por CARE Internacional en Nicaragua mostró que: ni el uso de equipo de protección ni de manejo redujo efectivamente la exposición a los plaguicidas; a pesar de que se invirtieron muchos años enseñándoles a los productores acerca de los peligros de los plaguicidas, y de que se les proveyó de equipo de protección para el manejo de plaguicidas. Al respecto, pareciera ser que las capacitaciones en manejo de plaguicidas se han convertido en una labor por medio de la cual la gente llega a conocer que existen peligros y que "se deben" seguir las normas de seguridad sugeridas, donde en realidad no hay posibilidades reales de lograr un cambio en las prácticas cotidianas de la gran mayoría de los trabajadores involucrados en el uso de estas sustancias (Kamel, 1995). En el caso de los países en desarrollo, como Costa Rica, es de esperar que la contaminación y los peligros inherentes, tanto para el usuario como para el ambiente y el consumidor de los cultivos tratados con estas sustancias, sean más críticos que en los países industrializados, por el hecho de que en los primeros se presentan, con frecuencia, múltiples situaciones que predisponen la ocurrencia de los riesgos asociados al uso de estas sustancias (García, 1998, 1997; Popper *et al.*, 1996).

## **RIESGO DE CONTAMINACIÓN DE LOS AMBIENTES ACUÁTICOS**

La estimación del riesgo de la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, está ligada a la dinámica de los residuos de plaguicidas en el suelo (García, 1997). Para ello es necesario conocer algunas de las características más importantes que determinan la dinámica misma de estos productos en el suelo. En este sentido, los productos que manifiesten poseer una movilidad y una persistencia mayor, serán aquellos que se espera que lleguen a contaminar los ambientes acuáticos con mayores probabilidades. En el cuadro 3 se expone la situación estimada para los plaguicidas más usados en la CRT.

1. Con base en datos aportados por el Centro Nacional de Control de Intoxicaciones y la Sección de Estadísticas Vitales de la Dirección General de Estadística y Censos del Ministerio de Economía, Industria y Comercio. San José, Costa Rica, 1998.

**Cuadro 3.** Estimación de la movilidad y la persistencia en el suelo de los plaguicidas más utilizados en la Cuenca del Río Tempisque, 1997.

PLAGUICIDA	MOVILIDAD ESTIMADA*	PERSISTENCIA**
<b>FUMIGANTE MULTIPROPOSITO:</b>		
bromuro de metilo	MEDIA-ALTA	?
<b>FUNGICIDAS:</b>		
benomil	?	MEDIA
captán	EXTREMA	?
ciproconazol	LIGERA	?
clorotalonil	LIGERA	MEDIA-ALTA
edifenfós	?	?
fosetil	ALTA-EXTREMA	NO
hidróxido de cobre	?	?
iprobénfós	?	?
mancozeb	INMOVIL	NO
maneb	MEDIA-INMOVIL	MEDIA
metalaxil	EXTREMA	MEDIA-EXTREMA
oxisulfato de cobre	?	?
propineb	?	?
tiofanato metil	LIGERA	NO
triadimefón	MEDIA	NO-LIGERA
<b>FUNGICIDA-BACTERICIDA:</b>		
benzotiazol	?	?
kasugamicina	INMOVIL	NO
<b>HERBICIDAS:</b>		
2,4-D	LIGERA-ALTA(a)	NO
ametrina	MEDIA-INMOVIL	ALTA
atrazina	MEDIA-ALTA	MEDIA
bentazón	EXTREMA	MEDIA
butaclor	?	MEDIA-ALTA
clomazone	?	?
diurón	MEDIA	ALTA
fenotiol	?	?
fenoxaprop-etil	LIGERA	NO
fluazifop	INMOVIL	NO
glifosato(b)	LIGERA-INMOVIL(b)	MEDIA
hexazinona	EXTREMA	MEDIA-EXTREMA
ioxinil	LIGERA	NO
imazapir	ALTA	EXTREMA
MCPA	MEDIA-ALTA	LIGERA-ALTA
metribuzín	ALTA-EXTREMA	NO-ALTA
metsulfurón	ALTA	LIGERA-EXTREMA
molinato	MEDIA	LIGERA-MEDIA
orizalín	MEDIA	LIGERA-MEDIA
oxadiazón	INMOVIL	ALTA-EXTREMA
oxifluorfén	INMOVIL	MEDIA
paraquat	INMOVIL	EXTREMA
pendimentalina	LIGERA	MEDIA-ALTA
piclorán	ALTA-EXTREMA	LIGERA-EXTREMA
piperofós	?	ALTA
pirazosulfurón	?	?
procloraz	?	ALTA-EXTREMA
propanil	ALTA-EXTREMA	NO
quinclorac	?	?
terbutilazina	?	ALTA
terbutrina	LIGERA-INMOVIL	LIGERA-ALTA
tiobencarb	LIGERA	LIGERA-EXTREMA

PLAGUICIDA	MOVILIDAD ESTIMADA*	PERSISTENCIA**
<b>INSECTICIDAS:</b>		
acefato	ALTA	NO
aceites agrícolas	?	?
azufre	?	?
<i>Bacillus thuringiensis</i>	?	?
carbaril	MEDIA	NO-ALTA
cihalotrina-lambda	INMOVIL	LIGERA-ALTA
cipermetrina	LIGERA-INMOVIL	NO-MEDIA
clorpirifós	INMOVIL	ALTA
deltametrina	LIGERA	LIGERA
diazinón	MEDIA	LIGERA(c)
dimetoato	EXTREMA	NO-MEDIA
endosulfán	INMOVIL	MEDIA
fenobucarb	INMOVIL	NO-LIGERA
fentión	LIGERA	NO
foxim	LIGERA	MEDIA
malatión	LIGERA-MEDIA	NO
mefosfolán	?	?
metamidofós	EXTREMA	NO
metomil	ALTA	NO-MEDIA
monocrotofós	EXTREMA	LIGERA-NO
oxidemetón-metil	ALTA-EXTREMA	LIGERA-MEDIA
paratión-metil	INMOVIL	LIGERA
permetrina	INMOVIL	NO-MEDIA
sales potásicas de ácidos grasos	?	?
sulfluramida	?	?
tiociclam	?	NO
<b>NEMATICIDAS-INSECTICIDAS:</b>		
aldicarb	ALTA-EXTREMA	NO-MEDIA
carbofurán	EXTREMA	MEDIA
etoprofós	MEDIA-ALTA	LIGERA-MEDIA
oxamil	EXTREMA	LIGERA
terbufós	INMOVIL-LIGERA	LIGERA-ALTA
<b>RATICIDA:</b>		
brodifacouma	?	?
coumatetralil	?	?
<b>REGULADORES DEL CRECIMIENTO:</b>		
etefón	MEDIA	NO-LIGERA
<b>COADYUVANTES:</b>		
mezcla de alquilaril polietoxilatos, alquilsulfosuccinato y óxido de polialquilheptametiltrisiloxano nonoxinol	?	?

\* Movilidad en el suelo determinada con base en el coeficiente de partición ( $K_{oc}$  (L/kg) = < 50 (extrema); 50-150 (alta) 150-500 (media); 500-2000 (ligera); > 2000 (inmóvil).

\*\* Persistencia en el suelo con base en la "vida media" del plaguicida (días requeridos para convertir la mitad de éste en otra: sustancias): < 15 días (NO persistente); 15-30 (LIGERAMENTE persistente); 30-60 días (MEDIANAMENTE persistente) 60-120 días (ALTAMENTE persistente); > 120 días (EXTREMAMENTE persistente).

(a) Dependiendo del pH: pH < 5 ligera a mediana; pH > 5 alta.

(b) Estudios preliminares realizados por la Agencia de Protección Ambiental de Dinamarca encontraron residuos de glifosato en concentraciones de hasta 0,18 mg/L de agua potable en la ciudad de Copenhague, lo cual excede la norma europea de 0,10 mg/L.

(c) Producto de degradación es más persistente. ? = no se logró obtener información.

Fuente: Agrow (1997), Castillo *et al.* (1995)

En relación con la movilidad estimada, solo pudo conseguirse información para el 71% de los plaguicidas citados en el cuadro. La distribución porcentual de los plaguicidas para los cuales se encontró información muestra que alrededor de un 60% de estos están en las categorías comprendidas entre inmóvil y medianamente móvil.

En cuanto a la estimación de la persistencia de los plaguicidas en el suelo, se encontró que poco más del 60% de estos se ubicaron entre las categorías de no persistente a medianamente persistente. Sin embargo, es importante anotar que no se pudo conseguir esta información para el 25% de los plaguicidas anotados.

### **CONCLUSIONES**

1. El uso de plaguicidas continúa siendo el método preferido por los agricultores y las empresas agrícolas de la CRT para combatir los problemas de plagas en la agricultura, con el agravante de que en gran parte de los casos estos no se manipulan en forma adecuada.

2. Los plaguicidas de más uso en los principales cultivos de la CRT son los herbicidas, seguidos por los insecticidas y los fungicidas.

3. Si bien la mayoría de los plaguicidas utilizados en la CRT se ubican en las categorías toxicológicas más bajas para los seres humanos, con base en los experimentos de DL-50 en ratas, lo contrario sucede cuando analizamos esta situación en los organismos acuáticos, los cuales se muestran mucho más sensibles a los efectos tóxicos de estas sustancias.

4. Dadas las relaciones extremadamente complejas que se desarrollan en estos ecosistemas, así como la imposibilidad de controlar el destino de los plaguicidas una vez que estos han sido liberados al ambiente, es muy difícil llegar a predecir las posibles alteraciones que puedan darse en ellos. A esto habría que añadir los limitados conocimientos actuales relativos a los posibles efectos crónicos que pudieran estar causando los residuos de plaguicidas sobre los organismos del lugar.

5. Recomendaciones usuales, que se han realizado en el pasado en estudios relacionados con el uso de

plaguicidas en la CRT, como: reglamentar el uso de plaguicidas, dar asesoría y control en el campo en materia de aplicación de estas sustancias, levantar y mantener registros actualizados de intoxicaciones en fauna silvestre y sobre la cantidad y el tipo de agroquímicos utilizados en la CRT, hacer análisis de residuos de plaguicidas en los diferentes sustratos ambientales en forma regular y limitar las aplicaciones aéreas, son difíciles de realizar y mantener en el tiempo si consideramos la realidad diaria con que viven los usuarios de estas sustancias, así como las limitaciones económicas y de recursos humanos especializados, tanto de las entidades públicas como privadas, que tuvieran interés en involucrarse en este tipo de acciones.

### **RECOMENDACIONES**

1. Educar a agricultores, técnicos, profesionales, expendedores de plaguicidas, pilotos de fumigación, jueces y otros, sobre las implicaciones colaterales negativas que conlleva el uso de los plaguicidas en la CRT, de manera que cada quien asuma su responsabilidad ética de forma consciente sobre este particular.

2. A la hora de establecer prioridades de acción, estas deben estar dirigidas mayormente hacia la disminución y la eliminación del uso de estas sustancias, más que a la determinación de sus concentraciones en el medio. Hay que considerar que, en la mayoría de los casos, los análisis de residuos de plaguicidas son onerosos, con resultados de difícil interpretación, incompletos y que a la postre no están solucionando los problemas causados por dichos residuos de plaguicidas.

3. Realizar un análisis sobre la factibilidad real de aplicar las tácticas alternativas disponibles en la actualidad por parte de la estrategia de Manejo Integrado de Plagas (MIP), así como de la agricultura orgánica.

4. Preparar y ejecutar un Plan de Acción concertado entre las organizaciones de la CRT involucradas en la temática: instituciones de enseñanza, productores, organizaciones gubernamentales, comerciantes, ONGs, etc.

5. En la preparación del Plan de Acción deben considerarse los resultados de los trabajos realizados con anterioridad en la CRT

relacionados con esta temática (v.g. García et al., 1998; Maldonado et al., 1995; PRMVS-UNA, 1994; Ramakrishna, 1991a y b).

### **AGRADECIMIENTOS**

El autor desea dejar constancia de su agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron con este estudio al suministrar la información solicitada. Entre ellas están Mauren Ballesteros, Gaby Somarribas, Ronald Avendaño y Álvaro García de la Asociación para el Manejo de la Cuenca del Tempisque (ASOTEM); Luis Sánchez de la Agencia de Extensión del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en Liberia; Mario Berrocal del Ingenio Taboga, René Rivas del Expendio de Insumos Agropecuarios de la Cámara de Ganaderos en Liberia; Víctor Arias del Expendio de Insumos Agropecuarios Superveterinaria; Eithel Vallejos de la Sede Regional en Liberia de la Universidad de Costa Rica; Fernando Torres y Fermín Subirós del Ingenio El Viejo; Carlos Romero y Nelson Brizuela del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA); Omar Alpízar de Coopetila R.L., Fabio Chaverri del Programa de Plaguicidas de la Universidad Nacional (UNA) y Kathia García de Melones de Costa Rica S.A. De la misma manera, a la ASOTEM por promover la realización de este trabajo, a Fundecooperación por financiarlo y al Centro Científico Tropical (CCT) donde se realizó el estudio.

### **FUENTES CONSULTADAS**

AGROW 1997. Roundup residues in Danish water? *Agrow* 278 (april 18th): 15.

AGUILAR, M.; BARQUERO, P. 1992. Programas de capacitación en plaguicidas a nivel nacional. En: Resúmenes del Primer Simposio Nacional sobre Plaguicidas: Problemática y Soluciones. UNA-GTZ-CATIE-UCR-UNED-ITCR-OPS-CSO. San José, Costa Rica. 19-23 de octubre de 1992. p. 20-21.

AGUILAR, G.; ARIAS, D.; BURGOS, J.C.; CERVANTES, S.; ECHEVERRÍA, J. 1998. Socioeconómica. Diagnostico funcional. Plan de Acción para la Cuenca del Río Tempisque. Preparado para la Asociación para el Manejo de la Cuenca del Río Tempisque (ASOTEM) y el Ministerio de

Ambiente y Energía (MINAE). Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica. Volumen IV. 152 p.

ARAUZ C, L.F.; CARAZO R., E.; MORA A., D. 1983. Diagnóstico sobre el uso y manejo de plaguicidas en las fincas hortícolas del Valle Central de Costa Rica. Informe preliminar. *Agronomía y Ciencia (Costa Rica)* 1(3): 37-50.

ARNAEZ, E.; QUESADA, H.; HERNANDEZ, E.; VALVERDE, V.; MORA, B. 1993. Uso y manejo de plaguicidas en el Valle de El Guarco, Cartago. *Tecnología en Marcha (Costa Rica)* 12(2): 51-59.

BURMEISTER, L.F.; EVERETT, G.D.; VAN LIER, S.F.; ISACSON, P. 1983. Selected cancer mortality and farm practices in Iowa. *American Journal of Epidemiology* 118(1): 72-77.

BUSTAMANTE, M. 1994. Centro de Plaguicidas, Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano". Honduras. Comunicación personal.

BUSTAMANTE, M.; ANDINO, K.; POPPER, R.; RODRIGUEZ, I.; VERGARA, O. 1994. Evaluación de la capacitación en el manejo racional de plagas y plaguicidas en Costa Rica. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 50 p.

CASTILLO, L.E.; DE LA CRUZ, E.; RUEPERT, C. 1997. Ecotoxicology and pesticides in tropical aquatic ecosystems of Central America. *Environmental Toxicology and Chemistry* 16(1): 41-51.

CASTILLO, L.; CHAVERRI, F.; RUEPERT, C.; WESSELING, C. (eds.). 1995. Manual de plaguicidas: guía para América Central. Programa de Plaguicidas, Desarrollo, Salud y Ambiente. Universidad Nacional. EUNA: Heredia, Costa Rica. 680 p.

COLBORN, T.; DUMANOSKI, D.; MYERS, J.P. 1996. *Our stolen future*. Dutton: New York, U.S.A. 306 p.

COX, C. 1996. Plaguicidas y fertilidad masculina: la masculinidad en riesgo. *Boletín de la Red de*

- Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México N.15-16 (septiembre-diciembre): 10-16.
- DE LA VINA, C.B.; RAMIREZ, D.A.; ENGLE, L.M. 1990. Effects of carbamate and organophosphate insecticides on human chromosomes. *The Philippine Agriculturist* 73(1): 143-152.
- GARCIA, J.E. 1998. El mito del manejo seguro de los plaguicidas en los países en desarrollo (de la A a la Z). *Acta Académica (Costa Rica)* 23: 76-81.
- GARCIA, J.E. 1997. *Introducción a los plaguicidas*. EUNED: San José, Costa Rica. 450 p.
- GARCIA, J.; ECHEVERRÍA, J.; MATA, A. 1998. Contaminación ambiental: agroquímicos. Diagnóstico funcional. Plan de Acción para la Cuenca del Río Tempisque. Preparado para la Asociación para el Manejo de la Cuenca del Río Tempisque (ASOTEM) y el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica. Volumen III, segunda parte. 56 p.
- HENAO, S. 1995. Efectos crónicos de los plaguicidas. *Organization International del Trabajo, Proyecto "Promoción de la Seguridad y la Salud del Trabajo en la Agricultura en América Central"*. San José, Costa Rica. Mimeografiado. 8 p.
- HESELTINE, E. (ed.). 1997. Pesticide residues in food - 1996. Toxicological evaluations. *International Programme on Chemical Safety (IPCS), World Health Organization (WHO), Food and Agriculture Organization on the United Nations (FAO)*. WHO/PCS/97.1. 243 p.
- HRUSKA, A.J. 1994. Nuevos temas en la transferencia de tecnología de manejo integrado de plagas para productores de bajos recursos. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 32: 36-43.
- KAMEL, R. 1995. Conviviendo con plaguicidas (video de 10 minutos de duración). Guía de discusión. Proyecto Ambiental para Centroamérica (PACA), CARE International en Costa Rica - Asociación Guanacasteca de Desarrollo Forestal. Costa Rica. 4 p.
- LISI, P.; CARAFFINI, S.; ASSALVE, D. 1987. Irritation and sensitization potential of pesticides. *Contact Dermatitis* 17: 212-218.
- LOPEZ- ABENTE O., G. 1991. Cancer en agricultores: mortalidad proporcional y estudios caso-control con certificados de defunción. Fondo de Investigación Sanitaria: Madrid, España. 171 p.
- MacMAHON, B.; MONSON, R.R.; WANG, H.H.; ZHENG, T. 1988. A second follow-up of mortality in a cohort of pesticide applicators. *Journal of Occupational Medicine* 30(5): 429-432.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) 1997. Impulsan siembra de naranja. *Agroindustria* 25(176): 48.
- MALDONADO U., T.; BRAVO, J.; CASTRO S., G.; JIMENEZ M., Q.; SABORIO, O.; PANIAGUA C, L. 1995. Evaluación ecológica rápida de la región del Tempisque, Guanacaste, Costa Rica. Centro de Estudios Ambientales y Políticas (CEAP), Fundación Neotrópica. San José, Costa Rica. p. 30.
- MARONI, M.; FAIT, A. 1993. Health effects in man from long-term exposure to pesticides. A review of the 1975-1991 literature. *Toxicology* 78, 180 p.
- MATARRITA, L. 1997. Programa de Educación en Manejo Seguro de Plaguicidas Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) - Cámara de Insumos Agropecuarios. San José, Costa Rica. Comunicación personal.
- MULLER, F. 1984. Fungizide. *In: Hock, B.; Elstner, E.F. (Hrsg.). Pflanzentoxikologie: der Einfluss von Schadstoffen und Schädwirkungen auf Pflanzen*. Bibliographisches Institut - Wissenschaftsverlag: Mannheim, Deutschland. S. 174.
- MUSSICO, M.; SANT, M.; MOLINARI, S.; FILIPPINI, G.; GATTA, G.; BERRINO, F. 1988. A case-control study of brain gliomas and occupational exposure to chemical carcinogens: the risk to farmers. *American Journal of Epidemiology* 128(4): 778-785.

- PEARCE, N.E.; SMITH, A.H.; FISHER, D.O. 1985. Malignant lymphoma and multiple myeloma linked with agricultural occupations in a New Zealand cancer registry-based study. *American Journal of Epidemiology* 121: 225-237.
- POPPER, R.; ANDINO, K.; BUSTAMANTE, M.; HERNANDEZ, B.; RODAS, L. 1996. Knowledge and beliefs regarding agricultural pesticides in rural Guatemala. *Environmental Management* 20(2): 241-248.
- PRMVS-UNA (Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre - Universidad Nacional) 1994. Estudio de impacto ambiental del Proyecto de Riego Arenal Tempisque, Fase II. Informe final. Heredia, Costa Rica. Documento en revisión. 155 p.
- QUIROS, D. 1997. Directora del Centro Nacional de Control de Intoxicaciones. San José, Costa Rica. Comunicación personal.
- QUIROS V., D.; SALAS H., A.E.; LEVERIDGE E., Y. 1994. Intoxicaciones con plaguicidas en Costa Rica. Editorial Nacional de Salud y Seguridad Social (EDNASSS)-Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS): San José, Costa Rica. 71 p.
- RAMADE, F. 1987. *Ecotoxicology*. 2nd. ed. John Wiley & Sons: Great Britain, p. 139, 144.
- RAMAKRISHNA, B. (Coordinador técnico, IICA-SENARA) 1991a. Evaluación del proyecto de riego Arenal-Tempisque. I etapa. SENARA-IDA-MAG/EEEJN-CNP-BNCR-UCR-ICI-IIC A. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) - Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA). Canas, Guanacaste, Costa Rica. 80 p.
- RAMAKRISHNA, B. (Coordinador técnico, IICA-SENARA) 1991b. Evaluación del proyecto de riego Arenal-Tempisque. I etapa. Anexos. SENARA-IDA-MAG/EEEJN-CNP-BNCR-UCR-ICI-IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) - Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA). Canas, Guanacaste, Costa Rica, p. irr.
- REPETTO, R.; BALIGA, S.S. 1996. Los plaguicidas y el sistema inmunitario: riesgos para la salud pública. World Resources Institute, Washington, D.C. 112 p.
- ROBINSON, T.H. 1993. Fate and transport of agricultural contaminants from rice paddies. Impact sampling strategies and the potential environmental degradation to dry tropical coastal wetlands - Guanacaste, Costa Rica. Master of Arts in Geography. University of California. Santa Barbara, U.S.A. 163 p.
- SANOTSKY, I.V.; FOMENKO, V.N. 1986. Long-term effects of chemical on the organism. United Nations Environment Programme (UNEP), USSR State Committee for Science and Technology, International Register of Potentially Toxic Chemicals (IRPTC). Centre of International Projects, GKNT, Moscow. 206 p.
- SCHUMACHER, M.C. 1985. Farming occupations and mortality from non-Hodgkin's lymphoma in Utah: a case-control study. *Journal of Occupational Medicine* 27(8): 580-584.
- VE-PPUNA (Vicerrectoría de Extensión - Programa de Plaguicidas de la Universidad Nacional) 1994. Borrador de la evaluación del proyecto de extensión: Plan Piloto Tierra Blanca. Universidad Nacional: Heredia, Costa Rica. 66 p.
- WESSELING, C; CASTILLO, L. 1992. Plaguicidas en America Central: algunas consideraciones sobre las condiciones de uso. En: Memoria de la Primera Conferencia Centroamericana sobre Ecología y Salud (ECOSAL). San Salvador, El Salvador, 1-3 de setiembre de 1992. p. 83-112.
- WHORTON, D.; FOLIART, D. 1988. DBCP: eleven years later. *Reproductive Toxicology* 2(3 / 4): 155-161