

---

**USO DE PLAGUICIDAS EN CULTIVOS AGRÍCOLAS COMO  
HERRAMIENTA PARA EL MONITOREO DE PELIGROS EN SALUD**

**AGRICULTURE PESTICIDES USE AS TOOL FOR MONITORING HEALTH  
HAZARDS**

**Virya Bravo Durán  
Elba de la Cruz Malavassi  
Gustavo Herrera Ledezma  
Fernando Ramírez Muñoz**

Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas  
Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.  
Apdo. 86-3000. Teléfono (506) 22773585.  
vbravo@una.ac.cr

Recibido el 10 de setiembre de 2012. Corregido el 15 de octubre de 2012. Aceptado el  
25 de octubre de 2012.

**Resumen:** Costa Rica ha incrementado el uso de plaguicidas de mayor toxicidad, debido entre otras cosas al desarrollo de plagas más resistentes y la necesidad que tienen algunos productos agrícolas de exportación de mantener su posición en el mercado internacional. El ser humano al entrar en contacto con los plaguicidas puede experimentar efectos adversos en su salud desde agudos hasta crónicos que se manifiestan en diferentes grados. Para generar indicadores de peligro en salud en algunos cultivos por el uso de estas sustancias, se utilizaron la cantidad de plaguicidas aplicada y su toxicidad. Los datos de uso se recopilan directamente de los productores, a través de un cuestionario, los ingredientes activos identificados se caracterizaron por su toxicidad y se clasificaron por la manifestación de los efectos. Se calculó como indicador la cantidad de plaguicidas aplicada (kg ia/ha/año) por las clases de toxicidad consideradas más peligrosas: 1. Efectos de toxicidad aguda en grado de alto a extremo y 2. Tres o más efectos crónicos positivos. Se recomienda vigilar el uso de bromuro de metilo, metam sodio, terbufos, etoprofos, endosulfan, MCPA y carbofuran por toxicidad aguda de alta a extrema y mancozeb, paraquat, diazinon, 2,4-D y carbofuran por efectos crónicos.

**Palabras clave:** cultivos, plaguicidas, cantidad, toxicidad, indicadores, peligros, salud

**Abstract:** In Costa Rica the use of toxic pesticides has increased. This is mainly due to the development of resistant pests, and the need for certain agricultural export products to maintain its position in the international marketplace. Humans when in contact with pesticides can experience adverse health effects, ranging from acute to chronic and that manifest in different degrees. To generate indicators of the hazards arising in the human health posed by the use of these substances in some crops, the amount of pesticides applied and their toxicity was used. Data of pesticide use were collected directly from producers, through a questionnaire. The active ingredients identified were characterized in accordance with their toxicity and classified according to the manifestation of the effects. The indicators used were the amount of pesticides applied (kg ai / ha / year) for the most considered toxic class: 1-effects for acute toxicity on high-grade and, 2- the pesticides with three or more positive chronic effects. It is recommended to monitor the use of methyl bromide, metam sodium, terbufos, ethoprophos, endosulfan, MCPA and carbofuran for high to extreme acute toxicity, and the one of mancozeb, paraquat, diazinon, 2,4-D and carbofuran for chronic effects.

**Key words:** crops, pesticides, quantity, toxicity, indicators, hazards, health

## INTRODUCCIÓN

Los plaguicidas se promocionan como la solución más eficaz para los cultivos con deficientes estados fitosanitarios, que obstaculizan el desarrollo de los productos agrícolas. Sin embargo, estos tóxicos requieren de una alta inversión de capital y su uso representa un peligro para la salud de las personas y de la biota en general (Bravo *et al.*, 2011; de la Cruz *et al.*, 2004). Esto en parte, es el resultado de un incremento en el uso de plaguicidas de mayor toxicidad (Bravo *et al.*, 2011), debido al desarrollo de plagas más resistentes y la necesidad que tienen algunos productos de exportación de mantener su posición en el mercado internacional, donde deben alcanzar estándares de calidad y volúmenes de producción muy competitivos. Un porcentaje de los plaguicidas que se utiliza (sustancia madre y/o sus metabolitos) se moviliza de acuerdo a sus características fisicoquímicas y factores ambientales, por procesos de volatilización, escorrentía e infiltración y contaminan aire, suelos y aguas superficiales y/o subterráneas (van Leewen, *et al.*, 1995; García, 2000); otro porcentaje de los plaguicidas puede depositarse en membranas vegetales, incluso del producto meta (García, 2000). De muchas formas el ser humano puede entrar en contacto con los plaguicidas, ya sea vía oral, dérmica o inhalatoria, con matrices ambientales o productos contaminados por plaguicidas y experimentar efectos adversos en su salud desde agudos hasta crónicos que se manifiestan en diferentes grados (leves, moderados y/o severos) (Klaassen, 2008).

En Costa Rica algunas instituciones como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Centro de Investigación en Café (CICAFE), la Oficina del Arroz (OFIARROZ), la Corporación Bananera Nacional (CORBANA), las Cámaras de productores y exportadores de melón y piña (CANAPEM y CANAPEP), la Dirección de Investigación en Caña de azúcar (DIECA), Corporación Ganadera Nacional (CORFOGA) y otras Cámara de productores han generado recomendaciones técnicas para el uso de plaguicidas y otros estudios respecto a los cultivos, pero en muy pocos de estos documentos se presentan datos del uso real de estas sustancias. Esta información se ha generado principalmente en las universidades públicas (UNA, UCR, UNED y ITCR) a través del desarrollo de tesis y proyectos de investigación y extensión, pero estos datos son para áreas y periodos muy localizados y están en diferentes niveles de precisión. El Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas de la Universidad Nacional (IRET) es en nuestro país pionero en la generación de este tipo de información. Durante más de dos décadas el IRET ha desarrollado metodologías de captura, sistematización y análisis de datos respecto a importación y uso de plaguicidas y efectos en la salud y el ambiente. Más recientemente ha publicado vía Web datos de toxicidad y distribución ambiental y efectos eco-toxicológicos de los plaguicidas (de la Cruz *et al.*, 2010). La experiencia en IRET ha permitido conocer que la manifestación de efectos en la salud son el resultado de la interacción de varios factores, como son la cantidad aplicada de plaguicidas, las formas de aplicación, la toxicidad del plaguicida, la vulnerabilidad de las personas expuestas, las prácticas de higiene y las condiciones ambientales en las zonas de cultivo (Bravo *et al.*, 2007). Estos factores son difíciles de cuantificar, sin embargo es necesario monitorear al menos aquellos que son capaces de influenciar en mayor medida los efectos, para identificar oportunamente peligros en la salud que ameriten intervenciones para protección de las personas.

En este artículo se presenta un resumen del trabajo realizado en IRET, durante un periodo de 8 años de estudio del uso de los plaguicidas en diferentes cultivos del país como son melón, café, chayote, banano, piña, plátano, arroz, caña de azúcar, pastos y tomate. Esta información constituye un valioso insumo para la construcción de indicadores de salud humana y ambiental, e incluso económicos. En esto radica la importancia de nuestra investigación, para la cual se seleccionó como indicador a construir “la cantidad aplicada de plaguicidas agrupada por tipo de toxicidad y criterios de peligro”. Consideramos, que a corto plazo este indicador debe proveer información básica que permita identificar tendencias y emitir criterios sobre uso de plaguicidas y a largo plazo debe servir como un instrumento de apoyo en la planificación y ejecución de proyectos, tanto de tipo epidemiológico como ambiental. Además debe facilitar la toma de decisiones en el desarrollo de alternativas al uso de plaguicidas y la formulación de políticas que puedan de alguna forma enmendar daños en la salud y el ambiente.

En atención de lo anterior, nuestro objetivo fue “Construir indicadores de peligros en salud en algunos cultivos, utilizando la cantidad de plaguicidas aplicada y su toxicidad, para establecer una línea base en la vigilancia del uso de estas sustancias”.

## MATERIALES Y METODOS

Instituciones como el MAG, CICAPE, OFIARROZ, CORBANA, CANAPEM, CANAPEP, DIECA, CORFOGA y otras Cámaras de productores suministraron datos de extensión de los cultivos, número y nombres de productores, ubicación de las fincas y para algunos casos los números de teléfono y correos electrónicos. Con base en esta información, se realizó un muestreo para ubicar los productores y aplicarles un cuestionario sobre el uso de plaguicidas. Las preguntas que incluyó realizadas correspondieron principalmente a los nombres comerciales o genéricos de los plaguicidas usados por etapa del cultivo, las dosis, el número y la frecuencia de aplicaciones por ciclo, el número y la duración de los ciclos de cultivo, el área de la finca y el área aplicada. Los datos sobre concentraciones y formulaciones de los plaguicidas se recopilaron en los establecimientos donde los productores compraron los insumos. Los plaguicidas mencionados en los cuestionarios fueron identificados por ingrediente activo según el sistema de consultas INSUMOSYS (SFE, 2011) y por acción biocida. En Excel se digitaron por ingrediente activo los datos recopilados en los cuestionarios y se estimó con estos la cantidad aplicada en kilogramos de ingrediente activo por hectárea y año (kg i.a./ha/año). La ecuación 1 describe este cálculo.

$$\text{Kg i.a./ha/año} = ((\text{Pf}/\text{Ap}) \times (\% \text{ i.a.}) \times (\text{NAp}/\text{C}) \times (\text{NC}/\text{A}) \times (\text{H})) / \text{Ht} \quad (1)$$

Donde:

Pf = producto formulado (kg o L)

Ap= aplicación

% i.a. = % ingrediente activo

NAp = número de aplicaciones

C= ciclo

NC= número de ciclos

A= año

H = área aplicada (ha)

Ht = área total cultivada (ha)

Para el desarrollo de los indicadores de peligros en salud, los ingredientes activos se caracterizaron por consulta en el Sitio Web Plaguicidas de Centroamérica (De la Cruz, *et al.*, 2010) de acuerdo a toxicidad: 1) Aguda según clasificaciones de la Agencia de

Protección Ambiental (EPA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) y 2) Crónica por efectos de neurotoxicidad, carcinogenicidad, teratogenicidad, mutagenicidad y trastornos endocrinos. Con la caracterización de los plaguicidas por toxicidad, estos se clasificaron según la expresión de los efectos de la siguiente forma:

<b>Toxicidad Aguda</b>	Negativa a ligera (III, U, O de OMS & 3,4, ND de EPA) Moderada (II de OMS & 2 de EPA) Alta a extrema ( Ia, Ib y fumigantes de OMS & 1 de EPA)
<b>Toxicidad Crónica</b>	Negativa 1 efecto positivo 2 efectos positivos 3 efectos positivos 4 efectos positivos 5 efectos positivos

Finalmente, se calculó como indicador la cantidad de plaguicidas aplicada (kg ia/ha/año) por las clases de toxicidad consideradas más peligrosas. A saber: 1. Efectos de toxicidad aguda en grado de alto a extremo y 2. Tres o más efectos crónicos positivos. Para seleccionar los plaguicidas a vigilar se seleccionaron, por cultivo, los ingredientes activos aplicado en mayor cantidad en cada clase de toxicidad peligrosa.

## RESULTADOS

### Melón:

En melón “con bromuro de metilo”, durante 2004 en Guanacaste, se usaron 20 ingredientes activos, equivalentes a 74,77 kg ia/ha/año. De estos plaguicidas uno fue un fumigante (67,07 kg ia/ha/año), ocho fueron fungicidas (4,98 kg ia/ha/año), uno fue un herbicida (0,92 kg ia/ha/año) y diez fueron insecticidas (10,81 kg ia/ha/año). Los fumigantes constituyeron el 90% de la cantidad de plaguicidas aplicada por este cultivo. Los ingredientes activos usados en mayor cantidad por cada acción biocida fueron el bromuro de metilo (67,07 kg ia/ha/año), el mancozeb (1,33 kg ia/ha/año), el glifosato (0,92 kg ia/ha/año) y el metomil (0,52 kg ia/ha/año) (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Cantidad de plaguicidas aplicada en melón “con bromuro de metilo” por acción biocida, ingrediente activo y toxicidad. Guanacaste, Costa Rica. 2004.**

Acción biocida	Ingrediente activo	Toxicidad aguda (OMS-EPA)	Toxicidad crónica					Cantidad (kg ia/ha/año)
			Neurotox.	Teratogen.	D. endocrina	Mutagen.	Carcinogen.	
Fumigantes	bromuro de metilo	Alta-extrema	Positivo				Positivo	67,07
<b>Subtotal</b>								<b>67,07</b>
Fungicidas	mancozeb		Positivo		Positivo		Positivo	1,33
	hidróxido de cobre	Ligera						1,15
	azufre	Ligera						0,98
	clorotalonil	Alta-extrema					Positivo	0,67
	benomil	Ligera		Positivo	Positivo		Positivo	0,39
	metil tiofanato		Positivo					0,39
	dimetomorf	Ligera						0,05
	metalaxil	Moderada						0,02
<b>Subtotal</b>								<b>4,98</b>
Herbicidas	glifosato		Positivo		Positivo			0,92
<b>Subtotal</b>								<b>0,92</b>
Insecticidas	metomil	Alta-extrema			Positivo			0,52
	diazinon	Moderada	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo		0,47
	imidacloprid	Moderada				Positivo		0,33
	naled	Moderada	Positivo					0,30
	permetrina	Moderada	Positivo		Positivo		Positivo	0,09
	spinosad							0,04
	buprofezin						Positivo	0,03
	pimetrozin							0,02
	piriproxifen							0,01
	abamectina	Alta-extrema		Positivo	Positivo			0,001
<b>Subtotal</b>								<b>1,81</b>
<b>Total</b>								<b>74,77</b>

Fuentes: Bravo *et al.*, 2007; de la Cruz *et al.*, 2010

Se identificaron en este cultivo cuatro plaguicidas usados con toxicidad aguda de alta a extrema en una cantidad de 68, 25 kg ia/ha/año, siendo el bromuro de metilo el ingrediente activo más aplicado bajo este criterio de peligro. Con más de 3 efectos crónicos positivos se usaron cuatro plaguicidas, en una cantidad de 2,28 kg ia/ha/año, siendo el diazinon el ingrediente activo con más efectos crónicos (4), pero no el más usado. El mancozeb con tres efectos crónicos es más aplicado (Cuadro 1).

En melón “con metam sodio”, durante 2004 en Guanacaste, se usaron 33 ingredientes activos, equivalentes a 60,49 kg ia/ha/año. De estos plaguicidas uno fue un fumigante (50,07 kg ia/ha/año), 14 fueron fungicidas (7,34 kg ia/ha/año), tres fueron herbicidas (0,93 kg ia/ha/año), 13 fueron insecticidas (1,95 kg ia/ha/año) y dos fueron nematocidas (0,20 kg ia/ha/año). Los fumigantes constituyeron el 83% de la cantidad de plaguicidas aplicada por este cultivo. Los ingredientes activos usados en mayor cantidad por cada acción biocida fueron el metam sodio (50,07 kg ia/ha/año), el mancozeb (2,05 kg ia/ha/año), el glifosato (0,90 kg ia/ha/año), el endosulfan (0,60 kg ia/ha/año) y el oxamil (0,11 kg ia/ha/año) (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Cantidad de plaguicidas aplicada en melón “con metam sodio” por acción biocida, ingrediente activo y toxicidad. Guanacaste, Costa Rica. 2004.**

Acción biocida	Ingrediente activo	Toxicidad aguda (OMS-EPA)	Toxicidad crónica					Cantidad (kg ia/ha/año)
			Neurotox.	Teratogen.	D. endocrina	Mutagen.	Carcinogen.	
Fumigantes	metam sodio	Alta-extrema			Positivo		Positivo	50,07
<b>Subtotal</b>								<b>50,07</b>
Fungicidas	mancozeb		Positivo		Positivo		Positivo	2,05
	clorotalonil	Alta-extrema					Positivo	1,59
	carbendazim	Ligera		Positivo	Positivo		Positivo	1,21
	oxicloruro de cobre	Ligera						1,02
	fosetil							0,48
	TCMTB						Positivo	0,39
	metil tiofanato		Positivo					0,18
	benomil	Ligera		Positivo	Positivo		Positivo	0,16
	dimetomorf	Ligera						0,13
	metalaxil	Moderada						0,05
	azoxistrobina						Positivo	0,04
	hidróxido de cobre	Ligera						0,02
	miclobutanil	Ligera						0,02
propamocarb			Positivo				0,01	
<b>Subtotal</b>								<b>7,34</b>
Herbicidas	glifosato		Positivo		Positivo			0,90
	paraquat	Alta-extrema	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo		0,02
	fluazifop-p	Ligera						0,01
<b>Subtotal</b>								<b>0,93</b>
Insecticidas	endosulfan	Alta-extrema	Positivo		Positivo			0,60
	clorpirifos	Moderada	Positivo		Positivo			0,28
	diazinon	Moderada	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo		0,25
	imidacloprid	Moderada				Positivo		0,23
	metomil	Alta-extrema			Positivo			0,21
	cipermetrina	Moderada	Positivo		Positivo		Positivo	0,12
	spinosad							0,09
	naled	Moderada	Positivo					0,06
	permetrina	Moderada	Positivo		Positivo		Positivo	0,04
	buprofezin						Positivo	0,02
	pimetrozin							0,02
dimetoato	Moderada	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	0,02	
abamectina	Alta-extrema		Positivo	Positivo			0,004	
<b>Subtotal</b>								<b>1,95</b>
Nematicidas	oxamil	Alta-extrema	Positivo					0,11
	carbofuran	Alta-extrema	Positivo		Positivo	Positivo		0,10
<b>Subtotal</b>								<b>0,20</b>
<b>Total</b>								<b>60,49</b>

Fuentes: Bravo *et al.*, 2007; de la Cruz *et al.*, 2010

Se identificaron en este cultivo ocho plaguicidas usados con toxicidad aguda de alta a extrema en una cantidad de 52,71 kg ia/ha/año, siendo el metam sodio el ingrediente activo más aplicado bajo este criterio de peligro. Con más de 3 efectos crónicos positivos se usaron nueve plaguicidas, en una cantidad de 3,97 kg ia/ha/año, siendo el dimetoato el ingrediente activo con más efectos crónicos (5), pero no el más usado. El mancozeb con tres efectos crónicos es más aplicado (Cuadro 2).

### **Café:**

En café, durante 2004 en Los Santos, se usaron 30 ingredientes activos, equivalentes a 3,69 kg ia/ha/año. De estos plaguicidas 16 fueron fungicidas (1,17 kg ia/ha/año), tres fueron herbicidas (1,34 kg ia/ha/año), seis fueron insecticidas (0,33 kg ia/ha/año) y cinco fueron nematocidas (0,85 kg ia/ha/año). Los herbicidas constituyeron el 36%, los fungicidas el 31% y los nematocidas el 23% de la cantidad de plaguicidas aplicada por este cultivo. Los ingredientes activos usados en mayor cantidad por cada acción biocida fueron el tebuconazol (0,28 kg ia/ha/año), el glifosato (0,82 kg ia/ha/año), el diazinon (0,20 kg ia/ha/año) y el terbufos (0,58 kg ia/ha/año) (Cuadro 3).

### **Cuadro 3. Cantidad de plaguicidas aplicada en café por acción biocida, ingrediente activo y toxicidad. Los Santos, Costa Rica. 2004.**

Acción biocida	Ingrediente activo	Toxicidad aguda (OMS-EPA)	Toxicidad crónica					Cantidad (kg ia/ha/año)
			Neurotox.	Teratogen.	D. endocrina	Mutagen.	Carcinogen.	
Fungicidas	tebuconazol	Moderada			Positivo		Positivo	0,28
	sulfato de cobre	Moderada		Positivo			Positivo	0,19
	oxicloruro de cobre	Ligera						0,13
	ciproconazol	Ligera			Positivo		Positivo	0,13
	caldo bordeles							0,11
	triadimenol	Moderada			Positivo		Positivo	0,10
	propineb		Positivo					0,08
	ferbam	Ligera	Positivo		Positivo			0,05
	azoxistrobina					Positivo		0,03
	hidróxido de cobre	Ligera						0,03
	carbendazim	Ligera		Positivo	Positivo		Positivo	0,02
	benomil	Ligera		Positivo	Positivo		Positivo	0,01
	metil toclofos	Ligera						0,01
	captan	Alta-extrema		Positivo			Positivo	0,002
	carboxin						Positivo	0,002
clorotalonil	Alta-extrema					Positivo	0,001	
<b>Subtotal</b>							<b>1,17</b>	
Herbicidas	glifosato		Positivo		Positivo			0,82
	paraquat	Alta-extrema	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo		0,39
	oxifluorfen	Ligera					Positivo	0,13
<b>Subtotal</b>							<b>1,34</b>	
Insecticidas	diazinon	Moderada	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo		0,20
	clorpirifos	Moderada	Positivo		Positivo			0,09
	dimetoato	Moderada	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	0,03
	metamidofos	Alta-extrema	Positivo	Positivo				0,02
	protiofos	Moderada	Positivo					0,002
	permetrina	Moderada	Positivo		Positivo		Positivo	0,0005
<b>Subtotal</b>							<b>0,33</b>	
Nematicidas	terbufos	Alta-extrema	Positivo					0,58
	carbofuran	Alta-extrema	Positivo		Positivo	Positivo		0,12
	oxamil	Alta-extrema	Positivo					0,08
	fenamifos	Alta-extrema	Positivo					0,04
	etoprofos	Alta-extrema	Positivo					0,03
<b>Subtotal</b>							<b>0,85</b>	
<b>Total</b>							<b>3,69</b>	

Fuentes: Bravo *et al.*, 2007; de la Cruz *et al.*, 2010

Se identificaron en este cultivo nueve plaguicidas usados con toxicidad aguda de alta a extrema en una cantidad de 1,26 kg ia/ha/año, siendo el terbufos el ingrediente activo más aplicado bajo este criterio de peligro. Con más de 3 efectos crónicos positivos se usaron ocho plaguicidas, en una cantidad de 0,77 kg ia/ha/año, siendo el dimetoato el ingrediente activo con más efectos crónicos (5), pero no el más usado. El paraquat con cuatro efectos crónicos es más aplicado (Cuadro 3).

### Chayote:

En chayote, durante 2004 en Paraíso, se usaron 38 ingredientes activos, equivalentes a 6,30 kg ia/ha/año. De estos plaguicidas 13 fueron fungicidas (2,66 kg ia/ha/año), tres fueron herbicidas (0,88 kg ia/ha/año), 18 fueron insecticidas (1,66 kg ia/ha/año) y cuatro

fueron nematicidas (1,10 kg ia/ha/año). Los fungicidas constituyeron el 42% y los insecticidas el 26% de la cantidad de plaguicidas aplicada por este cultivo. Los ingredientes activos usados en mayor cantidad por cada acción biocida fueron el mancozeb (1,54 kg ia/ha/año), el glifosato (0,62 kg ia/ha/año), el dimetoato (0,30 kg ia/ha/año) y el terbufos (0,96 kg ia/ha/año) (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Cantidad de plaguicidas aplicada en chayote por acción biocida, ingrediente activo y toxicidad. Paraíso de Cartago, Costa Rica. 2004.**

Acción biocida	Ingrediente activo	Toxicidad aguda (OMS-EPA)	Toxicidad crónica					Cantidad (kg ia/ha/año)
			Neurotox.	Teratogen.	D. endocrina	Mutagen.	Carcinogen.	
Fungicidas	mancozeb		Positivo		Positivo		Positivo	1,54
	azufre	Ligera						0,49
	propineb		Positivo					0,19
	benomil	Ligera		Positivo	Positivo		Positivo	0,16
	tiametoxam							0,13
	metil tiofanato		Positivo					0,08
	ziram	Ligera	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	0,07
	clorotalonil	Alta-extrema					Positivo	0,01
	propiconazol	Moderada			Positivo		Positivo	0,003
	imazalil	Moderada			Positivo		Positivo	0,001
	tiabendazol	Ligera					Positivo	0,001
	captan	Alta-extrema		Positivo		Positivo	Positivo	0,0005
carboxin					Positivo		0,0005	
<b>Subtotal</b>								<b>2,66</b>
Herbicidas	glifosato		Positivo		Positivo			0,62
	paraquat	Alta-extrema	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo		0,25
	oxifluorfen	Ligera					Positivo	0,004
<b>Subtotal</b>								<b>0,88</b>
Insecticidas	dimetoato	Moderada	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	0,30
	permetrina	Moderada	Positivo		Positivo		Positivo	0,28
	malation	Ligera	Positivo		Positivo	Positivo	Positivo	0,24
	cihalotrina lambda	Moderada	Positivo		Positivo			0,23
	pimetrozin							0,16
	cipermetrina	Moderada	Positivo		Positivo		Positivo	0,14
	endosulfán	Alta-extrema	Positivo		Positivo			0,10
	metamidofos	Alta-extrema	Positivo	Positivo				0,08
	clorpirifos	Moderada	Positivo		Positivo			0,04
	deltametrina	Moderada	Positivo		Positivo			0,03
	diazinon	Moderada	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo		0,02
	cartap	Moderada						0,01
	metomil	Alta-extrema			Positivo			0,01
	imidacloprid	Moderada				Positivo		0,01
	foxim	Moderada	Positivo					0,003
bifentrina	Moderada	Positivo				Positivo	0,002	
ciflutrina	Moderada	Positivo					0,001	
abamectina	Alta-extrema		Positivo	Positivo			0,001	
<b>Subtotal</b>								<b>1,66</b>
Nematicidas	terbufos	Alta-extrema	Positivo					0,96
	forato	Alta-extrema	Positivo					0,08
	etoprofos	Alta-extrema	Positivo					0,04
	oxamil	Alta-extrema	Positivo					0,03
<b>Subtotal</b>								<b>1,10</b>
<b>Total</b>								<b>6,30</b>

Fuentes: Bravo *et al.*, 2007; de la Cruz *et al.*, 2010

Se identificaron en este cultivo once plaguicidas usados con toxicidad aguda de alta a extrema en una cantidad de 1,55 kg ia/ha/año, siendo el terbufos el ingrediente activo más aplicado bajo este criterio de peligro. Con más de 3 efectos crónicos positivos se usaron diez plaguicidas, en una cantidad de 2,98 kg ia/ha/año, siendo el dimetoato y el ziram los ingredientes activos con más efectos crónicos (5), pero no los más usados. El mancozeb con tres efectos crónicos es más aplicado (Cuadro 4).

### **Banano:**

En banano, durante 2006 en Limón, se usaron 27 ingredientes activos, equivalentes a 49,29 kg ia/ha/año. De estos plaguicidas 14 fueron fungicidas (33,83 kg ia/ha/año), cinco fueron herbicidas (2,49 kg ia/ha/año), dos fueron insecticidas (1,77 kg ia/ha/año) y seis fueron nematocidas (11,21 kg ia/ha/año). Los fungicidas constituyeron el 69% y los nematocidas el 23% de la cantidad de plaguicidas aplicada por este cultivo. Los ingredientes activos usados en mayor cantidad por cada acción biocida fueron el mancozeb (26,14 kg ia/ha/año), el glifosato (2,34 kg ia/ha/año), la bifentrina (1,08 kg ia/ha/año) y el terbufos (4,18 kg ia/ha/año) (Cuadro 5).

### **Cuadro 5. Cantidad de plaguicidas aplicada en banano por acción biocida, ingrediente activo y toxicidad. Limón, Costa Rica. 2006.**

Acción biocida	Ingrediente activo	Toxicidad aguda (OMS-EPA)	Toxicidad crónica					Cantidad (kg ia/ha/año)
			Neurotox.	Teratogen.	D. endocrina	Mutagen.	Carcinogen.	
Fungicidas	mancozeb		Positivo		Positivo		Positivo	26,14
	tridemorf	Moderada						4,22
	clorotalonil	Alta-extrema					Positivo	1,14
	pirimetanil	Moderada					Positivo	0,60
	spiroxamina	Moderada						0,52
	difenoconazol	Ligera			Positivo		Positivo	0,37
	piraclostrobin							0,19
	azoxistrobina					Positivo		0,19
	bitertanol				Positivo			0,18
	tebuconazol	Moderada			Positivo		Positivo	0,07
	imazalil	Moderada			Positivo		Positivo	0,07
	tiabendazol	Ligera					Positivo	0,06
trifloxistrobina	Ligera						0,03	
propiconazol	Moderada			Positivo		Positivo	0,02	
<b>Subtotal</b>								<b>33,83</b>
Herbicidas	glifosato		Positivo		Positivo			2,34
	paraquat	Alta-extrema	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo		0,10
	diuron	Ligera		Positivo	Positivo		Positivo	0,04
	diquat	Moderada						0,004
	glufosinato	Ligera			Positivo			0,004
<b>Subtotal</b>								<b>2,49</b>
Insecticidas	bifentrina	Moderada	Positivo				Positivo	1,08
	clorpirifos	Moderada	Positivo		Positivo			0,69
<b>Subtotal</b>								<b>1,77</b>
Nematicidas	terbufos	Alta-extrema	Positivo					4,18
	fenamifos	Alta-extrema	Positivo					2,32
	carbofuran	Alta-extrema	Positivo		Positivo	Positivo		2,02
	etoprofos	Alta-extrema	Positivo					1,38
	cadusafos	Alta-extrema					Positivo	0,97
	oxamil	Alta-extrema	Positivo					0,34
<b>Subtotal</b>								<b>11,21</b>
<b>Total</b>								<b>49,29</b>

Fuentes: Bravo *et al.*, 2007; de la Cruz *et al.*, 2010

Se identificaron en este cultivo ocho plaguicidas usados con toxicidad aguda de alta a extrema en una cantidad de 12,45 kg ia/ha/año, siendo el terbufos el ingrediente activo más aplicado bajo este criterio de peligro. Con más de 3 efectos crónicos positivos se usaron cuatro plaguicidas, en una cantidad de 28,30 kg ia/ha/año, siendo el paraquat el ingrediente activo con más efectos crónicos (4), pero no el más usado. El mancozeb con tres efectos crónicos es más aplicado (Cuadro 5).

### Piña:

En piña, durante 2008 en Pital, se usaron 16 ingredientes activos, equivalentes a 25,23 kg ia/ha/año. De estos plaguicidas cuatro fueron fungicidas (7,31 kg ia/ha/año), seis fueron herbicidas (5,49 kg ia/ha/año), cuatro fueron insecticidas (8,06 kg ia/ha/año) y dos fueron nematocidas (4,37 kg ia/ha/año). Los insecticidas constituyeron el 32% y los fungicidas el 29% de la cantidad de plaguicidas aplicada por este cultivo. Los ingredientes activos usados en mayor cantidad por cada acción biocida fueron el fosetil

(7,21 kg ia/ha/año), el diuron (1,83 kg ia/ha/año), el diazinon (5,86 kg ia/ha/año) y el etoprofos (4,36 kg ia/ha/año) (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Cantidad de plaguicidas aplicada en piña por acción biocida, ingrediente activo y toxicidad. Pital de San Carlos, Costa Rica. 2008.**

Acción biocida	Ingrediente activo	Toxicidad aguda (OMS-EPA)	Toxicidad crónica					Cantidad (kg ia/ha/año)
			Neurotox.	Teratogen.	D. endocrina	Mutagen.	Carcinogen.	
Fungicidas	fosetil							7,21
	mancozeb		Positivo		Positivo		Positivo	0,05
	metalaxil	Moderada						0,04
	carbendazim	Ligera		Positivo	Positivo		Positivo	0,01
<b>Subtotal</b>								<b>7,31</b>
Herbicidas	diuron	Ligera		Positivo	Positivo		Positivo	1,83
	bromacil	Ligera			Positivo		Positivo	1,27
	ametrina	Ligera						1,14
	paraquat	Alta-extrema	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo		0,68
	glifosato		Positivo		Positivo			0,37
	quizalofop-p							0,20
<b>Subtotal</b>								<b>5,49</b>
Insecticidas	diazinon	Moderada	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo		5,86
	carbaril	Moderada	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	2,00
	endosulfan	Alta-extrema	Positivo		Positivo			0,21
	foxim	Moderada	Positivo					0,00002
<b>Subtotal</b>								<b>8,06</b>
Nematicidas	etoprofos	Alta-extrema	Positivo					4,36
	oxamil	Alta-extrema	Positivo					0,01
<b>Subtotal</b>								<b>4,37</b>
<b>Total</b>								<b>25,23</b>

Fuentes: Bravo *et al.*, 2008; de la Cruz *et al.*, 2010

Se identificaron en este cultivo cuatro plaguicidas usados con toxicidad aguda de alta a extrema en una cantidad de 5,26 kg ia/ha/año, siendo el etoprofos el ingrediente activo más aplicado bajo este criterio de peligro. Con más de 3 efectos crónicos positivos se usaron seis plaguicidas, en una cantidad de 10,42 kg ia/ha/año, siendo el carbaril el ingrediente activo con más efectos crónicos (5), pero no el más usado. El diazinon con cuatro efectos crónicos es más aplicado (Cuadro 6).

### Plátano:

En plátano, durante 2008 en Paraíso y Margarita, se usaron 12 ingredientes activos, equivalentes a 4,97 kg ia/ha/año. De estos plaguicidas seis fueron fungicidas (2,81 kg ia/ha/año), dos fueron herbicidas (0,63 kg ia/ha/año), dos fueron insecticidas (0,67 kg ia/ha/año) y dos fueron nematicidas (0,86 kg ia/ha/año). Los fungicidas constituyeron el 57% y los nematicidas el 17% de la cantidad de plaguicidas aplicada por este cultivo. Los ingredientes activos usados en mayor cantidad por cada acción biocida fueron el mancozeb (1,15 kg ia/ha/año), el paraquat (0,47 kg ia/ha/año), el clorpirifos (0,64 kg ia/ha/año) y el terbufos (0,80 kg ia/ha/año) (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Cantidad de plaguicidas aplicada en plátano por acción biocida, ingrediente activo y toxicidad. Paraíso y Margarita de Talamanca, Limón, Costa Rica. 2008.**

Acción biocida	Ingrediente activo	Toxicidad aguda (OMS-EPA)	Toxicidad crónica					Cantidad (kg ia/ha/año)
			Neurotox.	Teratogen.	D. endocrina	Mutagen.	Carcinogen.	
Fungicidas	mancozeb		Positivo		Positivo		Positivo	1,15
	propiconazol	Moderada			Positivo		Positivo	0,71
	tridemorf	Moderada						0,70
	difenoconazol	Ligera			Positivo		Positivo	0,18
	imazalil	Moderada			Positivo		Positivo	0,07
	bitertanol				Positivo			0,01
<b>Subtotal</b>								<b>2,81</b>
Herbicidas	paraquat	Alta-extrema	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo		0,47
	diuron	Ligera		Positivo	Positivo		Positivo	0,16
<b>Subtotal</b>								<b>0,63</b>
Insecticidas	clorpirifos	Moderada	Positivo		Positivo			0,64
	bifentrina	Moderada	Positivo				Positivo	0,03
<b>Subtotal</b>								<b>0,67</b>
Nematicidas	terbufos	Alta-extrema	Positivo					0,80
	oxamil	Alta-extrema	Positivo					0,06
<b>Subtotal</b>								<b>0,86</b>
<b>Total</b>								<b>4,97</b>

Fuentes: Bravo *et al.*, 2008; de la Cruz *et al.*, 2010

Se identificaron en este cultivo tres plaguicidas usados con toxicidad aguda de alta a extrema en una cantidad de 1,33 kg ia/ha/año, siendo el terbufos el ingrediente activo más aplicado bajo este criterio de peligro. Con más de 3 efectos crónicos positivos se usaron tres plaguicidas, en una cantidad de 1,78 kg ia/ha/año, siendo el paraquat el ingrediente activo con más efectos crónicos (4), pero no el más usado. El mancozeb con tres efectos crónicos es más aplicado (Cuadro 7).

#### **Arroz:**

En arroz, durante 2010 en la Península de Nicoya, se usaron 57 ingredientes activos, equivalentes a 18,94 kg ia/ha/año. De estos plaguicidas 15 fueron fungicidas (4,84 kg ia/ha/año), 28 fueron herbicidas (10,21 kg ia/ha/año), 12 fueron insecticidas (3,88 kg ia/ha/año), uno fue un nematicida (0,01 kg ia/ha/año) y uno fue un rodenticida (0,00002 kg ia/ha/año). Los herbicidas constituyeron el 54% y los fungicidas el 26% de la cantidad de plaguicidas aplicada por este cultivo. Los ingredientes activos usados en mayor cantidad por cada acción biocida fueron el propineb (1,40 kg ia/ha/año), el propanil (2,00 kg ia/ha/año), el endosulfan (1,05 kg ia/ha/año), el carbosulfan (0,01 kg ia/ha/año) y el floccoumafen (0,00002 kg ia/ha/año) (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Cantidad de plaguicidas aplicada en arroz por acción biocida, ingrediente activo y toxicidad. Península de Nicoya, Guanacaste, Costa Rica. 2010.**

Acción biocida	Ingrediente activo	Toxicidad aguda (OMS-EPA)	Toxicidad crónica					Cantidad (kg ia/ha/año)
			Neurotox.	Teratogen.	D. endocrina	Mutagen.	Carcinogen.	
Fungicidas	propineb		Positivo					1,40
	mancozeb		Positivo		Positivo		Positivo	1,30
	carbendazim	Ligera		Positivo	Positivo		Positivo	0,80
	metil tiofanato		Positivo					0,35
	oxicloruro de cobre	Ligera						0,18
	carboxin					Positivo		0,16
	captan	Alta-extrema		Positivo		Positivo	Positivo	0,16
	tebuconazol	Moderada			Positivo		Positivo	0,12
	azoxistrobina					Positivo		0,10
	propiconazol	Moderada			Positivo		Positivo	0,10
	epoxiconazol	Ligera					Positivo	0,08
	triadimenol	Moderada			Positivo		Positivo	0,05
	tiametoxam							0,03
	fosetil							0,01
procloraz	Ligera		Positivo		Positivo		Positivo	0,01
<b>Subtotal</b>								<b>4,84</b>
Herbicidas	propanil	Ligera			Positivo		Positivo	2,00
	glifosato		Positivo		Positivo			1,48
	pendimetalina	Ligera					Positivo	1,37
	butaclor						Positivo	1,24
	paraquat	Alta-extrema	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo		0,60
	diquat	Moderada						0,60
	2,4-D	Moderada	Positivo	Positivo	Positivo		Positivo	0,59
	clomazone	Moderada						0,53
	pretilaclor							0,33
	triclopir	Moderada						0,25
	bentazon	Ligera						0,21
	quinclorac	Ligera						0,20
	cihalofop							0,19
	anilofos	Moderada						0,18
	MCPA	Alta-extrema					Positivo	0,11
	fenoxaprop-p	Ligera						0,10
	bispiribac							0,06
	metsulfuron							0,05
	piribenzoxim							0,05
	pirazosulfuron							0,03
	etoxisulfuron							0,02
imazapir	Alta-extrema						0,01	
ioxinil	Moderada			Positivo			0,01	
imazapic	Ligera						0,004	
ciclosulfamuron							0,004	
fluroxipir	Ligera						0,003	
picloram				Positivo			0,003	
iodosulfuron							0,002	
<b>Subtotal</b>								<b>10,21</b>

Continúa →

Acción biocida	Ingrediente activo	Toxicidad aguda (OMS-EPA)	Toxicidad crónica					Cantidad (kg ia/ha/año)
			Neurotox.	Teratogen.	D. endocrina	Mutagen.	Carcinogen.	
Insecticidas	endosulfan	Alta-extrema	Positivo		Positivo			1,05
	profenofos	Moderada	Positivo					1,00
	metamidofos	Alta-extrema	Positivo	Positivo				0,60
	dimetoato	Moderada	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	0,44
	triazofos	Alta-extrema	Positivo					0,30
	permetrina	Moderada	Positivo		Positivo		Positivo	0,14
	cipermetrina	Moderada	Positivo		Positivo		Positivo	0,11
	monocrotofos	Alta-extrema	Positivo			Positivo		0,10
	etofenprox				Positivo		Positivo	0,07
	imidacloprid	Moderada				Positivo		0,04
	ciflutrina	Moderada	Positivo					0,02
deltametrina	Moderada	Positivo		Positivo			0,01	
<b>Subtotal</b>								<b>3,88</b>
Nematicidas	carbosulfan	Moderada	Positivo					0,01
<b>Subtotal</b>								<b>0,01</b>
Rodenticidas	flocoumafen	Alta-extrema						0,00002
<b>Subtotal</b>								<b>0,00002</b>
<b>Total</b>								<b>18,94</b>

Fuentes: Bravo, 2011; de la Cruz *et al.*, 2010

Se identificaron en este cultivo nueve plaguicidas usados con toxicidad aguda de alta a extrema en una cantidad de 2,92 kg ia/ha/año, siendo el endosulfan el ingrediente activo más aplicado bajo este criterio de peligro. Con más de 3 efectos crónicos positivos se usaron nueve plaguicidas, en una cantidad de 4,14 kg ia/ha/año, siendo el dimetoato el ingrediente activo con más efectos crónicos (5), pero no el más usado. El mancozeb con tres efectos crónicos es más aplicado (Cuadro 8).

### Caña de Azúcar:

En caña de azúcar, durante 2010 en la Península de Nicoya, se usaron 21 ingredientes activos, equivalentes a 15,05 kg ia/ha/año. De estos plaguicidas uno fue un fungicida (0,27 kg ia/ha/año), nueve fueron herbicidas (9,61 kg ia/ha/año), seis fueron insecticidas (2,45 kg ia/ha/año), uno fue un nematicida (2,70 kg ia/ha/año) y cuatro fueron rodenticidas (0,01 kg ia/ha/año). Los herbicidas constituyeron el 64% de la cantidad de plaguicidas aplicada por este cultivo. Los ingredientes activos usados en mayor cantidad por cada acción biocida fueron el folpet (0,27 kg ia/ha/año), la ametrina (3,51 kg ia/ha/año), el clorpirifos (1,43 kg ia/ha/año), el terbufos (2,70 kg ia/ha/año) y el coumatetralil (0,01 kg ia/ha/año) (Cuadro 9).

### Cuadro 9. Cantidad de plaguicidas aplicada en caña de azúcar por acción biocida, ingrediente activo y toxicidad. Península de Nicoya, Guanacaste,

**Costa Rica. 2010.**

Acción biocida	Ingrediente activo	Toxicidad aguda (OMS-EPA)	Toxicidad crónica					Cantidad (kg ia/ha/año)
			Neurotox.	Teratogen.	D. endocrina	Mutagen.	Carcinogen.	
Fungicidas	folpet						Positivo	0,27
<b>Subtotal</b>								<b>0,27</b>
Herbicidas	ametrina	Ligera						3,51
	terbutrina				Positivo		Positivo	2,29
	2,4-D	Moderada	Positivo	Positivo	Positivo		Positivo	1,24
	pendimetalina	Ligera					Positivo	0,96
	diuron	Ligera		Positivo	Positivo		Positivo	0,91
	glifosato		Positivo		Positivo			0,28
	hexazinona	Alta-extrema						0,26
	isoxaflutole	Ligera	Positivo	Positivo			Positivo	0,15
trifloxisulfuron							0,01	
<b>Subtotal</b>								<b>9,61</b>
Insecticidas	clorpirifós	Moderada	Positivo		Positivo			1,43
	malation	Ligera	Positivo		Positivo	Positivo	Positivo	0,69
	foxim	Moderada	Positivo					0,21
	cipermetrina	Moderada	Positivo		Positivo		Positivo	0,09
	permetrina	Moderada	Positivo		Positivo		Positivo	0,03
	deltametrina	Moderada	Positivo		Positivo			0,01
<b>Subtotal</b>								<b>2,45</b>
Nematicidas	terbufós	Alta-extrema	Positivo					2,70
<b>Subtotal</b>								<b>2,70</b>
Rodenticidas	coumatetralil	Alta-extrema						0,01
	brodifacouma	Alta-extrema						0,0001
	flocoumafén	Alta-extrema						0,0001
	difetialona	Alta-extrema						0,00003
<b>Subtotal</b>								<b>0,01</b>
<b>Total</b>								<b>15,05</b>

Fuentes: Bravo, 2011; de la Cruz *et al.*, 2010

Se identificaron en este cultivo seis plaguicidas usados con toxicidad aguda de alta a extrema en una cantidad de 2,97 kg ia/ha/año, siendo el terbufos el ingrediente activo más aplicado bajo este criterio de peligro. Con más de 3 efectos crónicos positivos se usaron seis plaguicidas, en una cantidad de 3,11 kg ia/ha/año, siendo el 2,4-D y el malation los ingredientes activos con más efectos crónicos (4). Entre estos 2,4-D es el más aplicado (Cuadro 9).

**Pastos:**

En pastos, durante 2010 en la Península de Nicoya, se usaron 17 ingredientes activos, equivalentes a 3,03 kg ia/ha/año. De estos plaguicidas dos fueron fungicidas (0,05 kg ia/ha/año), 11 fueron herbicidas (2,92 kg ia/ha/año), tres fueron insecticidas (0,05 kg ia/ha/año) y uno fue un nematicida (0,02 kg ia/ha/año). Los herbicidas constituyeron el 96% de la cantidad de plaguicidas aplicada por este cultivo. Los ingredientes activos usados en mayor cantidad por cada acción biocida fueron el carboxin (0,02 kg ia/ha/año), el bentazon (0,76 kg ia/ha/año), el diazinon (0,03 kg ia/ha/año) y el carbosulfan (0,02 kg ia/ha/año) (Cuadro 10).

**Cuadro 10. Cantidad de plaguicidas aplicada en pastos por acción biocida, ingrediente activo y toxicidad. Península de Nicoya, Guanacaste, Costa Rica. 2010.**

Acción biocida	Ingrediente activo	Toxicidad aguda (OMS-EPA)	Toxicidad crónica					Cantidad (kg ia/ha/año)
			Neurotox.	Teratogen.	D. endocrina	Mutagen.	Carcinogen.	
Fungicidas	carboxin					Positivo		0,02
	captan	Alta-extrema		Positivo		Positivo	Positivo	0,02
<b>Subtotal</b>								<b>0,05</b>
Herbicidas	bentazon	Ligera						0,76
	2,4-D	Moderada	Positivo	Positivo	Positivo		Positivo	0,73
	diuron	Ligera		Positivo	Positivo		Positivo	0,35
	glifosato		Positivo		Positivo			0,30
	metsulfuron							0,27
	picloram				Positivo			0,21
	MCPA	Alta-extrema					Positivo	0,14
	paraquat	Alta-extrema	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo		0,07
	fluroxipir	Ligera						0,04
	aminopyralid							0,03
carfentrazone							0,02	
<b>Subtotal</b>								<b>2,92</b>
Insecticidas	diazinon	Moderada	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo		0,03
	cipermetrina	Moderada	Positivo		Positivo		Positivo	0,01
	imidacloprid	Moderada				Positivo		0,004
<b>Subtotal</b>								<b>0,05</b>
Nematicidas	carbosulfan	Moderada	Positivo					0,02
<b>Subtotal</b>								<b>0,02</b>
<b>Total</b>								<b>3,03</b>

Fuentes: Bravo, 2011; de la Cruz *et al.*, 2010

Se identificaron en este cultivo tres plaguicidas usados con toxicidad aguda de alta a extrema en una cantidad de 0,23 kg ia/ha/año, siendo el MCPA el ingrediente activo más aplicado bajo este criterio de peligro. Con más de 3 efectos crónicos positivos se usaron seis plaguicidas, en una cantidad de 1,22 kg ia/ha/año, siendo el 2,4-D, el paraquat y el diazinon los ingredientes activos con más efectos crónicos (4). Entre estos 2,4-D es el más aplicado (Cuadro 10).

### Tomate:

En tomate, durante 2011 en la Belén, se usaron 14 ingredientes activos, equivalentes a 46,55 kg ia/ha/año. De estos plaguicidas seis fueron fungicidas (27,12 kg ia/ha/año), uno fue un herbicida (2,03 kg ia/ha/año), cinco fueron insecticidas (1,91 kg ia/ha/año) y dos fue un nematicida (15,49 kg ia/ha/año). Los fungicidas constituyeron el 58% y los nematicidas el 33% de la cantidad de plaguicidas aplicada por este cultivo. Los ingredientes activos usados en mayor cantidad por cada acción biocida fueron el clorotalonil (8,57 kg ia/ha/año), el glifosato (2,03 kg ia/ha/año), la ciromazina (1,29 kg ia/ha/año) y el carbofuran (10,00 kg ia/ha/año) (Cuadro 11).

**Cuadro 11. Cantidad de plaguicidas aplicada en tomate de plantación por acción biocida, ingrediente activo y toxicidad. Belén, Heredia, Costa Rica. 2011.**

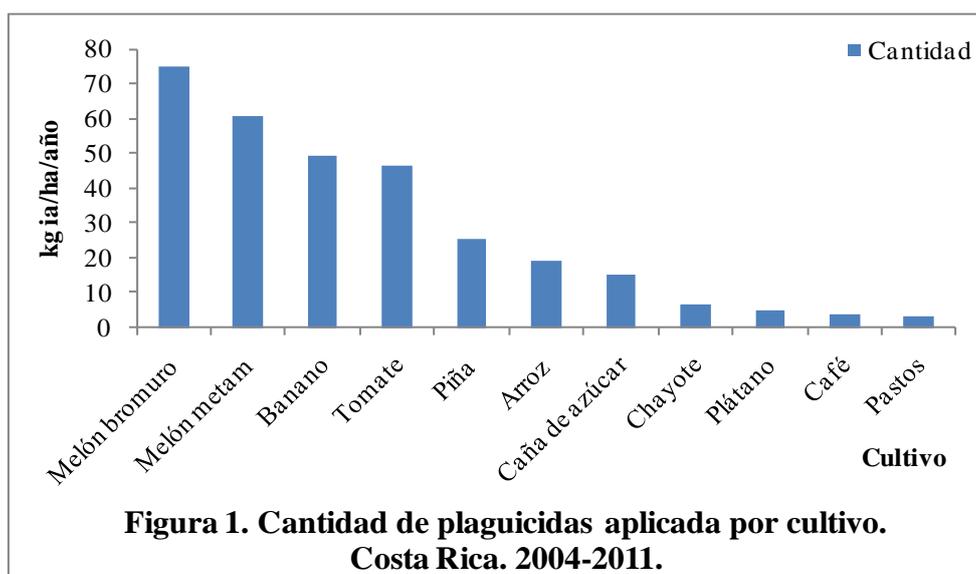
Acción biocida	Ingrediente activo	Toxicidad aguda (OMS-EPA)	Toxicidad crónica					Cantidad (kg ia/ha/año)
			Neurotox.	Teratogen.	D. endocrina	Mutagen.	Carcinogen.	
Fungicidas	clorotalonil	Alta-extrema					Positivo	8,57
	oxicloruro de cobre	Ligera						8,57
	propineb		Positivo					6,00
	mancozeb		Positivo		Positivo		Positivo	1,90
	quintozeno				Positivo			1,07
	metil tiofanato		Positivo					1,00
<b>Subtotal</b>								<b>27,12</b>
Herbicidas	glifosato		Positivo		Positivo			2,03
<b>Subtotal</b>								<b>2,03</b>
Insecticidas	ciromazina	Ligera						1,29
	clorfenapir	Moderada	Positivo				Positivo	0,31
	imidacloprid	Moderada					Positivo	0,19
	ciflutrina	Moderada	Positivo					0,06
	abamectina	Alta-extrema		Positivo	Positivo			0,06
<b>Subtotal</b>								<b>1,91</b>
Nematicidas	carbofuran	Alta-extrema	Positivo		Positivo	Positivo		10,00
	oxamil	Alta-extrema	Positivo					5,49
<b>Subtotal</b>								<b>15,49</b>
<b>Total</b>								<b>46,55</b>

Fuentes: Bravo, 2011; de la Cruz *et al.*, 2010

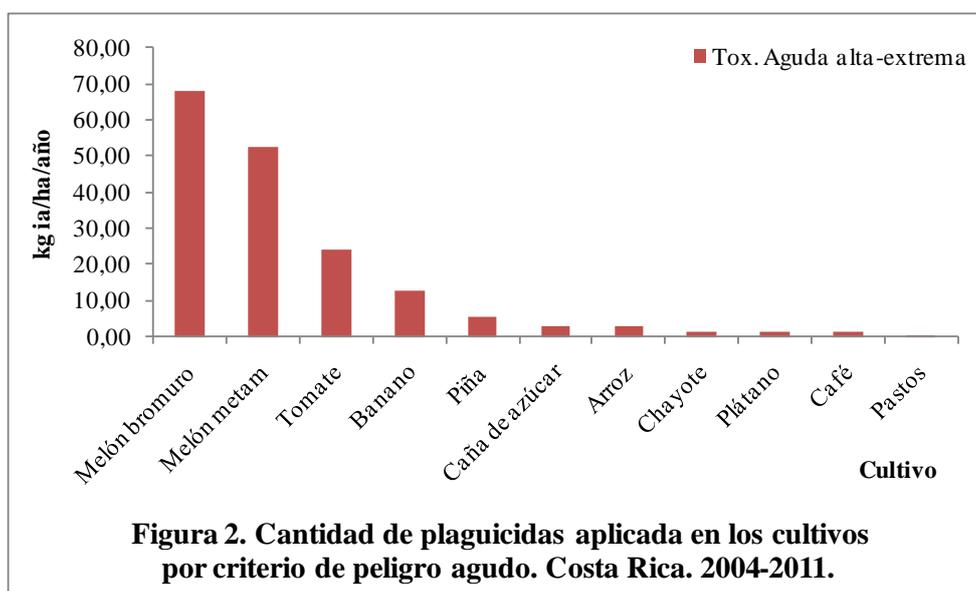
Se identificaron en este cultivo cuatro plaguicidas usados con toxicidad aguda de alta a extrema en una cantidad de 24,12 kg ia/ha/año, siendo el carbofuran el ingrediente activo más aplicado bajo este criterio de peligro. Con más de 3 efectos crónicos positivos se usaron dos plaguicidas, el mancozeb y el carbofuran, en una cantidad de 11,90 kg ia/ha/año, siendo el carbofuran el más aplicado (Cuadro 11).

### Comparación entre cultivos:

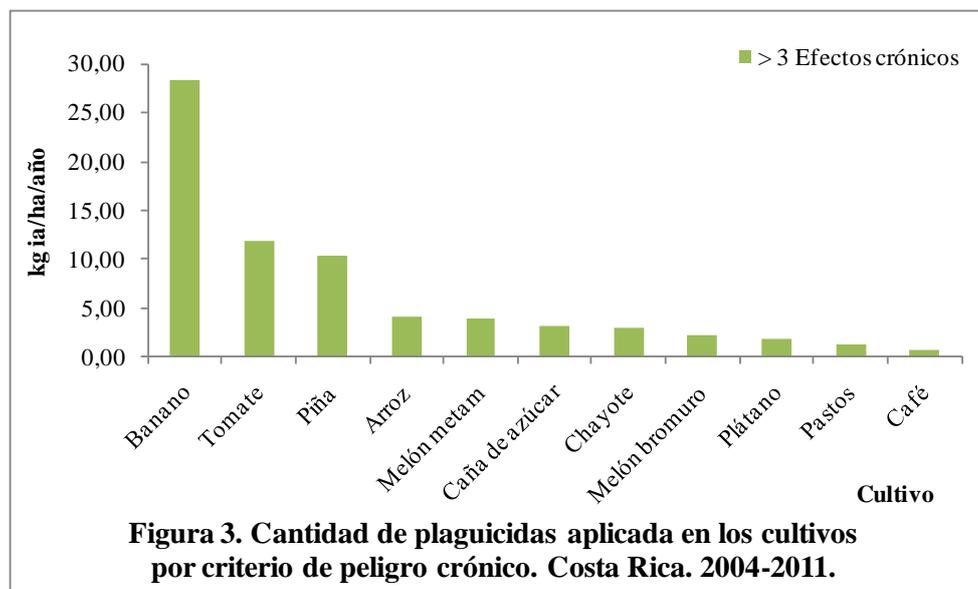
La cantidad de plaguicidas aplicada por hectárea año en los cultivos evaluados puede clasificarse como muy alta (>60 kg ia/ha/año) en melón, tanto con bromuro de metilo como con metam sodio; alta (30 - 60 kg ia/ha/año) en banano y tomate; moderada (30 - 10 kg ia/ha/año) en piña, arroz y caña de azúcar y baja (<10 kg ia/ha/año) en chayote, plátano, café y pastos (Figura 1).



Los cultivos que utilizaron las mayores cantidades de plaguicidas, con toxicidad aguda de alta a extrema, fueron melón con bromuro de metilo (68,25 kg ia/ha/año) y con metam sodio (52,71 kg ia/ha/año), tomate (24,12 kg ia/ha/año) y banano (12,45 kg ia/ha/año) (Figura 2).



Los cultivos que utilizaron las mayores cantidades de plaguicidas, con toxicidad crónica por más de tres efectos, fueron banano (28,30 kg ia/ha/año), tomate (11,90 kg ia/ha/año) y piña (10,42 kg ia/ha/año) (Figura 3).



## DISCUSION

En los cultivos evaluados se aplicaron cantidades de plaguicidas que podrían clasificarse en cuatro clases de uso: 1. Muy alto ( $> 70$  kg ia/ha/año), 2. Alto (40 - 70 kg ia/ha/año), 3. Medio (10 - 40 kg ia/ha/año) y 4. Bajo ( $< 10$  kg ia/ha/año). En esta clasificación, melón “con bromuro de metilo” se ubicaría en la primera clase; melón “con metam sodio”, banano y tomate en la segunda; piña, arroz y caña de azúcar en la tercera y chayote, plátano, café y pastos en la cuarta. Para validar los resultados comparamos estos datos con los obtenidos en otros diagnósticos (Chaverri *et al.*, 2000). En esta comparación se observa que las cantidades de plaguicidas aplicadas se incrementaron en banano, caña de azúcar y tomate. Específicamente en banano, el uso de plaguicidas aumentó debido al desarrollo de plagas más resistentes por la aplicación frecuente de un mismo grupo de ingredientes activos, las alteraciones del clima que dispararon la incidencia de plagas, las aplicaciones preventivas e innecesarias y las ofertas de precio y consumo que realizan las empresas para cumplir con las metas comprometidas con la casa matriz (Comunicación personal, Ing. Félix Castro Drumond). Comparando los datos de uso de plaguicidas en otros cultivos, se encontró que las cantidades aplicadas de estos descendieron en melón, café, piña y arroz (Chaverri *et al.*, 2000). Consideramos que en café la caída de los precios internacionales en el momento del diagnóstico fue la principal causa de este descenso, mientras que en melón, los compromisos asumidos por el país con el Protocolo de Montreal para la reducción en el uso del bromuro de metilo generaron proyectos y acciones que beneficiaron la situación. Por su parte los productores de arroz, debido al alto costo de los insumos agropecuarios, el desestimulo por la importación del grano, por parte de los

empresarios de la industria, para suplir la demanda nacional y la presión ejercida por grandes empresas por el uso de la tierra, han ocasionado el remplazo de este cultivo por otros como caña de azúcar. En el caso de la piña la cantidad de plaguicidas aplicada muestra un descenso respecto al diagnóstico de 1999 (Chaverri *et al.*, 2000), debido al establecimiento de empresas en la zona como PROAGROIN que comercializan un 70% de su producción con mercado Europeo bajo “Comercio Justo”, donde algunos compradores como TESCO (Inglaterra) que tiene requerimientos específicos, en relación al paquete tecnológico, financiamiento, asistencia técnica y certificaciones (Globalgap, Raind Forest Aliance, ISO 22000, BRC Británica) para seguimiento de registros y normas de calidad. El descenso en la cantidad de plaguicidas aplicada en piña lo documenta también el trabajo desarrollado por IRET para la Contraloría General de la República (de la Cruz *et al.*, 2004) que muestra valores muy similares a los encontrados en 2008. Para el cultivo de plátano este mismo documento presenta cantidades de plaguicidas superiores a los valores aquí reportados, esto debido a que las comunidades de Margarita y Paraíso, donde se realizó el diagnóstico poseen índices sociales y económicos de los más bajos del país, por lo cual los insumos agropecuarios no son prioridad. En chayote los datos los comparamos con los reportados para el 2003 por otro diagnóstico en el Norte de Cartago y el Valle de Ujarrás (Galt, 2008) el cual indica cantidades de 33,4 kg ia/ha/año en producto de exportación, en este caso, revisamos la metodología usada por el autor y las preguntas que él plantea para el cálculo del ingrediente activo son correctas, pero el artículo no muestra las fórmulas para el procedimiento matemático y se necesitan los datos para revisar el cálculo de las cantidades. Pudiera ser en realidad, que en el cultivo de chayote en esta área exista un uso muy elevado de plaguicidas. Revisamos nuestros cálculos para Paraíso y son correctos, desconocemos la causa de la diferencia y por tanto, recomendamos discreción en el uso de estos datos. En pastos la cantidad de plaguicidas aplicada concuerda con lo reportado por un diagnóstico realizado en INCAE (De los Santos *et al.*, 1997) en el que se presentan dosis de aplicación de plaguicidas que permiten estimar cantidades aplicadas que fluctúan entre 3,2 y 5,5 kg ia/ha/año.

Para establecer la línea base en la vigilancia del uso de plaguicidas por peligros potenciales en salud bajo la metodología aquí descrita y con los datos existentes, consideramos que los trabajadores agrícolas y poblaciones cercanas a los cultivos de melón, tomate y café podrían estar en un mayor peligro de enfrentar efectos potenciales de salud de tipo agudo, que de tipo crónico y que en banano, piña, arroz, caña de azúcar, chayote, plátano y pastos hay un mayor peligro de enfrentar efectos potenciales de tipo crónico, entre los que sobresalen la disrupción endocrina, la neurotoxicidad y el cáncer. Para cada uno de estos cultivos se han identificado en el diagnóstico plaguicidas especialmente peligrosos, entre los más tóxicos en forma aguda recomendamos vigilar bromuro de metilo y metam sodio en melón; terbufos en café, chayote, banano, plátano

y caña de azúcar; etoprofos en piña; endosulfan en arroz; MCPA en pastos y carbofuran en tomate. De los plaguicidas más tóxicos en forma crónica y usados deben vigilarse mancozeb en melón, chayote, banano, plátano y arroz; paraquat en café; diazinon en piña; 2,4-D en caña de azúcar y pastos y carbofuran en tomate. Cinco de estos plaguicidas: carbofuran, endosulfan, etoprofos, paraquat y terbufos son responsables del mayor número de intoxicaciones y muertes en la región y están incluidos para su restricción y posterior eliminación en un Acuerdo Regional que el Gobierno de Costa Rica tiene suscrito (Nieto, 2001). El bromuro de metilo también es un plaguicida extremadamente peligroso, que afecta la capa de ozono y que igual se encuentra incluido en otro Convenio Internacional para su eliminación (Secretaría del Convenio de Rotterdam, 2005). De acuerdo a las cantidades de plaguicidas aplicadas se podría realizar una priorización, y el conjunto de cultivos a vigilar por toxicidad aguda serían melón, tomate y banano, así como el conjunto de cultivos a vigilar por toxicidad crónica serían banano, tomate y piña.

El IRET entorno a la vigilancia del uso de plaguicidas, también realiza investigación sobre el comportamiento ambiental de estas sustancias. Puesto que para afinar la definición de los ingredientes activos a vigilar también debe considerarse la forma en que la población humana es expuesta.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Nacional los recursos destinados a esta investigación. Reconocemos a Felix Castro Drumond M.Sc. y a Patricia Monge Guevara Ph.D. su aporte en la revisión del artículo y expresamos nuestra gratitud a Fabio Chaverri Fonseca M.Sc. y a Catharina Wesseling Ph.D. por compartirnos sus conocimientos sobre plaguicidas y salud.

## REFERENCIAS

Bravo, V.; Partanen, T. y Wesseling, C. (2007). *Indicadores de riesgo para la salud humana en la sostenibilidad de cadenas agro-alimentarias*. Informe Final. Heredia, Costa Rica: Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Universidad Nacional (inédito).

Bravo, V.; Partanen, T. y Wesseling, C. (2007). *Health risk indicators for pesticide use: banana cultivation in the Atlantic Region of Costa Rica, 2006*. Abstracts. (Edición Especial 2). Mexico: Salud Pública de México. Volumen 49. ISSN 0036-3634. 19th

Conference of the International Society of Environmental Epidemiology (ISEE). Ciudad de México, del 5 al 9 de septiembre de 2007.

Bravo, V. y Ramírez, F. (2008). *Diagnóstico del uso de plaguicidas en los cultivos de piña en Pital y plátano en Talamanca*. Informe Final. Heredia, Costa Rica: Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Universidad Nacional (inédito).

Bravo, V.; de la Cruz, E.; Ramírez, F. y Wesseling, C. (2011). Cantidad importada de plaguicidas como herramienta para el monitoreo de peligros para la salud en Costa Rica. Heredia, Costa Rica: Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Universidad Nacional. Recuperado el 28 de agosto del 2012, de [http://www.una.ac.cr/observatorio\\_ambiental/index.php?option=com\\_booklibrary&task=view&id=25&catid=45&Itemid=37](http://www.una.ac.cr/observatorio_ambiental/index.php?option=com_booklibrary&task=view&id=25&catid=45&Itemid=37)

Bravo, V. (2011). *Diagnóstico del uso de plaguicidas en el cultivo de tomate en Belén de Heredia*. Consultoría. Heredia, Costa Rica: Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Universidad Nacional (inédito).

Bravo, V.; Rodríguez, T.; van Wendel de Joode, B.; Canto, N.; Calderón, G.R.; Turcios, M.; Menéndez, L.A.; Mejía, W.; Tatis, A.; Abrego, F.; de la Cruz, E. y Wesseling, C. (2011). Monitoring pesticide use and associated health hazards in Central America. *International Journal of Occupational and Environmental Health* 17, 258–269

Bravo, V. (2011). *Vigilancia del uso de plaguicidas en actividades agropecuarias, con énfasis en el herbicida 2,4-D, por peligro de contaminación de aguas subterráneas y superficiales en la Península de Nicoya, Guanacaste*. Informe Final. Heredia, Costa Rica: Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Universidad Nacional (inédito).

Castro Drumond, F. (2012). Comunicación personal. Costa Rica: Green Life S.A.

Chaverri, F.; Soto, L.; Ramírez, F. y Bravo, V. (2000). *Diagnóstico preliminar del uso de plaguicidas en los cultivos de arroz, banano, café, caña de azúcar, cebolla, melón, naranja, papa, piña, tomate, flores y plantas ornamentales*. Informe Final. Heredia, Costa Rica: Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Universidad Nacional (inédito).

De la Cruz, E.; Ruepert, C.; Wesseling, C.; Monge, P.; Chaverri, F.; Castillo, L. y Bravo, V. (2004). *Los plaguicidas de uso agropecuario en Costa Rica: Impacto en la salud y el ambiente*. Consultoría. Heredia, Costa Rica: Contraloría General de la República & Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Universidad Nacional (inédito).

De la Cruz, E.; Bravo, V. y Ramírez, F. (2010). *Plaguicidas de Centroamérica*. Sitio Web. Heredia, Costa Rica: Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Universidad Nacional. Recuperado el 23 de enero del 2011, de <http://plaguicidasdecentroamerica.info/>

De los Santos, J.J.; Pratt, L. y Pérez, J.M. (1997). *Uso de plaguicidas en la agroindustria de Costa Rica*. Alajuela, Costa Rica: Centro Latinoamericano para la competitividad y el desarrollo sostenible. Instituto Centroamericano de Administración de Empresas. Recuperado el 2 de abril del 2008, de <http://www.incae.ac.cr/ES/clacds/nuestras-investigaciones/pdf/cen708.pdf>

Galt, R.E. (2008). Pesticides in export and domestic agriculture: Reconsidering market orientation and pesticide use in Costa Rica. *Geoforum* 39, 1378–1392

García, J.E. (2000). *Introducción a los plaguicidas*. San José, Costa Rica: EUNED

Klaassen, C.D. (2008). *Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons*. 7th ed. New York: McGraw-Hill

Servicio Fitosanitario del Estado (2010). *Sistema de consulta Insumosys*. Sitio Web. Heredia, Costa Rica: Servicio Fitosanitario del Estado. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado el 23 de enero del 2011, de <http://www.sfe.go.cr/insumosys/Principal.htm>

Nieto, O. (2001). *Fichas técnicas de plaguicidas a prohibir o restringir incluidos en el Acuerdo N° 9 de la XVI Reunión del Sector Salud de Centroamérica y República Dominicana (Health Sector Meeting of Central America and the Dominican Republic – RESSCAD)*. San José, Costa Rica: Proyecto aspectos ocupacionales y ambientales de la exposición a plaguicidas en el Istmo Centroamericano. MASICA/OPS.

Secretaría del Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional. (2005). *Rotterdam Convention*. Roma, Italia: FAO-UNEP-PNUMA.

van Leewen, C.J. y Hermes, J.L.M. (1995). *Risk Assessment of Chemicals. An Introduction*. Holanda: Kluwer Academic Publisher