



IRET



Uso de plaguicidas en el cultivo de arroz, banano, cacao, maíz, ñame, ornamentales, palma, palmito, papaya, pastos, piña, plátano y yuca. Cuencas media y baja del Parismina y baja del Reventazón, 2015.

*Virya Bravo¹, Gustavo Herrera²
y Geannina Moraga³*

¹ Virya Bravo Durán. Ingeniera Forestal con énfasis en Producción Forestal y Máster en Ciencias con énfasis en Gestión y Estudios Ambientales. Investigadora y coordinadora del área de Diagnóstico y Alternativas del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET). Universidad Nacional (UNA).

Correo: virya.bravo.duran@una.cr

² Gustavo Herrera Ledezma. Ingeniero Agrónomo y Máster en Gestión y Estudios Ambientales. Investigador del área de Diagnóstico y Alternativas del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET). Universidad Nacional (UNA).

Correo: gustavohledezma@hotmail.com

³ Geannina Moraga López. Geógrafa y Máster en Administración Pública con énfasis en Gestión de Proyectos de Desarrollo. Investigadora del área de Diagnóstico y Alternativas del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET). Universidad Nacional (UNA).

Correo: geannina.moraga.lopez@una.cr

Reference: Bravo, V.; Herrera, G. y Moraga, G. 2015. Uso de plaguicidas en el cultivo de arroz, banano, cacao, maíz, ñame, ornamentales, palma, palmito, papaya, pastos, piña, plátano y yuca. Cuencas media y baja del Parismina y baja del Reventazón, 2015. Informe técnico realizado en el proyecto DIAGNOSTICO código SIA 0348-13 para Consultoría para el Instituto Costarricense de Electricidad (N°2015CD-000023-0000400001). Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.



IRET



INTRODUCCIÓN

En el contexto del proyecto “Diagnóstico de importación, uso y caracterización de sustancias tóxicas, principalmente plaguicidas de uso agrícola, forestal y pecuario, e información geográfica digital, para el soporte de las actividades permanentes de investigación, extensión y docencia del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas” código SIA 0348-13 se realiza en el 2015 este diagnóstico de uso de plaguicidas en 13 cultivos en las cuencas media y baja del Parismina y baja del Reventazón, en colaboración con una Consultoría para el Instituto Costarricense de Electricidad (N°2015CD-000023-0000400001). Lo anterior dado que el objetivo general del proyecto código SIA 0348-13 era “Generar en forma sostenible datos actualizados de importación, uso y características de sustancia tóxicas, principalmente plaguicidas e información geográfica digital, mediante su recopilación, sistematización y análisis, para soporte de las actividades permanentes de IRET en investigación, extensión y docencia”

Además, desde el proyecto de DIAGNÓSTICO código SIA 0348-13 se realizó el levantamiento de datos geográficos, fotointerpretación y cartografía para los análisis espaciales de la Consultoría en mención realizada por IRET”.

METODOLOGÍA

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) suministraron datos espaciales que permitieron a Diagnóstico- IRET deducir información para el área de estudio, específicamente sobre extensión y ubicación de los cultivos (arroz, banano, cacao, maíz, ñame, ornamentales, palma, palmito, papaya, pastos, piña, plátano y yuca). Estos datos fueron utilizados por el SIG-IRET para la delimitación del área de estudio, que se definió como un agregado de territorios de las cuencas media y baja del Parismina y la cuenca baja del río Reventazón, acotada en la curva de nivel referente de los 400 msnm. Esta área no tenía el uso del suelo en su totalidad por lo que se foto-interpretó el espacio faltante y se verificó en campo. En la fotointerpretación se priorizaron los cultivos de piña, banano y pastos, por ser los de mayor extensión en el área de estudio.



IRET

Con base en la información recopilada y generada a partir del SIG, se planificó un muestreo de un 15% del área de uso agropecuario en la cuenca, buscando la representación de toda el área. Este porcentaje no fue posible lograrlo en un primer diagnóstico (mayo) por razones de tiempo, que nos llevaron a excluir del muestreo un área de pastos que se encontraba muy alejada, esto ocasionó que la cobertura de muestreo en pastos fuera < 1% y el porcentaje de muestreo general de aproximadamente un 10%. Además, en la capa de uso con la ubicación de las fincas encuestadas, era muy claro el faltante respecto al área de estudio y por ende la representatividad del muestreo decaía. Por lo que realizamos un segundo diagnóstico y cubrimos el área que anteriormente excluida y el porcentaje de muestreo en pastos subió al igual que el general, el cual alcanzó un 16,54%, (Cuadro 1).

**Cuadro 1: Muestreo de uso de plaguicidas en 13 cultivos agrícolas.
Cuencas Parismina-Reventazón, 2015.**

Cultivo	Cuencas (ha)	Muestra (ha)	Encuestas (N°)	Muestreo (%)
Arroz	61,33	60,00	1	97,83
Banano	5933,26	1259,18	5	21,22
Cacao	121,41	121,50	2	100,07
Maíz	4,91	7,75	4	157,84
Ñame	9,09	17,25	4	189,77
Ornamentales	1126,47	347,00	5	30,80
Palma	465,62	244,00	5	52,40
Palmito	850,99	42,00	4	4,94
Papaya	119,92	122,00	3	101,73
Pastos	27950,27	3238,00	17	11,58
Piña	6517,52	1685,00	2	25,85
Plátano	30,24	28,00	1	92,59
Yuca	376,98	35,00	6	9,28
Total	43568,01	7206,68	59,00	16,54

Las preguntas que incluyó el cuestionario de uso de plaguicidas aplicado a los productores fueron sobre ubicación y área de la finca, la duración de los ciclos de cultivo, las etapas del cultivo, los plaguicidas usados, las dosis, el número y la frecuencia de aplicaciones por ciclo, el área aplicada, la producción y forma de contactarlos.



IRET

Los plaguicidas indicados por los productores fueron identificados por ingrediente activo y formulación en el sistema de consultas INSUMOSYS del Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). Los datos recopilados en los cuestionarios se tabularon en Excel para la estimación de la cantidad aplicada en kilogramos de ingrediente activo por hectárea y año (kg i.a./ha/año) promedio ponderado por el área muestreada de cada cultivo.

La siguiente ecuación describe el cálculo (Bravo et al, 2013).

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

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 en la muestra (ha)

La estimación de la cantidad aplicada de plaguicida (kg i.a./ha/año) en protección de fruta (embolsado) y tratamientos poscosecha quedó pendiente por datos insuficientes.

Para la determinación del uso de la tierra se utilizó el mosaico de ortofotos a escala 1:5000, disponible en servicio estándar WMS de la Unidad Ejecutora del Programa de Regularización del Catastro y Registro; en este se identificó mediante la técnica de fotointerpretación a escala 1:2000, el área de los cultivos a diagnosticar en la cuenca media y baja del río Parismina y la cuenca baja del río Reventazón y se generó una capa digital en formato shape de ESRI. Se realizaron giras de comprobación de campo, en las que se corroboró el uso de 30 parcelas seleccionadas aleatoriamente, las cuales coincidieron en un 90% con lo digitalizado.



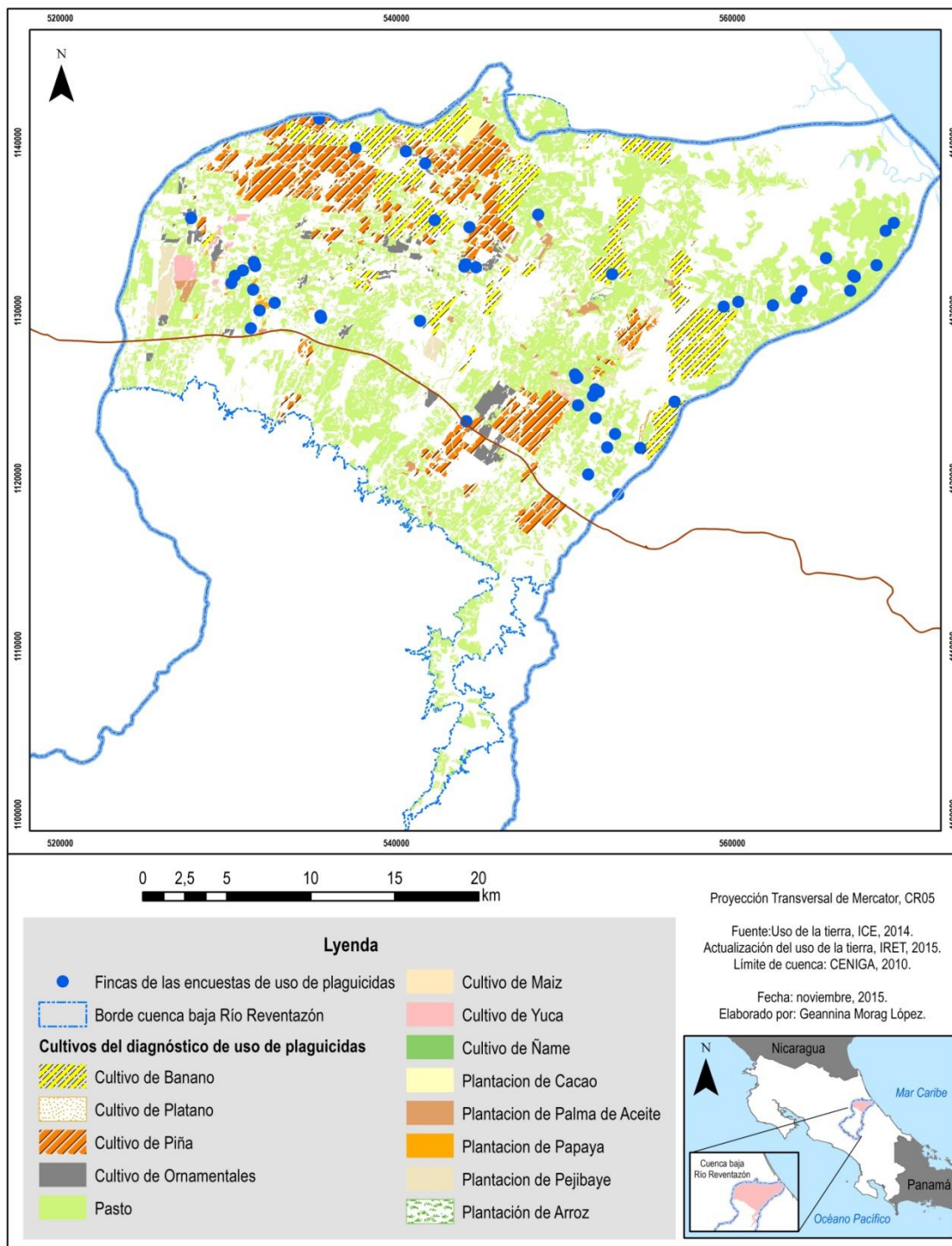
IRET

RESULTADOS

El agregado de territorios de las cuencas media y baja del río Parismina y la cuenca baja del río Reventazón, acotada en la curva de nivel referente de los 400 msnm correspondió a un área de estudio equivalente a 43568,01 ha. En la fotointerpretación y verificación de campo se identificaron tres cultivos como los de mayor extensión: Pastos (27950,27 ha \approx 64,15%), Piña (6517,52 ha \approx 14,96%) y Banano (5933,26 ha \approx 13,62%). Para los otros cultivos identificados en el área de estudio se estimaron áreas menores: Ornamentales (1126,47 ha \approx 2,59%), Palmito (850,99 ha \approx 1,95%), Palma (465,62 ha \approx 1,07%), Yuca (376,98 ha \approx 0,87%), Cacao (121,41 ha \approx 0,28%), Papaya (119,92 ha \approx 0,28%), Arroz (61,33 ha \approx 0,14%), Plátano (30,24 ha \approx 0,07%), Ñame (9,09 ha \approx 0,02%) y Maíz (4,91 ha \approx 0,01). En el mapa 1 se muestra el uso del suelo y la ubicación de las 59 fincas encuestadas.



IRET





IRET

En arroz se identificaron siete ingredientes activos, equivalentes a 3,58 kg ia/ha/año. Entre estos plaguicidas dos fueron herbicidas (0,86 kg ia/ha/año \approx 54,06%), tres fungicidas (0,63 kg ia/ha/año \approx 39,63%) y dos insecticidas (0,10 kg ia/ha/año \approx 6,32%). Los ingredientes activos más usados por acción biocida fueron glifosato (herbicida), carbendazina (fungicida) y epoxiconazol (insecticida) (Cuadro 2).

Cuadro 2: Plaguicidas aplicados en arroz. Cuencas Parismina-Reventazón, 2015.

Etapa del cultivo	Acción biocida	i.a	Kg i.a./ha/año	%
Preparación del terreno	Herbicida	glifosato	0,71	45,03
Mantenimiento	Herbicida	triclopir	0,14	9,11
	Fungicida	carbendazina	0,44	27,79
		epoxiconazole	0,19	11,86
	Insecticida	imidacloprid	0,09	5,69
		deltametrina	0,01	0,63
Total			1,58	100,00

En el cultivo de banano se identificaron 19 ingredientes activos, equivalentes a 72,88 kg ia/ha/año, sin embolsado y productos poscosecha. De estos plaguicidas 12 fueron fungicidas (60,49 kg ia/ha/año \approx 83,00%), cuatro nematocidas (10,36 kg ia/ha/año \approx 14,22%) y tres herbicidas (2,03 kg ia/ha/año \approx 2,78%). Los ingredientes activos más usados por acción biocida fueron mancozeb y clorotalonil (fungicidas), terbufos y etoprofos (nematocidas) y glifosato (herbicida) (Cuadro 3).



IRET

Cuadro 3: Plaguicidas aplicados en banano. Cuencas Parismina-Reventazón, 2015.

Etapa del cultivo	Acción biocida	i.a	Kg i.a./ha/año	%
Mantenimiento	Herbicida	glifosato	1,40	1,92
		diquat	0,46	0,63
		glufosinato de amonio	0,17	0,23
	Nematicida	terbufos	4,32	5,93
		etoprofos	2,42	3,32
		oxamil	2,12	2,91
		fluopyram	1,50	2,06
	Fungicida	mancozeb	35,48	48,68
		clorotalonil	22,56	30,95
		fenpropimorf	1,00	1,37
		spiroxamina	0,60	0,83
		tridemorf	0,35	0,48
		difenoconazol	0,20	0,28
		pirimetanil	0,12	0,17
		epoxiconazol	0,07	0,10
		tebuconazol	0,04	0,05
		boscalid	0,03	0,04
		propineb	0,03	0,04
	acibenzolar-s-metil	0,01	0,01	
Total			72,88	100,00

En cacao solo se identificó el uso del herbicida paraquat en una cantidad de 1,50 kg ia/ha/ (Cuadro 4). Un propietario de una plantación de 125 ha indicó no utilizar plaguicidas y mencionó controlar insectos con una mezcla de plantas que incluye: madero negro, reina de la noche, pipichio, gavilana, hombre grande, güitite, covalonga, zacate de limón y lixiviado del proceso agroindustrial del cacao.

Cuadro 4: Plaguicidas aplicados en cacao. Cuencas Parismina-Reventazón, 2015.

Etapa del cultivo	Acción biocida	i.a	Kg i.a./ha/año	%
Mantenimiento	Herbicida	paraquat	1,50	100
Total			1,50	100



IRET

En sembradíos de maíz se identificaron 9 ingredientes activos, equivalentes a 3,71 kg ia/ha/año. De estos plaguicidas cinco fueron insecticidas (0,87 kg ia/ha/año \approx 23,39%) y cuatro herbicidas (2,84 kg ia/ha/año \approx 76,61%). Los ingredientes activos más usados por acción biocida fueron glifosato (herbicida) y tiodicarb (insecticida) (Cuadro 5).

Cuadro 5: Plaguicidas aplicados en maíz. Cuencas Parismina-Reventazón, 2015.

Etapas del cultivo	Acción biocida	i.a	Kg i.a./ha/año	%
Cura de semilla	Insecticida	carbosulfan	0,01	0,15
Preparación del terreno	Herbicida	glifosato	1,58	42,52
		2,4-D	0,44	11,99
Preparación y mantenimiento	Herbicida	paraquat	0,71	19,10
Mantenimiento	Insecticida	tiodicarb	0,83	22,48
		dimetoato	0,01	0,38
		deltametrina	0,01	0,34
		cipermetrina	0,002	0,04
	Herbicida	atrazina	0,11	3,00
Total			3,71	100,00

En ñame se identificaron 16 ingredientes activos, equivalentes a 4,77 kg ia/ha/año. Entre estos cuatro fueron herbicidas (2,22 kg ia/ha/año \approx 46,56%), siete fungicidas (2,09 kg ia/ha/año \approx 43,77%), un nematicida (0,39 kg ia/ha/año \approx 8,11%) y cuatro insecticidas (0,07 kg ia/ha/año \approx 1,56%). Los ingredientes activos más usados por acción biocida fueron acetoclor (herbicida), spiroxamina (fungicida), oxamil (nematicida) e imidacloprid (insecticida) (Cuadro 6).



IRET

Cuadro 6: Plaguicidas aplicados en ñame. Cuencas Parismina-Reventazón, 2015.

Etapa del cultivo	Acción biocida	i.a	Kg i.a./ha/año	%
Cura de semilla	Nematicida	oxamil	0,39	8,11
	Fungicida	tiram	0,22	4,69
		carboxin	0,21	4,45
Preparación del terreno	Herbicida	acetoclor	1,22	25,55
		paraquat	0,57	11,96
Preparación y mantenimiento	Herbicida	atrazina	0,12	2,43
Mantenimiento	Fungicida	spiroxamina	1,34	28,21
		mancozeb	0,19	3,89
		carbendazina	0,06	1,22
		TCMTB	0,04	0,77
		azoxistrobina	0,03	0,55
	Herbicida	ametrina	0,32	6,61
	Insecticida	imidacloprid	0,04	0,94
		dimetoato	0,02	0,50
		deltametrina	0,003	0,07
cipermetrina		0,003	0,06	
Total			4,77	100,00

En plantaciones de ornamentales de follajes y flores tropicales se identificaron 19 ingredientes activos, equivalentes a 16,86 kg ia/ha/año (sin productos poscosecha). Estos plaguicidas fueron siete fungicidas (11,12 kg ia/ha/año \approx 65,93%), cuatro herbicidas (3,05 kg ia/ha/año \approx 18,11%) y ocho insecticidas (2,69 kg ia/ha/año \approx 15,96%). Los ingredientes activos más usados por acción biocida fueron propineb y carbendazina (fungicidas), glufosinato de amonio (herbicida) y dimetoato (insecticida) (Cuadro 7).



IRET

Cuadro 7: Plaguicidas aplicados en ornamentales. Cuencas Parismina-Reventazón, 2015.

Etapa del cultivo	Acción biocida	i.a	Kg i.a./ha/año	%
Mantenimiento	Fungicida	propineb	5,45	32,30
		carbendazina	3,58	21,23
		captan	0,99	5,84
		clorotalonil	0,78	4,63
		propiconazol	0,25	1,46
		benomil	0,04	0,26
		mancozeb	0,04	0,21
	Herbicida	glufosinato de amonio	1,95	11,55
		glifosato	0,85	5,02
		paraquat	0,25	1,48
		2,4-D	0,01	0,06
	Insecticida	dimetoato	1,22	7,25
		diazinon	0,74	4,40
		cipermetrina	0,36	2,16
		oxamil	0,32	1,87
		abamectina	0,02	0,09
		hexitiazox	0,01	0,07
endosulfan		0,01	0,07	
malatión	0,01	0,04		
Total			16,86	100,00

En palma africana se identificaron tres ingredientes activos, equivalentes a 1,23 kg ia/ha/año; dos fueron herbicidas (1,23 kg ia/ha/año \approx 99,97%) y uno insecticida (0,0004 kg ia/ha/año \approx 0,03%). El ingrediente activo más usado fue el paraquat (herbicida) (Cuadro 8).

Cuadro 8: Plaguicidas aplicados en palma. Cuencas Parismina-Reventazón, 2015.

Etapa del cultivo	Acción biocida	i.a	Kg i.a./ha/año	%
Mantenimiento	Herbicida	glifosato	0,34	27,46
		paraquat	0,89	72,50
	Insecticida	sulfluoramida	0,0004	0,03
Total			1,23	100,00



IRET

En plantaciones de pejobaye para extracción de palmito se identificaron cuatro ingredientes activos de plaguicidas, equivalentes a 1,18 kg ia/ha/año. De estos, tres fueron herbicidas (1,14 kg ia/ha/año \approx 97,41%) y uno insecticida (0,03 kg ia/ha/año \approx 2,59%). Los ingredientes activos más usados por acción biocida son 2,4-D y paraquat (herbicidas) (Cuadro 9).

Cuadro 9: Plaguicidas aplicados en palmito. Cuencas Parismina-Reventazón, 2015.

Etapa del cultivo	Acción biocida	ia	Kg i.a./ha/año	%
Mantenimiento	Herbicida	2,4-D	0,64	54,78
		glifosato	0,50	42,48
		metsulfuron metil	0,002	0,15
	Insecticida	malatión	0,03	2,59
Total			1,18	100,00

En el cultivo de papaya se identificaron 18 ingredientes activos de plaguicidas y un regulador de crecimiento, juntos equivalen a 13,44 kg ia/ha/año. De los plaguicidas nueve fueron fungicidas (8,18 kg ia/ha/año \approx 60,82%), cinco herbicidas (3,05 kg ia/ha/año \approx 22,65%) y cuatro insecticidas (2,13 kg ia/ha/año \approx 15,82%). Los ingredientes activos más usados por acción biocida fueron mancozeb y fosetil aluminio (fungicidas), paraquat (herbicida) y deltametrina (insecticida) (Cuadro 10).



IRET

Cuadro 10: Plaguicidas aplicados en papaya. Cuencas Parismina-Reventazón, 2015.

Etapa del cultivo	Acción biocida	i.a	Kg i.a./ha/año	%
Preparación del terreno	Herbicida	metsulfuron metil	0,04	0,32
Preparación y Mantenimiento	Herbicida	paraquat	2,37	17,66
		glifosato	0,44	3,25
		glufosinato de amonio	0,16	1,19
Mantenimiento	Fungicida	mancozeb	4,09	30,45
		fosetil aluminio	2,23	16,59
		propineb	0,50	3,73
		benomil	0,37	2,74
		folpet	0,37	2,74
		azoxistrobina	0,22	1,65
		procloraz	0,20	1,48
		iprodiona	0,18	1,34
	metalaxil	0,01	0,11	
	Herbicida	haloxifop metil	0,03	0,23
	Insecticida	deltametrina	1,89	14,02
		cipermetrina	0,10	0,73
		dimetoato	0,07	0,54
imidacloprid		0,07	0,53	
Madurador	Regulador de crecimiento	etefón	0,09	0,70
Total			13,44	100,00

En los pastos naturales muestreados en la cuenca se identificó el uso de seis herbicidas, equivalentes a 0,60 kg ia/ha/año. Siendo entre estos 2,4-D el más usado (Cuadro 11). Adicionalmente, se documentó el uso de tres desparasitantes en bovinos: flumetrina, ivermectina y diclorvos (DDVP) en cantidades de 0,30 - 0,12 - 0,03 kg ia/ha/año, que suman 0,45 kg ia/ha/año.



IRET

Cuadro 11: Plaguicidas aplicados en pastos. Cuencas Parismina-Reventazón, 2015.

Etapa del cultivo	Acción biocida	i.a	Kg i.a./ha/año	%
Mantenimiento	Herbicida	2,4-D	0,49	82,39
		glifosato	0,05	8,32
		picloram	0,02	3,25
		aminopiridid	0,02	3,20
		paraquat	0,02	2,81
		metsulfuron metil	0,0001	0,02
Total			0,60	100,00

En el cultivo de piña se identificaron 17 ingredientes activos de plaguicidas y un regulador de crecimiento, juntos equivalen a 43,76 kg ia/ha/año (sin productos poscosecha). Entre los plaguicidas aplicados tres fueron insecticidas (15,61 kg ia/ha/año \approx 35,68%), dos nematocidas (8,67 kg ia/ha/año \approx 19,81%), cuatro fungicidas (8,44 kg ia/ha/año \approx 19,28%) y ocho herbicidas (8,38 kg ia/ha/año \approx 19,15%). Los ingredientes activos más usados por acción biocida fueron diazinon (insecticida), etoprofos (nematocida), fosetil aluminio (fungicida) y diuron, bromacil y ametrina (herbicidas) (Cuadro 12).



IRET

Cuadro 12: Plaguicidas aplicados en piña. Cuencas Parismina-Reventazón, 2015.

Etapa del cultivo	Acción biocida	i.a	Kg i.a./ha/año	%
Cura de semilla	Fungicida	mancozeb	0,89	2,02
		metalaxil	0,06	0,13
Preparación del terreno	Herbicida	2,4-D	0,07	0,16
		glifosato	0,33	0,74
Premergente y mantenimiento	Herbicida	diuron	4,02	9,18
Mantenimiento	Nematicida	etoprofos	8,00	18,28
		oxamil	0,67	1,53
	Fungicida	fosetil aluminio	7,03	16,07
		triadimefon	0,47	1,06
	Herbicida	ametrina	1,34	3,06
		bromacil	2,07	4,72
		fluazifop-p-butil	0,01	0,02
		hexazinona	0,42	0,95
		quizalofop-p-etil	0,14	0,31
	Insecticida	carbaril	6,73	15,39
		diazinon	8,87	20,27
		hidrametilnon	0,01	0,02
	Regulador de crecimiento		etefón	2,66
Total			43,76	100,00

En plantaciones de plátano se identificaron cuatro ingredientes activos, equivalentes a 24,90 kg ia/ha/año (sin embolsado y productos poscosecha). Los plaguicidas fueron un fungicida (13,50 kg ia/ha/año \approx 54,22%), dos herbicidas (6,60 kg ia/ha/año \approx 26,50%) y un nematicida (4,80 kg ia/ha/año \approx 19,28%). Los ingredientes activos más usados por acción biocida fueron mancozeb (fungicida), glifosato (herbicida) y terbufos (nematicida) (Cuadro 13).



IRET

Cuadro 13: Plaguicidas aplicados en plátano. Cuencas Parismina-Reventazón, 2015.

Etapa del cultivo	Acción biocida	i.a	Kg i.a./ha/año	%
Mantenimiento	Nematicida	terbufos	4,80	19,28
	Fungicida	mancozeb	13,50	54,22
	Herbicida	glifosato	5,10	20,48
		paraquat	1,50	6,02
Total			24,90	100,00

En el cultivo de yuca se identificaron 11 ingredientes activos, equivalentes a 2,98 kg ia/ha/año. De estos cinco fueron herbicidas (2,07 kg ia/ha/año \approx 69,45%) y seis insecticidas (0,91 kg ia/ha/año \approx 30,55%). Los ingredientes activos más usados por acción biocida fueron glifosato y el paraquat (herbicida) y acefato (insecticida) (Cuadro 14).

Cuadro 14: Plaguicidas aplicados en yuca. Cuencas Parismina-Reventazón, 2015.

Etapa del cultivo	Acción biocida	i.a	Kg i.a./ha/año	%
Preparación del terreno	Herbicida	ametrina	0,03	1,08
		oxifluorfen	0,01	0,34
Preparación y Mantenimiento	Herbicida	paraquat	0,83	27,92
		haloxifop metil	0,12	3,91
Mantenimiento	Insecticida	acefato	0,86	28,65
		imidacloprid	0,04	1,19
		ciflutrina	0,01	0,20
		cipermetrina	0,01	0,20
		dimetoato	0,005	0,16
		deltametrina	0,005	0,15
	Herbicida	glifosato	1,08	36,19
Total			2,98	100,00

Sintetizando, el uso de plaguicidas en los 13 cultivos diagnosticados durante el 2015, en las cuencas media y baja Parismina y baja del Reventazón, se podría decir que en banano y piña se aplicaron las mayores cantidades de plaguicidas, siendo estas de >40 kg ia/ha/año. Lo anterior, debido a que estos cultivos son para productos de exportación con



IRET

requerimientos de estándares de calidad y volúmenes de producción muy altos, para ser competitivos y mantener su posición en los mercados internacionales. En los cultivos de plátano, plantas ornamentales y papaya se usaron cantidades intermedias; mientras que en los ocho cultivos restantes se aplicaron cantidades <5 kg ia/ha/año (Cuadro 15).
obedece, a que banano y piña

Cuadro 15: Cantidad de plaguicidas aplicada en 13 cultivos agrícolas.

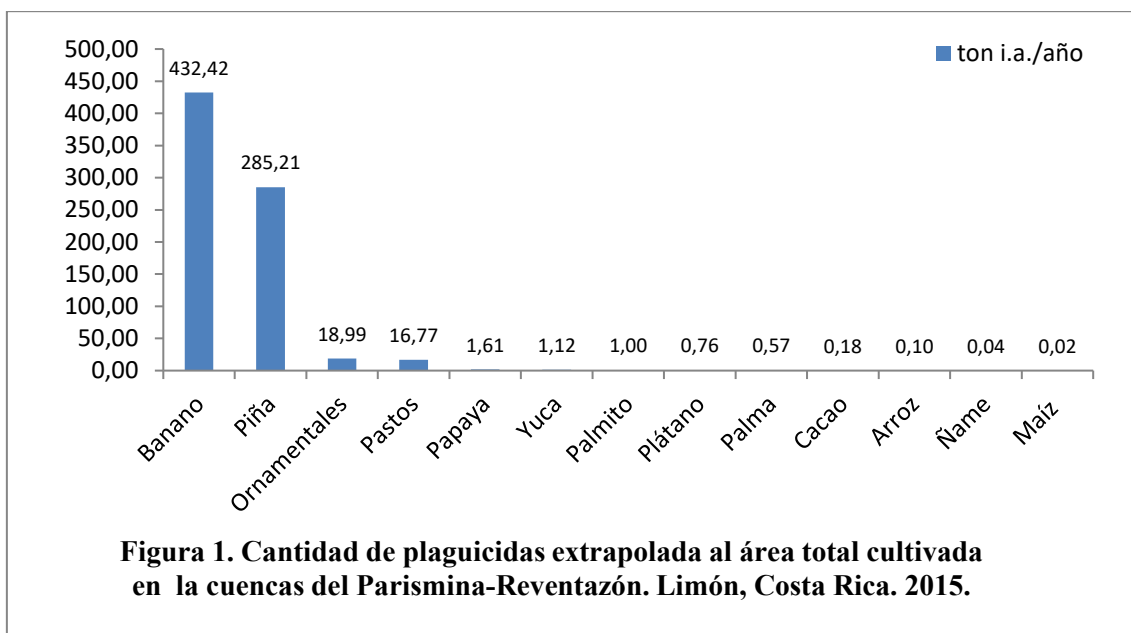
Cuencas Parismina-Reventazón, 2015.

Cultivo	Kg i.a./ha/año
Arroz	1,58
Banano	72,88
Cacao	1,50
Maíz	3,71
Ñame	4,77
Ornamentales	16,86
Palma	1,23
Palmito	1,18
Papaya	13,44
Pastos	0,60
Piña	43,76
Plátano	24,90
Yuca	2,98

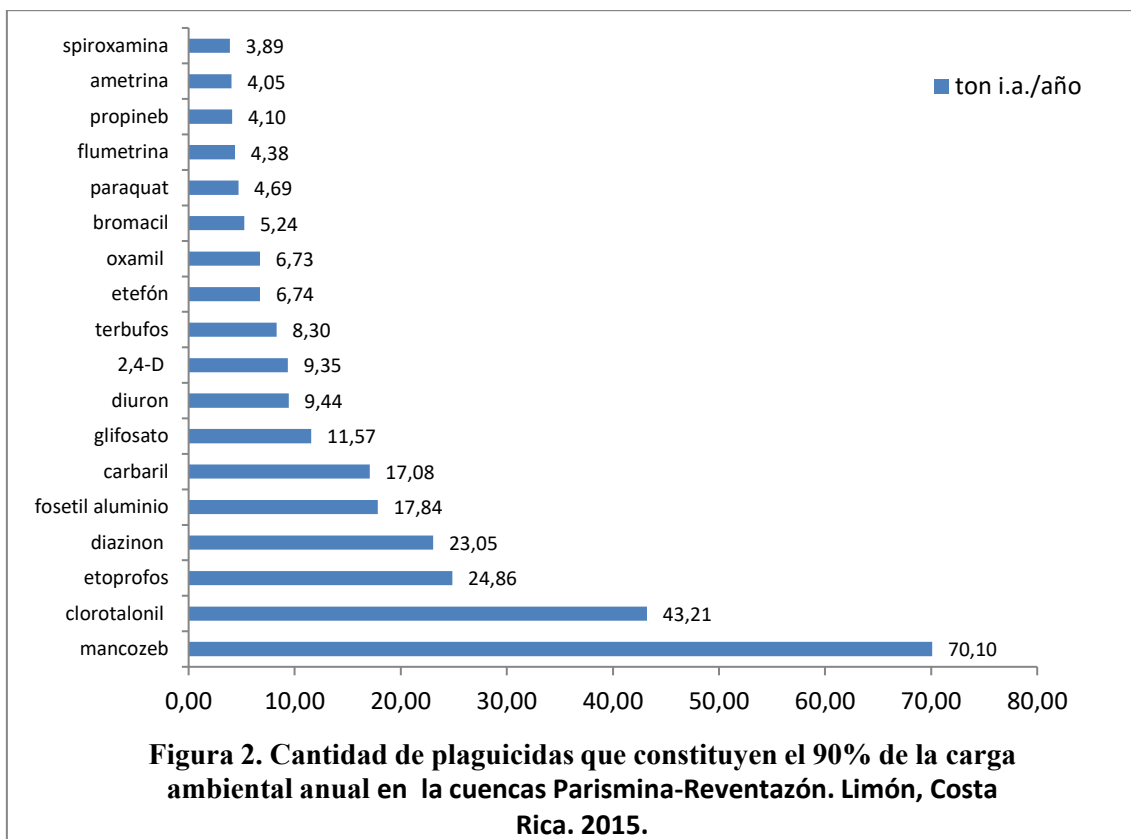
En el área de estudio la cantidad aplicada de plaguicidas en los cultivos de banano y piña (717,63 ton ia/año) representa el 94,57% de la carga total de estas sustancias (Figura 1). Este resultado es consecuencia de altas tasas de aplicación anual y áreas extensas de cultivo en las cuencas media y baja del río Parismina y baja del río Reventazón, que en banano alcanzan las 5933,26 has y en piña las 6517,52 has. Pastos a pesar de ser la cobertura con mayor área en estas cuencas (27950,27 has) solo representa el 2,21% de la carga total (16,77 ton ia/año) por su bajo uso de plaguicidas (0,60 Kg i.a./ha/año) (Mapa 1).



IRET



De los 71 ingredientes activos identificados en el diagnóstico de uso de plaguicidas realizado, 18 ia representaron el 90% de la carga anual de estas sustancias en las cuencas media y baja del Parismina y baja del Reventazón (Figura 2).





IRET

DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados, el mancozeb es el plaguicida de mayor aplicación en las cuencas media y baja del Parismina y baja del Reventazón y representa casi el 50% de las aplicaciones en banano. Este dato coincide con el dato reportado por otro estudio sobre uso de plaguicidas en banano, desarrollado en Limón a finales del 2006, en el cual se estimó la aplicación del mancozeb en un 53% del total de aplicaciones en el cultivo (Bravo et al, 2013).

Mancozeb desde la perspectiva de la salud humana, no posee una toxicidad aguda alta según la OMS, pero si posee efectos tópicos oculares (leves), capacidad como alérgeno y efectos crónicos de neurotoxicidad (incluyendo Parkinson), disrupción endocrina, genotoxicidad y es un posible cancerígeno según su clasificación en EPA (de la Cruz E. et al, 2013).

Mancozeb es una sustancia con características fisicoquímicas que por sí mismas no representan peligro para los diferentes compartimentos ambientales. Puesto que es un plaguicida no volátil, con baja solubilidad en agua y poca persistencia (University of Hertfordshire, 2015). Sin embargo, aunque mancozeb se degrada en pocos días, su aplicación aérea en banano le confiere a un peligro atribuible a su dilución en aceite agrícola, que le permite adherirse a la superficie de las hojas de banano y a cualquier otro cuerpo que encuentre en su ruta de dispersión. Adicionalmente, mancozeb forma tres metabolitos, el de mayor formación es ethyleneurea; de este metabolito no se conoce la degradabilidad en hojas (Foliar DT50) y en suelos se dice es no persistente (University of Hertfordshire, 2015).

En Limón (Costa Rica) un estudio detectó etilenotiourea (ETU) en orina de mujeres embarazadas que residen en zonas bananeras en proporciones cinco veces mayores que los reportados en cultivos agrícolas de Inglaterra, Italia y Estados Unidos (Van Wendel B. et al, 2014). Lo anterior es motivo de preocupación, puesto que los análisis de este estudio fueron efectuados en Suecia, debido a que en IRET aún no se cuenta aún con el



IRET

equipo analítico y las medidas de seguridad necesarias para realizar análisis de residuos de mancozeb y sus metabolitos.

Se recomienda, dar seguimiento al diagnóstico de uso de plaguicidas a fin de evaluar tendencias y desarrollar indicadores de cantidad aplicada de plaguicidas en relación a características de comportamiento ambiental, toxicidad humana y en biota en general.

Recopilar datos de productividad en cultivos como banano y piña a fin de calcular indicadores de cantidad aplicada en función de la cantidad de producto en la mesa del consumidor, según el enfoque de cadenas agroalimentarias.

El mancozeb es un fungicida protectante, que actúa como una barrera entre la espora del hongo (sigatoka negra) y la hoja. Sus aplicaciones van dirigidas a las hojas nuevas para evitar la infección. No obstante, su aplicación no garantiza la total protección, por esta razón también es necesario la aplicación de fungicidas de acción sistémica. Se recomienda incentivar a la comunidad académica para orientar investigaciones en relación al desarrollo de variedades resistentes a partir de musáceas que muestran esta característica. Es importante direccionar esfuerzos hacia el desarrollo de fungicidas sistémicos de mayor protección en el tiempo y menor impacto ambiental.

Es conveniente continuar realizando análisis de mancozeb y sus metabolitos en laboratorios fuera del país, en los cuales existe la capacidad instalada y la acreditación correspondiente.

Se sugiere, establecer convenios de colaboración con la Corporación Bananera Nacional (CORBANA) y la Cámara Nacional de Productores Exportadores de Piña (CANAPEP) para impulsar investigación conjunta en alternativas al uso de plaguicidas altamente peligrosos e incluidos en los diferentes convenios internacionales que Costa Rica ha ratificado. Como por ejemplo el uso de agentes biológicos antagonistas a plagas y enfermedades. Al respecto se han probado hongos que se alimentan de nematodos fitófagos y de larvas de insectos.



IRET

Se deben impulsar gestiones con instituciones públicas y los empresarios bananeros para evitar que la población civil continúe expuesta a las aplicaciones aéreas de fungicidas. Es conveniente reubicar los asentamientos humanos lejos de los cultivos.

Se recomienda insistir en las capacitaciones respecto a salud e higiene ocupacional de los trabajadores de campo. De ninguna forma la ropa utilizada en las labores de campo debe ser llevada a las casas, incluyendo el calzado (transporte de residuos de suelo con agroquímicos).

En la agricultura, seguir las normas técnicas de ingeniería en la labranza de los terrenos agrícolas, especialmente en el trazado de los drenajes, respetando curvas de nivel. Durante la realización del diagnóstico del uso de plaguicidas fue posible observar fincas piñeras que cultivan en terrenos con pendientes importantes, en dichos terrenos los canales se encontraban en dirección de la pendiente, si se considera los eventos fuertes de lluvia que tienen lugar en esta región del país, se puede esperar gran arrastre de suelo, incluyendo residuos de plaguicidas, los cuales contaminan cuerpos de agua. No se observa la construcción de gavetas u otros dispositivos que ayuden a disminuir la velocidad del agua, ni que sirvan para retener los materiales.

REFERENCIAS

Bravo, V.; de la Cruz, E.; Herrera, G. y Ramírez, F. (2013). Uso de plaguicidas en cultivos agrícolas como herramienta para el monitoreo de peligros en salud. Revista UNICIENCIA, 27(1), 351-376. Recuperado de <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/issue/view/445>

de la Cruz, E.; Bravo, V. y Ramírez, F. (2013). Plaguicidas de Centroamérica. Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, Universidad Nacional. Costa Rica. Recuperado de <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/>



IRET



University of Hertfordshire. (2015). Footprint pesticide properties database: Sitio web del Proyecto Huella. Unidad de Investigación en Medio Ambiente y Agricultura. Universidad de Hertfordshire. Gran Bretaña, Reino Unido. Recuperado de <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/>

Van Wendel, B.; Mora, A.M.; Córdova, L.; Cano, J.C.; Quesada, R.; Faniband, M.; Wesseling, C.; Ruepert, C., Oberg, M.; Eskenazi, B.; Mergler, D.; Lindh, C. (2014). Aerial application of mancozeb and urinary ethylene thiourea (ETU) concentrations among pregnant women in Costa Rica: The infants' Environmental Health Study (ISA). Environmental Health Perspectives. Research Children's Health. 122(12), 1321-1328. Recuperado de <http://ehp.niehs.nih.gov/1307679/>