

EVALUACIÓN DE INGREDIENTES ACTIVOS DE PLAGUICIDAS APLICADOS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CAFETEROS CERTIFICADOS Y NO CERTIFICADOS EN CUNDINAMARCA Y SANTANDER.

Gabriel Cruz-Cerón*; Jhon Félix Trejos-Pinzón**; César Alberto Serna-Giraldo***;
Paola Andrea Calderón-Cuartas***

RESUMEN

CRUZ C., G.; TREJOS P., J.F.; SERNA G. C.A.; CALDERÓN C., P.A. Evaluación de ingredientes activos de plaguicidas aplicados en sistemas de producción cafeteros certificados y no certificados en Cundinamarca y Santander. Revista Cenicafé 62(1):17-31.2011

Se realizó un estudio para determinar la cantidad de ingrediente activo (i.a) de productos plaguicidas, aplicado en el año 2009 en fincas certificadas (CE) con el sello Rainforest Alliance y no certificadas (NC). Se tomó información a través de encuestas y entrevistas a los caficultores sobre las prácticas culturales y productos plaguicidas aplicados, con registro periódico de las actividades realizadas en 72 fincas CE e igual número de NC, en los departamentos de Cundinamarca y Santander. En el 72% del total de fincas evaluadas (CE y NC) no aplicaron plaguicidas. Los ingredientes activos usados por los caficultores fueron oxiclóruo de cobre, glifosato, clorpirifos, triadimefón, mancozeb, cymoxanil, propineb, difenoconazol y dimetoato. Se encontró que los sistemas de producción CE y NC recurren al uso de plaguicidas para el manejo de la broca y la roya del café; el clorpirifos se constituye en el ingrediente activo más aplicado en ambos tipos de sistemas de producción. En los sistemas diversificados NC se registra una demanda de plaguicidas en el manejo de los cultivos, y se destaca la implementación en las fincas de un manejo integral de arvenses, plagas y enfermedades. La aplicación de plaguicidas en sistemas de producción CE cumple con las normas de certificación, debido a que no se incluyen plaguicidas prohibidos por las agencias internacionales que regulan este tipo de químicos, en la protección de cultivos. Adicionalmente, la cantidad aplicada de ingrediente activo en dosis por hectárea, para la mayoría de los sistemas CE, se realiza de forma controlada y con la recomendación técnica pertinente.

Palabras clave: Ingrediente activo, Rainforest Alliance, manejo de plagas, enfermedades, arvenses.

ABSTRACT

A study to determine the amount of active ingredient (a.i.) of pesticide products applied in 2009 on certified farms (CE) with the Rainforest Alliance seal and not certified (NC) farms was conducted. The information was obtained from surveys and interviews conducted with growers on cultural practices and pesticide products applied, with a periodic record of the activities done in 72 CE farms and as many in NC farms, in the departments of Cundinamarca and Santander. In 72% of all farms evaluated (EC and NC) pesticides were not applied. The active ingredients used by growers were copper oxychloride, glyphosate, chlorpyrifos, triadimefon, mancozeb, cymoxanil, propineb, difenoconazole and dimethoate. It was found that EC and NC production systems resort to using pesticides for CBB and coffee rust control; chlorpyrifos becomes the most active ingredient applied in both types of production systems. In NC diversified systems, there is a demand for pesticides in crop management, and the on-farm implementation of an integrated weeds, pests and diseases management is highlighted. The application of pesticides in CE production systems complies with the certification regulations because they are not included in the pesticides banned by international agencies that regulate such chemicals in crop protection. Additionally, the applied amount of active ingredient per hectare dose for most of the CE systems is done in a controlled manner and with the relevant technical recommendation.

Keywords: active ingredient, Rainforest Alliance, pest management, diseases, weeds.

* Profesor Titular, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia

** Asistente de Investigación. Experimentación. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé.

*** Investigador Científico I. Economía. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé.
Manizales, Caldas, Colombia

**** Docente Investigadora, Universidad Católica de Manizales, Manizales, Colombia

Los agroquímicos son sustancias químicas utilizadas en sistemas de producción agrícola con diferentes fines: con acción fertilizante para mantener la calidad nutricional del suelo, con acción herbicida para controlar arvenses indeseables, y con acción insecticida, fungicida, nematocida y rodenticida entre otros, para controlar plagas y enfermedades. El presente estudio se centró en el análisis de los plaguicidas, los cuales se definen como cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir y controlar plagas y enfermedades, especies no deseadas de animales y plantas, que causan perjuicio o que interfieren en la producción, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas y productos de madera (22, 23). El término no incluye los agentes biológicos para el control de plagas y enfermedades, ya que precisamente el nombre de los plaguicidas hace referencia a la estructura química del ingrediente activo (i.a) y sus cantidades varían según el grado de eficacia del producto.

La identificación del uso y cantidad de plaguicidas usados en la producción de café se constituye en una opción importante para el direccionamiento de políticas sobre certificaciones ambientales, considerando que

uno de los mayores desafíos a los que se enfrenta la producción agrícola en la actualidad, es la disminución en el uso de productos agroquímicos y el desarrollo de alternativas más amigables con el medio ambiente para el manejo de plagas y enfermedades. En este sentido, las normas de certificación ambiental consideran entre sus requisitos reducir la dependencia de productos de síntesis química, debido a los impactos y externalidades negativas que éstos ocasionan sobre el ambiente y la salud pública.

Las certificaciones ambientales manifiestan si un producto o servicio está conforme con una normativa de gestión ambiental como ISO 14001, Reglamento 761/2001 EMAS de la Comisión Europea, Sistema Europeo de Ecogestión y Ecoauditoría, Norma de Agricultura Sostenible-NAS de la Red de Agricultura Sostenible-RAS, entre otras, a través de organismos de evaluación como por ejemplo Rainforest Alliance-RA¹ o UTZ Certified², las cuales están recibiendo especial atención por su potencial para apoyar la sostenibilidad social, económica y ambiental, particularmente en las regiones cafeteras del mundo. En Colombia, las subcategorías de cafés sostenibles certificados³ están definidas por la Federación Nacional de Cafeteros

¹ La certificación de Rainforest Alliance ofrece a las fincas y empresas relacionadas con actividades forestales y turísticas, una forma de diferenciar sus productos, promocionándolos como social, económica y ambientalmente sostenibles, tanto en los empaques como en otros materiales.

² UTZ Certified es uno de los programas de sostenibilidad más amplios para café, cacao y té del mundo. Un tercio del café que se comercializa de manera sostenible en el mundo está certificado por UTZ.

³ Los cafés certificados son aquellos que cumplen con una serie de estándares definidos internacionalmente por agencias certificadoras. Dichas agencias son entidades independientes, generalmente establecidas en países de alto consumo de café, que establecen sus propios programas de verificación y cumplimiento de estándares. Para escoger el estándar que más le conviene a los productores de acuerdo con la oferta ambiental de sus regiones de producción con los volúmenes esperados de producción y con la demanda esperada del producto certificado, la Federación evalúa las diferentes opciones y sus costos. Posteriormente, con la activa participación de la Federación, se implementan las acciones necesarias para alcanzar los estándares de certificación elegidos, y favorecer la administración de los costos de certificación que demandan dichas agencias.

(FNC) así: Amigables con el medio ambiente, contenido social, café orgánico, "bueno por dentro" o "good inside". Además de los diferentes cafés certificados existen diferentes códigos de conducta definidos por entidades y clientes internacionales asociados con el café, dentro de ellos se destacan: Conservation International, Nespresso AAA, Café Practices, 4C, que se han convertido en una plataforma de sostenibilidad para los caficultores colombianos, debido a que sus prácticas facilitan el cumplimiento de estándares necesarios para acceder a diferentes mercados (11).

Rainforest Alliance evalúa principios fundamentales relacionados con sistemas de gestión social y ambiental, conservación de ecosistemas, protección de la vida silvestre, conservación de recursos hídricos, trato justo y buenas condiciones para los trabajadores, salud y seguridad ocupacional; así como las relaciones con la comunidad, manejo integrado del cultivo, manejo y conservación del suelo, y manejo integrado de desechos.

Actualmente, el mercado de agroquímicos es grande e importante, tanto en volumen como en recursos económicos aplicados; según registros del Instituto Colombiano Agropecuario – ICA (17), para el año 2008, en Colombia se determinaron ventas de 10.738.425 kilogramos y de 26.407.121 litros. Durante el período 2000 a 2009 (20), la comercialización mundial creció a una tasa anual del 3,5% y los costos para encontrar un nuevo ingrediente activo para el mercado de la Unión Europea y los EE.UU, incluyendo descubrimiento y desarrollo, aumentó un 21,1%, al pasar de US\$152 millones (115 millones €) en 1995, a US\$184 millones (140 millones €) en el año 2000. Entre el año 2000 y el período 2005 a 2008, los costos aumentaron un 39,1%, equivalente a 189 millones € (20).

El control químico de arvenses, plagas y enfermedades en los cultivos forma parte de una herramienta complementaria en el manejo integrado de arvenses (MIA) y de plagas y enfermedades (MIPE), respectivamente, y su implementación está determinada básicamente por el nivel de daño, el ataque ocasionado y las condiciones específicas del cultivo. La mayoría de las normas de certificación socioambiental de fincas prohíben el uso de algunos productos químicos por los efectos negativos para el ambiente y la salud de las personas; éstas a su vez pretenden un uso más eficiente y racional de los plaguicidas. Tal es el caso de la Norma de Agricultura Sostenible (NAS), la cual dirige sus propósitos en la protección del trabajador y la conservación del medio ambiente en general.

Los plaguicidas se clasifican y etiquetan según su grado de toxicidad en cuatro categorías: Ia, sumamente peligrosa; Ib, muy peligrosa; II, moderadamente peligrosa; III y IV, ligeramente peligrosas. La NAS (24), a su vez, clasifica las fincas según el uso de estos insumos: de alto riesgo, aquellas que están al menos en una de las siguientes condiciones: a) se aplican plaguicidas de las clases OMS (Organización Mundial de la Salud) Ia, Ib y II; y b) La frecuencia de aplicación de plaguicidas es igual o mayor a dos por mes; como fincas de bajo uso de insumos están aquellas que cumplen las siguientes condiciones: a) Solamente se aplican agroquímicos de las clases OMS III y IV; y b) La frecuencia de aplicación de agroquímicos no excede una al mes.

La caficultura colombiana se ha visto afectada en los últimos años por altos índices de infección del hongo causante de la roya (*Hemileia vastatrix* Berk & Br) afectando especialmente variedades de café susceptibles como Caturra y Típica, y por ataques permanentes del insecto plaga conocido

como broca (*Hypothenemus hampei* Ferr.). Estos problemas son considerados como la enfermedad y la plaga más limitantes en la producción de café para el país; sin embargo, la producción diversificada de muchas fincas cafeteras ha incorporado sistemas asociados de cultivo, trayendo consigo otros tipos de problemas fitosanitarios que requieren de manejos específicos con agroquímicos. Productos químicos como el oxiclورو de cobre, óxido cuproso, hidróxido y sulfato de cobre son utilizados como fungicidas para el control preventivo de la roya del café; éstos ejercen un efecto protector inhibiendo la germinación del patógeno (25). De otro lado, los fungicidas sistémicos han mostrado un importante efecto sobre la enfermedad y consecuentemente sobre la producción, cuando se utilizan los del grupo de Azoles, cuyos ingredientes activos son cyproconazol, triadimefón y hexaconazol (19). Es así como la FNC plantea como propósito nacional para reducir el impacto de la roya, la siembra de variedades resistentes como la Variedad Castillo®, por el ahorro en los costos de producción, reducción en el uso de fungicidas y prevención de la contaminación y deterioro del medio ambiente y los seres humanos (10).

Dentro del manejo integrado de la broca del café en Colombia, el uso de insecticidas es una de las últimas opciones y su recomendación se da en función de la eficacia en el control del insecto; se ha verificado la validez de los insecticidas independiente de su formulación, ya que sólo son eficaces en el control de la broca cuando ésta se encuentra penetrando los frutos (5). Estudios realizados por Duque y Chaves (9) reportan que los insecticidas aplicados para el control de la broca son el endosulfán seguido por clorpirifos y fenitrothion.

Otra actividad de la caficultura que demanda el uso de agroquímicos es el MIA, el cual consiste en la combinación

oportuna y adecuada de diferentes prácticas que incluyen el manejo mecánico, químico, manual y biológico, con el fin de reducir la interferencia de las arvenses a niveles que no afecten el rendimiento de los cultivos, así como disminuir los costos de producción y reducción de la erosión (15). Para el control químico sobresale el uso de herbicidas cuyo i.a es el glifosato, 2, 4 D Amina, glufosinato de amonio y la combinación de ambos en el control de arvenses de las especies *Eleusine indica* (pategallina), *Erigeron bonariensis* (venadillo) y *Emilia sanchifolia* (emilia) (21). Investigaciones desarrolladas por Cenicafé han demostrado que el glifosato es el herbicida más eficiente para el manejo de arvenses en cafetales, debido a su alta persistencia y su eficacia, con niveles hasta del 90%; sin embargo, su uso generalizado y antitécnico puede ocasionar erosión, contaminación del ambiente, fitotoxicidad a los cultivos, toxicidad al hombre y resistencia de arvenses al mismo (1).

La asociación del cultivo de café con otros transitorios y perennes requiere de un manejo agronómico de éstos, independiente del café, que incluye la utilización de químicos para la fertilización y manejo de plagas y enfermedades (1). Entre los sistemas de producción de café en arreglos interespecíficos figuran aquellos con cultivos transitorios como el fríjol, maíz y tomate de mesa intercalados en siembras nuevas y zocas de café (1). Entre los semiperennes se destaca el plátano dominico hartón, banano y perennes como el aguacate y los cítricos, que sirven de sombra o están asociados a sistemas agroforestales.

Las certificaciones ambientales como RA indican cómo trabajar para mejorar las condiciones de la producción agrícola con un enfoque preventivo, en busca de la inocuidad, la competitividad, la seguridad de los trabajadores, la sostenibilidad de los

medios de vida y la conservación de la biodiversidad, y de esta manera reducir las amenazas al ambiente y a la salud humana, al prohibir el uso de plaguicidas peligrosos.

En Colombia el uso de agroquímicos es regulado a través de la Política Nacional de Producción más Limpia (1997), la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible (2010), las guías ambientales para el subsector de plaguicidas elaboradas por el Ministerio de Ambiente (23), y otras normas vigentes relacionadas con Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) que contienen lineamientos de uso y manejo de los plaguicidas y gestión posconsumo de los envases de plaguicidas, en el marco de un desarrollo agropecuario sostenible, estableciendo que los agricultores deben usar, en la medida posible, controles mecánicos y biológicos, para reducir tanto la toxicidad como la cantidad de químicos empleados (23). Por su parte, las BPA determinan el buen manejo de productos agroquímicos, por lo cual su aplicación se restringe al cumplimiento de los siguientes requisitos (23):

- Emplear productos registrados ante el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario)
- Capacitar al personal para el buen uso de estos productos
- Verificar la calidad del agua empleada para las mezclas en cuanto a dureza y pH
- Seguir las recomendaciones de uso del fabricante del producto contenidas en la etiqueta, en cuanto a dosis, equipo de protección personal, plaga por controlar, frecuencia y período de carencia
- Aplicar en el momento del día más adecuado
- Registrar todas las aplicaciones en un formato
- Calibrar los equipos antes de cualquier aplicación
- Realizar triple lavado a los envases de productos químicos

- No contaminar el ambiente con los residuos de los productos químicos

Por lo anterior, este estudio busca determinar la cantidad usada de ingrediente activo de productos plaguicidas en fincas certificadas con el sello Rainforest Alliance y no certificadas, por año y por hectárea, como indicador del desempeño ambiental de las fincas certificadas, así como del grado de cumplimiento de la NAS para este aspecto ambiental y el uso de plaguicidas por parte de los caficultores no certificados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los departamentos de Cundinamarca y Santander, y para cada uno se seleccionaron 36 fincas certificadas (CE), que han implementado la norma de agricultura sostenible de Rainforest Alliance, por más de tres años. Por cada finca certificada se seleccionó una finca no certificada (NC), que cumpliera con características de similaridad, relacionadas con las siguientes variables: tipo de caficultura, rango altitudinal, tamaño de la finca y área en café. En este proceso de selección, se obtuvo un tamaño total de muestra de 144 fincas cafeteras, con 72 fincas por departamento, ubicadas y distribuidas así: Cundinamarca, región norte, en los municipios de Supatá, San Francisco, Guaduas, La Palma y Vergara; y Santander, región sur, municipios de Aratoca, Pinchote, Valle de San José, Socorro, Guavatá, Barbosa y Vélez.

El estudio fue específico de tipo exploratorio, con un diseño no experimental transversal, desarrollado a través de la toma de información con encuestas y entrevistas semiestructuradas, y el registro periódico de todas las actividades realizadas en la finca durante el año 2009. En ambos departamentos se realizó la clasificación de sistemas de producción, de acuerdo con la información obtenida en el campo,

mediante los siguientes criterios: Condición de certificación, CE (certificada) y NC (no certificada); condición de diversificación de la finca, diversificada y no diversificada (monocultivo de café), y origen de la mano de obra asignada al sistema, como familiar, contratada y mixta.

La combinación de los anteriores criterios para los registros de las fincas generó 24 sistemas de producción cafetera, de los cuales se seleccionaron 21 por su importancia relativa, relacionada al área de siembra ocupada (Tabla 1).

Las variables de interés consideradas dentro del estudio fueron: tipos o productos de plaguicidas usados, número de fincas certificadas y no certificadas que aplicaron plaguicidas, frecuencia de aplicación del producto durante el año 2009, cantidad de producto comercial aplicado por hectárea y cantidad de ingrediente activo aplicado por sistema de producción; a estas variables se les realizaron manejos de estadística descriptiva y complementos gráficos. Los registros, sobre cantidades aplicadas por insumo, se tomaron directamente en la finca cafetera, y la cantidad aplicada de ingrediente activo por hectárea se calculó estimando el total de i.a usado en gramos, y dividiéndolo entre el área asignada para café y otros cultivos; de igual manera, se estimó el número de aplicaciones realizadas al año del i.a para cada uno de los sistemas de producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Productos plaguicidas usados. La verificación realizada a los caficultores sobre los productos usados arrojó como resultado la aplicación de nueve plaguicidas, de los cuales tres son de acción insecticida, cinco de acción fungicida y uno de acción herbicida (Tabla 2). Estos plaguicidas se clasificaron entre las categorías

toxicológicas definidas por la OMS, año 2008, como II - III y IV, y que en la actualidad se denominan Ib, II y III. El insecticida de i.a clorpirifos, usado para el control de la broca y los fungicidas de i.a triadimefón y oxiclورو de cobre usados para el manejo curativo y preventivo de la roya, se constituyen como los principales plaguicidas usados. La NAS establece como uno de los requisitos para evaluar su certificación, el bajo uso de insumos cuando la finca cumple con las siguientes condiciones: solamente se aplican plaguicidas de las clases OMS III y IV; la frecuencia de aplicación de agroquímicos no es mayor de una vez al mes y no se usa fumigación aérea o por spray boom.

Número de fincas CE y NC que aplicaron agroquímicos. En total, 132 fincas reportaron información sobre actividades o labores del cultivo de café, enfocando principalmente las relacionadas con la aplicación de plaguicidas; de ellas el 72% no aplicaron ningún producto químico y el 28% restante sí lo aplicaron. No obstante, la aplicación de plaguicidas varía de un año a otro, por estar sujeta a las condiciones fitosanitarias del cultivo y a condiciones económicas del productor; se evidencia una reducción en el porcentaje de caficultores que usan plaguicidas, con relación a un estudio realizado en el año 1999, el cual reporta que el 65% de los cultivadores aplicaron insecticidas, con una frecuencia promedio de tres veces por año (2). Es factible considerar que uno de los factores incidentales sobre el hecho anterior, sea la condición de certificación de fincas, en donde la NAS indica que no se deben aplicar sustancias nocivas para la salud, criterio que es considerado y acatado por la mayoría de las fincas evaluadas.

Frecuencia de aplicación durante el ciclo anual. Los ciclos de aplicación de los plaguicidas variaron entre una y cuatro

Tabla 1. Clasificación de los sistemas de producción cafeteros y modalidades evaluadas.

Depto.	Condición de certificación	Diversidad	Tipo de mano obra	Código de sistemas de producción	Código sistemas evaluados	Número de fincas del sistema de producción	
C/marca	Certificada	Monocultivo	Contratada	CCEMMOC	-	2	
			Familiar	CCEMMOF	-	1	
			Mixta	CCEMMOM	-	2	
		Diversificado	Contratada	CCEDMOC	S1	10	
			Familiar	CCEDMOF	S2	4	
			Mixta	CCEDMOM	S3	13	
	No certificada	Monocultivo	Contratada	-----	-	-	
			Familiar	CNCMMOF	-	1	
			Mixta	CNCMMOM	-	1	
		Diversificado	Contratada	CNCDMOC	S4	12	
			Familiar	CNCDMOF	S5	5	
			Mixta	CNCDMOM	S6	13	
	Santander	Certificada	Monocultivo	Contratada	SCEMMOC	S7	2
				Familiar	-----	-	-
Mixta				SCEMMOM	-	1	
Diversificado			Contratada	SCEDMOC	S8	7	
			Familiar	SCEDMOF	-	2	
No certificada		Monocultivo	Mixta	SCEDMOM	S9	22	
			Contratada	SNCMMOC	S10	1	
			Familiar	-----	-	-	
		Diversificado	Mixta	SNCMMOM	S11	4	
			Contratada	SNCDMOC	S12	6	
		Familiar	SNCDMOF	S13	4		
		Mixta	SNCDMOM	S14	19		

veces al año, sujetos al umbral de daño económico para el manejo de arvenses, plagas o enfermedades, y basados en niveles de infestación y propagación de las mismas. En la toma de la decisión sobre el uso del control químico y definir qué tipo de producto aplicar, es fundamental el conocimiento del ciclo de vida del insecto, patógeno o arvense, su relación con el estado fenológico del cultivo y las condiciones climáticas.

Cantidad de ingrediente activo aplicado por hectárea. A continuación se describen los ingredientes activos, cantidades aplicadas, y la comparación con las recomendaciones técnicas de dosificación del producto.

a) Clorpirifos. Insecticida usado para el manejo de la broca del cafeto cuya presentación comercial es concentrado emulsionable (EC); además se emplea para el control de la hormiga arriera (*Atta* sp.) en polvo dispersable (DP). La dosis de i.a recomendada por hectárea es 960 g en el caso del EC, y 750 g en DP (28). En la actualidad, el clorpirifos es el ingrediente activo sustituto de productos como el endosulfán, debido a la alta peligrosidad toxicológica y riesgos a la salud de las personas de este último (12).

Las mayores cantidades de ingrediente activo de clorpirifos por hectárea se aplicaron en el sistema S9 (Santander-certificado-

Tabla 2. Agroquímicos usados para el control de plagas y enfermedades, con algunas de sus características.

Producto Comercial	Ingrediente activo (i.a)	Clasificación toxicológica*	Modo de Acción	Cultivo	Unidad i.a	Concentración (g - L - kg)
Lorsban 4 EC	clorpirifos	III (II)	Insecticida	Café	Gramos por litro	480
Lorsban 2,5%D.P	clorpirifos	III (II)	Insecticida	Café y otros	Gramos por kilogramo	25
Oxicloruro de cobre 58,8% WP	oxicloruro de cobre	III (III)	Fungicida	Café	Gramos por kilogramo	588
Bayleton EC 250	triadimefón	IV (III)	Fungicida	Café	Gramos por litro	250
Roundup SL	glifosato	IV (III)	Herbicida	Café y otros	Gramos por litro	360
Manzate 200 WP	mancozeb	III (II)	Fungicida	Café y otros	Gramos por kilogramo	800
Fitoraz WP 76	cymoxanil + propineb	III (II)	Fungicida	Café y otros	Gramos por kilogramo	760
Score 250 EC	difenoconazol	III (II)	Fungicida	Café y otros	Gramos por litro	250
Roxion EC	dimetoato	II (Ib)	Insecticida	Café y otros	Gramos por litro	400

* Relaciona la clasificación según Vademécum 2008 y entre paréntesis la clasificación más reciente

diversificado-mano de obra mixta), con 1.360 g.ha⁻¹, seguido de S14 (Santander-no certificado-diversificado-mano de obra mixta) con 1.131,4 g.ha⁻¹ (Tabla 3). Para el caso de los sistemas de producción evaluados, se encontró que la frecuencia de aplicación anual es de una vez, y que los productores integran otros métodos de manejo de la broca como el repase, el registro de la floración y la aplicación del hongo *Beauveria bassiana*. La utilización de insecticidas para el control de la broca en las fincas evaluadas, se lleva a cabo siempre y cuando se presenten altos niveles de infestación, y se aplica de forma focalizada.

Las recomendaciones de manejo integrado de la broca (MIB) por parte de la Federación de Cafeteros, complementarias al auge del desarrollo sostenible y otras estrategias asociadas a estos principios como las certificaciones ambientales y de cafés especiales,

han aportado a la disminución en la intensidad y cantidad de insecticidas utilizados en la agricultura; así lo demuestran diversos estudios sobre el MIB (9), cuyos resultados indican que más de dos aplicaciones no son justificables técnica ni económicamente.

b) Oxicloruro de cobre. Ingrediente activo recomendado para el manejo de la roya del cafeto, se trata de un fungicida protector que inhibe la germinación del patógeno bajo condiciones de manejo preventivo de la enfermedad, se recomienda una dosis de 2.940 g.ha⁻¹ del i.a (26); de este tipo de fungicidas los cúpricos son los más utilizados (14).

En algunos sistemas no certificados de ambos departamentos se encontraron las mayores cantidades promedio de producto aplicado, en relación con la dosis recomendada. El sistema S10 (Santander, no certificado, monocultivo, mano de obra contratada)

superó la dosis recomendada con 4.859,5 g.ha⁻¹, seguido del S4 (Cundinamarca, no certificado, diversificado, mano de obra contratada) que aplicó 3.740,3 g.ha⁻¹ (Tabla 4). Las aplicaciones del oxiclورو de cobre se realizaron en lotes específicos de la finca sembrados con variedades susceptibles a la roya del café.

Investigaciones bajo condiciones de laboratorio determinaron la toxicidad de altas concentraciones de este fungicida

sobre dos especies consideradas indicadoras de biodiversidad del suelo, la lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) al afectar su tasa reproductiva (16) y el caracol común (*Helix aspersa*), el cual sufre alteraciones en su aparato digestivo (26).

c) Triadimefón. Clasificado dentro de los fungicidas sistémicos, los cuales han demostrado un importante efecto sobre la roya del café, destacando los del grupo de los triasoles aplicados al follaje (14). La

Tabla 3. Cantidad del ingrediente activo clorpirifos aplicado por hectárea, en sistemas certificados y no certificados de Cundinamarca y Santander.

Depto.	Condición de certificación	Diversidad	Tipo mano de obra	Código del sistema	Número de fincas del sistema de producción	i.a aplicado (g.L ⁻¹)
Cundinamarca	Certificada	Diversificado	Contratada	S1	10	202,96
			Familiar	S2	4	294,03
	No certificada	Diversificado	Contratada	S4	12	538,82
			Familiar	S5	5	225,11
Santander	Certificada	Diversificado	Contratada	S8	7	451,92
			Mixta	S9	22	1.360,00
	No certificada	Monocultivo	Contratada	S10	1	412,68
		Diversificado	Mixta	S14	19	1.131,43

Tabla 4. Cantidad del ingrediente activo oxiclورو de cobre aplicado por hectárea, en sistemas certificados y no certificados de Cundinamarca y Santander.

Depto.	Condición de certificación	Diversidad	Tipo mano de obra	Código del sistema	Número de fincas del sistema de producción	i.a aplicado (g.kg)
C/marca	Certificada	Diversificado	Contratada	S1	10	2.320,51
			Mixta	S3	4	1.632,90
			Contratada	S4	12	3.740,32
	No certificada	Diversificado	Familiar	S5	5	1.103,03
			Mixta	S6	13	138,40
Santander	Certificada	Diversificado	Contratada	S8	7	211,51
			Mixta	S9	22	196,00
	No certificada	Monocultivo	Contratada	S10	1	4.859,50
		Diversificado	Mixta	S11	4	270,97
			Mixta	S14	19	252,00

dosis de estos fungicidas varía entre 250 mL y 1 L, esta última dosis para el caso del triadimefón (25). La recomendación técnica del i.a corresponde a 187,5 g.ha⁻¹ (28). Únicamente el sistema S4 (Cundinamarca, no certificado, diversificado, mano de obra contratada) excedió ampliamente la dosis recomendada, al aplicar en promedio 586,7 g.ha⁻¹, adicional a lo anterior, un sólo sistema S8 (Santander, certificado, diversificado, mano de obra contratada), reportó aplicación de este i.a en dosis promedio de 138,4 g.ha⁻¹; una explicación al uso de este i.a es la evidencia de cultivos de café sembrados con variedades susceptibles a la roya del cafeto, y en algunos casos se evidenció la falta de manejo para el control de esta enfermedad, debido principalmente a razones económicas del productor. Una estrategia validada para la reducción en el uso de fungicidas es la renovación por siembra con variedades resistentes a este hongo, como es el caso de la Variedad Castillo® y las Variedades Castillo® Regionales.

d) Glifosato. Los herbicidas más comercializados en Colombia incorporan en su composición química el glifosato, por lo tanto, se constituye en uno de los i.a más usados para el control de arvenses en las zonas cafeteras. A su vez forma parte de los métodos de control más eficientes que

existen si forman parte del MIA, pero un uso inadecuado y prolongado en el tiempo de dicho compuesto, puede convertirse en causal de resistencia por parte de algunas arvenses agresivas presentes en las plantaciones de café (21).

La cantidad recomendada de este i.a es 720 g.ha⁻¹ (28), sin embargo, es común que los productores sobrepasen la dosis recomendada, ya que consideran que altas dosis son más eficaces; tal caso se encontró en tres de los cuatro sistemas, en los que se aplicó este i.a (Tabla 5). Es de anotar que la aplicación de glifosato en muchas de las fincas se hace de forma localizada, atacando solamente arvenses agresivas como gramíneas. Una de las razones indicadas por los caficultores para el uso del control químico de arvenses es la escasez de mano de obra.

Todo producto pesticida contiene, además del ingrediente activo, otras sustancias cuya función es facilitar su manejo o aumentar su eficacia. En general, estos ingredientes, falsamente denominados "inertes", no son especificados en las etiquetas del producto. En el caso de los herbicidas con glifosato, se han identificado muchos ingredientes "inertes" para ayudar al glifosato a penetrar los tejidos de la planta; a su vez, la mayoría de sus fórmulas comerciales incluyen una sustancia química surfactante (18).

Tabla 5. Cantidad de ingrediente activo glifosato aplicado por hectárea, en sistemas certificados y no certificados de Cundinamarca y Santander.

Depto.	Condición de certificación	Diversidad	Tipo mano de obra	Código del sistema	Número de fincas del sistema de producción	i.a aplicado (g.L ⁻¹)
C/marca	Certificada	Diversificado	Contratada	S1	10	745,88
			Mixta	S3	4	816,45
	No certificada	Diversificado	Mixta	S6	13	551,52
Santander	No certificada	Diversificado	Contratada	S12	6	951,58

La Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos (EPA) reclasificó como clase II, altamente tóxicos, los plaguicidas que contienen glifosato, por ser irritante para los ojos. La Organización Mundial de la Salud describe efectos más serios en varios estudios con conejos, calificándolos como "fuertemente" o "extremadamente" irritantes. Otros estudios han determinado que el uso continuo de glifosato para el control de las arvenses reduce la capacidad reproductiva de controladores biológicos, caso de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) (26).

e) Mancozeb. La cantidad de i.a recomendada de 320 g.ha⁻¹ (28), es básicamente empleada para el manejo de enfermedades en el cultivo del tomate en asocio con café, con aplicaciones hasta de 18 veces por año, para una producción anual de tres ciclos del cultivo. Estudios de toxicidad indican que este i.a es catalogado como extremadamente tóxico a *Bacillus subtilis*, bacteria gram positiva, Catalasa-positiva, aerobio facultativo comúnmente encontrada en el suelo (3).

Se registró que en cuatro de los cinco sistemas que aplicaron el ingrediente activo mancozeb, superaron la dosis recomendada

(Tabla 6), en aplicaciones promedio, que en algunos casos alcanzaron a triplicar la cantidad recomendada; como el caso de los sistemas S4 y S5 con aplicaciones respectivas de 1.005,1 g.ha⁻¹ y 990,1 g.ha⁻¹. En los sistemas certificados no se reportó la utilización de este i.a (Tabla 6). El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en asocio con especialistas de la industria química, desarrollaron los fungicidas protectores o preventivos de síntesis, principalmente a base de bisditiocarbamatos, conocidos como naban, thiram y zineb, y posteriormente el maneb y el mancozeb, este último uno de los fungicidas protectores más utilizados a nivel mundial (7).

Los sistemas de producción no certificados que aplicaron el ingrediente activo mancozeb, lo hicieron para el manejo preventivo de la enfermedad conocida con el nombre de tizón tardío (*Phytophthora infestans*), en las plantaciones de tomate asociadas con café renovado por siembra nueva o por zoca. Actualmente en Colombia los productos químicos de mayor uso se aplican en rotaciones de fungicidas protectores que tienen como i.a mancozeb (etilen-bisditiocarbamato de manganeso + cinc) y sistémicos a base metalaxyl y fosetyl-Al (6).

Tabla 6. Cantidad de ingrediente activo mancozeb aplicado por hectárea, en sistemas certificados y no certificados de Cundinamarca y Santander.

Depto.	Condición de certificación	Diversidad	Tipo mano obra	Código del sistema	Número de fincas del sistema de producción	i.a aplicado (g.kg ⁻¹)
			Contratada	S4	12	990,08
C/marca	No certificada	Diversificado	Familiar	S5	5	1.005,13
			Mixta	S6	13	687,72
		Diversificado	Contratada	S12	6	475,79
Santander	No certificada	Diversificado	Mixta	S14	19	279,13

f) Dimetoato. Este i.a fue incluido en la categoría toxicológica II, considerado como extremadamente tóxico, según la última clasificación de la OMS. El dimetoato es un insecticida para el control de áfidos, mosca blanca, chinches y ácaros, en plantaciones de aguacate y cítricos. La dosis técnica es 200 g.ha⁻¹ (28). Los productores que aplican este i.a siempre exceden en promedio la cantidad recomendada; en el presente estudio se encontró un sistema que aplica más del doble, el de S6 (Cundinamarca, no certificado, diversificado, mano de obra mixta), y sólo uno de los cinco sistemas que utilizaron este producto es certificado (CE) (Tabla 7).

Al evaluar la contaminación por dimetoato, para determinar el uso potencial de biomarcadores con dos especies de quironómidos, se encontró que la pulga de agua (*Chironomus riparius*) es más sensible al dimetoato, y que su uso como bioindicador potencial en el campo puede medir los índices de contaminación de algunos compuestos órgano fosforados (8). Otro estudio comparativo de los signos de intoxicación y cambios en los niveles de actividad de *Agelaius phoeniceus* (turpial sargento), expuesto al dimetoato, estableció que tal plaguicida causa alteraciones en sus actividades y respuestas fisiológicas al

ambiente (4). Los anteriores resultados alertan sobre la peligrosidad de este i.a en algunas poblaciones de aves e insectos presentes en los ecosistemas cafeteros.

g) Otros plaguicidas usados con menor frecuencia. Cymoxanil, propineb y difenoconazol. Los fungicidas referenciados son usados para el control de enfermedades en tomate de mesa; la formulación recomendada es de 1.140 g.ha⁻¹ (28) para la combinación de cymoxanil + propineb, mezcla aplicada en los sistemas S3 y S8 sin exceder la dosis recomendada, 720,37 y 551,52 g.ha⁻¹, respectivamente. De difeconazol se recomienda aplicar 75 g.ha⁻¹ (28), registrado para los sistemas S1 y S8, con cantidades superiores a las recomendadas (199,04 y 227,96 g.ha⁻¹ para cada sistema, respectivamente).

Niveles de aplicación de ingrediente activo por sistema de producción. En la Tabla 8 se presentan las cantidades totales de i.a de los diferentes productos aplicados. El sistema S1 es el único certificado que presenta valores altos de i.a aplicado por hectárea. La falta de regulación en el uso de plaguicidas revela que los sistemas no certificados de Cundinamarca S4, S5 y S6 y Santander S10 y S11 registraron valores promedios de aplicación de i.a por hectárea

Tabla 7. Cantidad del ingrediente activo dimetoato aplicado por hectárea, en sistemas certificados y no certificados de Cundinamarca y Santander

Depto.	Condición de certificación	Diversidad	Tipo mano obra	Código del sistema	Número de fincas del sistema de producción	i.a aplicado (g.L ⁻¹)
C/marca	Certificada	Diversificado	Mixta	S3	4	204,11
	No certificada	Diversificado	Contratada	S4	12	220,02
	No certificada	Diversificado	Mixta	S6	13	490,00
Santander	No certificada	Diversificado	Contratada	S12	6	237,90
	No certificada	Diversificado	Familiar	S13	4	282,24

Tabla 8. Niveles de aplicación de ingrediente activo por hectárea en los sistemas de producción de café certificados y no certificados en Cundinamarca y Santander.

Clasificación Sistemas	Sistema de producción	Código del sistema	Fincas por sistema	Fincas que no aplicaron agroquímicos	Promedio g.ha ⁻¹ i.a (todas las fincas)	Promedio g.ha ⁻¹ i.a (Para fincas que aplicaron)	Promedio de i.a por hectárea
Certificados	CCEDMOC	S1	10	5	787,6	1.294,91	542,66
	CCEDMOF	S2	4	3	125,5	501,82	
	CCEDMOM	S3	13	10	162,4	703,75	
	SCEDMOC	S7	7	6	55,3	387,00	
No Certificados	SCEDMOM	S8	22	14	110	267,98	1.601,32
	SCEMMOC	S9	2	1	50,3	100,51	
	CNCDMOC	S4	12	10	499,6	1.910,06	

superiores a los sistemas certificados (Tabla 8). Investigaciones desarrolladas en fincas productoras de papa, indican que la aplicación de fungicidas carbamatos por hectárea, ascienden en promedio a los 6,88 kg, y las cantidades de insecticidas órganofosforados a 0,79 kg.ha de i.a. (12); lo anterior muestra que la aplicación de plaguicidas en el cultivo de café y sus asociados representan un bajo nivel frente a los reportes de otros cultivos.

En la Tabla 8 se destaca que el promedio de aplicación de i.a de fotoquímicos supera, en el caso de sistemas de producción cafeteros No Certificados, en casi tres veces la cantidad aplicada en Sistemas Certificados, lo que corrobora los impactos favorables de la condición de certificación RA, con relación a un manejo agronómico más técnico y sostenible.

En este estudio se concluye que:

La aplicación de plaguicidas en sistemas de producción de fincas certificadas cumple con las normas de certificación, debido a que

no se incluyen plaguicidas prohibidos por las agencias internacionales, que regulan este tipo de químicos en la protección de cultivos. Adicionalmente, la cantidad aplicada de ingrediente activo en dosis por hectárea para la mayoría de los sistemas certificados se realiza de forma controlada y bajo las recomendaciones técnicas pertinentes.

Los sistemas no certificados carecen de programas de regulación y capacitación en la aplicación de productos plaguicidas, ya que aplican cantidades de ingrediente activo superiores a la recomendación técnica del producto comercial por hectárea.

Es necesario realizar una evaluación integral del manejo y uso de plaguicidas en la caficultura certificada y no certificada, que considere aspectos sociales, tecnológicos y financieros del sistema productivo, tales como protección de trabajadores, métodos de aplicación, rotación de productos, transporte, tiempos de aplicación, cantidad de ingrediente activo usado por hectárea y costos de producción, asociando estos resultados con

los factores ambientales (agua, suelo, aire, biodiversidad) para determinar los posibles impactos y externalidades ocasionadas por el uso de este tipo de insumos.

De los 21 sistemas de producción caracterizados, siete sistemas, no aplicaron plaguicidas, resaltando entre ellos cinco sistemas certificados RA; se concluye de lo anterior, que la sostenibilidad económica, social y ambiental se constituye en el reto principal de la agricultura moderna, y se hace importante hacer una amplia revisión de la situación del uso y abuso de productos plaguicidas de síntesis química, identificando en fincas de producción cafetera la forma de manejo y uso de éstos.

Nota: El uso de nombres comerciales en esta publicación tiene como propósito facilitar su identificación y en ningún momento constituyen su promoción.

AGRADECIMIENTOS

A los caficultores de Santander y Cundinamarca, a Rainforest Alliance por la cofinanciación del estudio, a Cenicafé, a los doctores Claudia López y Henry Parra, Coordinadores de Cafés Especiales, a los Jefes Seccionales de los Comités de Cafeteros de Rionegro y Gualiva (Cundinamarca), y San Gil, Socorro y Barbosa (Santander); y en general, al Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

LITERATURA CITADA

1. ARCILA P., J.; FÁRFAN V., F.; MORENO B., A. M.; SALAZAR G., L. F.; HINCAPIÉ G., E. Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná : CENICAFÉ, 2007. 309 p.
2. BAKER, P. La broca del café en Colombia: Informe final del proyecto MIP para el café DFID. Chinchiná : CENICAFÉ : CABI Bioscience, 1999. 154 p.

3. BENITEZ C., N.; VIVAS Z., D.H.; [et al.]. Toxicidad de los principales plaguicidas utilizados en el municipio de Popayán, usando *Bacillus subtilis*. Biotecnología 7(1):16-22. 2009.
4. BRUNET R.; GIRARD C.; CYR A. Comparative study of the signs of intoxication and changes in activity level of red-winged blackbirds (*Agelaius phoeniceus*) exposed to dimethoate. Agriculture, ecosystems and environment 64(3): 201-209. 1997.
5. BUSTILLO P., A. E. El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. 2a. ed. Chinchiná : CENICAFÉ, 2007. 40 p.
6. CARREÑON.; VARGASA.; BERNAL J.A.; RESTREPO S. Problemas fitopatológicos en especies de la familia solanaceae causados por los géneros *Phytophthora*, *Alternaria* y *Ralstonia* en Colombia: Una revisión. Agronomía de Colombia. 25(2):320-329. 2007.
7. CROPLIFE Latin America. Tierra fértil. Miami : CropLife internacional, 2007. 16 p. (Boletín informativo No. 30).
8. DOMÍNGUEZ Y.; GUILLERMINA L.; SOARES A.; NOGUEIRAA. Assessing dimethoate contamination in temperate and tropical climates: Potential use of biomarkers in bioassays with two chironomid species. Chemosphere 69(1):145-154. 2007.
9. DUQUE O., H.; CHÁVES C., B. Estudio sobre adopción del manejo integrado de la broca del café. Chinchiná: CENICAFÉ, 2000. 100 p.
10. FNC. Recuperación de la producción: Un propósito nacional "Colombia sin Roya". [En línea]. Bogotá: FNC, [2010]. Disponible en internet: http://www.federaciondecafeteros.org/caficultores/es/programas_para/plan_de_choque/. Consultado el 6 de Diciembre de 2012
11. ----- . Nuestros cafés especiales. [En línea]. Bogotá : FNC, [2012]. Disponible en internet: http://www.federaciondecafeteros.org/clientes/es/nuestra_propuesta_de_valor/portafolio_de_productos/nuestro_cafe_especial/. Consultado el 25 de mayo de 2012.
12. EPA. Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos. [En línea]. Washington : EPA, [2010]. Disponible en internet: <http://www.epa.gov/pesticides/reregistration/endosulfan/endosulfan-agreement.html>. Consultado el 3 de febrero de 2012.

13. FEOLA, G.; BINDER, C. Identifying and investigating pesticide application to promote a more sustainable pesticide use: The case of smallholders in Boyacá, Colombia. *Crop protection* 29(6):612-622. 2010.
14. GIL V., L. F.; CASTRO C., B. L.; CADENA G., G. El estudio de las enfermedades del café en Colombia. Chinchiná: CENICAFÉ, 2003. 224 p.
15. GÓMEZ H., E.; SALAZAR G., L.F. Manejo integrado de arvenses en la zona cafetera central de Colombia. Chinchiná : CENICAFE, 2007. 12 p. (Avances Técnicos No. 359).
16. HELLING B.; REINECKE S. A.; REINECKE A. J. Effects of the fungicide copper oxychloride on the growth and reproduction of *Eisenia fetida* (Oligochaeta). *Ecotoxicology and environmental safety*. 46(1):108-116. 2000.
17. ICA. Boletín de estadísticas de comercialización de plaguicidas 2008. Bogotá : ICA, 2009. 104 p.
18. KACZEWER, J. Toxicología del glifosato: Riesgo para la salud humana. Buenos Aires : Universidad Nacional, 2002. 7 p.
19. LEGUIZAMÓN C., J.E. Control químico de la roya del café *Hemileia vastatrix* Berk y Br. con fungicidas sistémicos aplicados al suelo y al follaje. P.88-98. En: CENICAFÉ. Informe anual de labores 1993 - 1994. Chinchiná : CENICAFÉ, 1994. 102 p.
20. MCDOUGALL, P. The cost of new agrochemical product discovery, development and registration in 1995, 2000 and 2005-8. United Kingdom: RSD Study, January 2010. 32 p.
21. MENZA F., H.D.; SALAZAR G., L.F. Estudios de resistencia al glifosato en tres arvenses de la zona central cafetera y alternativas de su manejo. Chinchiná: CENICAFÉ, 2006. 12 p. (Avances Técnicos No. 350).
22. COLOMBIA. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Guías ambientales para el subsector de plaguicidas. Bogotá : Produmedios, 2003. 20 p.
23. PNUMA. Programa ambiental del Caribe. Guía para la gestión ambiental responsable de los plaguicidas químicos de uso agrícola en Colombia. [En línea]. Bogotá: ANDI, [2012]. Disponible en internet: (<http://cep.unep.org/repicar/capacitacion-y-concienciacion/andi/publicaciones-andi/Guia%20ambiental%20plaguicidas.pdf>). Consultado en marzo de 2012.
24. RAINFOREST Alliance. Agricultura sostenible, la certificación RA significa. [En línea]. New York: RA, 2010. Disponible en internet: (http://www.rainforest-alliance.org/agriculture_spanish.cfm?id=main), Consultado en noviembre de 2010.
25. RIVILLAS O., C.A.; SERNA G., C.A.; CRISTANCHO A., M.A.; GAITÁN B., A.L. La Roya del café en Colombia: Impacto, manejo y costos del control. Chinchiná : CENICAFÉ, 2011. 51 p. (Boletín Técnico No. 36).
26. SCHNEIDER M. I.; SÁNCHEZ N.; PINEDAS.; CHIH.; RONCOA. Impact of glyphosate on the development, fertility and demography of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Ecological approach. *Chemosphere* 76(10):1451-1455. 2009.
27. SNYMAN R. G.; REINECKE A. J.; REINECKE S. Quantitative changes in the digestive gland cells of the snail *Helix aspersa* after exposure to the fungicide copper oxychloride. *Ecotoxicology and environmental safety* 60(1):47-52. 2005.
28. VADEMÉCUM HC. Diccionario agrícola. 17a. ed. Bogotá : Ediciones HC, 2008. 679 p.