

# Impacto del manejo de agroquímicos, parte alta de la microcuenca Chorro Hondo, Marinilla, 2011

The impact by the use of agrochemicals, upper side of the Chorro Hondo micro watershed, Marinilla, 2011

María L. Montoya R.<sup>1</sup>; Flor M. Restrepo M.<sup>2</sup>; Natalia Moreno T.<sup>3</sup>; Paula A. Mejía G.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ingeniera Sanitaria, especialista en administración y gerencia, magister en salud ocupacional, docente Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia. Correo electrónico: mluisamon@gmail.com

<sup>2</sup> Administradora en Salud (Gestión Sanitaria y Ambiental), Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia. Correo electrónico: florlcs@hotmail.com

<sup>3</sup> Administradora en Salud (Gestión Sanitaria y Ambiental), Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia. Correo electrónico: naty0104@hotmail.com

<sup>4</sup> Administradora en Salud (Gestión Sanitaria y Ambiental), Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia. Correo electrónico: pao\_andrea152@hotmail.com

Recibido: 14 de enero de 2013. Aprobado: 11 de noviembre de 2013.

---

Montoya ML, Restrepo FM, Moreno N, Mejía PA. Impacto del manejo de agroquímicos, parte alta de la microcuenca Chorro Hondo, Marinilla, 2011. Rev. Fac. Nac. Salud Pública 2013; 32(2): 26-35

---

## Resumen

**Objetivo:** Determinar el impacto generado por el manejo de agroquímicos en la parte alta de la microcuenca Chorro Hondo en el municipio Marinilla, para el establecimiento de acciones que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida y del ambiente. **Metodología:** Estudio descriptivo de corte transversal con análisis univariado y bivariado de encuestas a treinta y cinco campesinos en su respectivo predio y seis proveedores, observaciones directas en predios ubicados en los primeros dos mil metros de la microcuenca y muestras de agua, suelo y aire, donde se analizó la presencia de Clorotalonil y Mancozeb, ingredientes activos más comunes entre los agroquímicos utilizados. **Resultados:** En los treinta y cinco predios, 86% de los campesinos realizaba alguna actividad agropecuaria y 74% aplicaba agroquímicos, asimismo el 58% conocía los

riesgos asociados de los productos utilizados, destacándose la intoxicación (47%), el 42% no usaba traje especial y 31% consideraba que el agua estaba contaminada con agroquímicos. La concentración de los ingredientes activos en agua, aire y suelo fue menor del límite de detección de los métodos.

**Discusión:** Marinilla presenta una problemática compleja en el manejo de agroquímicos; el Clorotalonil es cancerígeno y el Mancozeb tiene cancelada la licencia de venta; no se cumplen las condiciones básicas de almacenamiento de agroquímicos, transporte y disposición final de sus residuos; y no se utilizan adecuadamente los elementos de protección personal.

-----**Palabras clave:** Actividad agropecuaria; manejo de agroquímicos; contaminación agua, suelo y aire.

---

## Abstract

**Objective:** to determine the impact generated by the use of agrochemicals in the upper area of the Chorro Hondo micro watershed in the municipality of Marinilla (Colombia) in order to develop measures contributing to environmental and quality of life improvement. **Methodology:** a cross sectional, descriptive study with a univariate and bivariate

analysis of the surveys answered by 6 suppliers and 35 farmers who were located in their respective agricultural lands. Additionally, the study included direct observations of the properties located within the first 2000 meters of the micro watershed. Likewise, water, soil and air samples were analyzed in search of Chlorothalonil and Mancozeb, the most

---

common active ingredients of the agrochemicals used in this area. **Results:** in all of the 35 properties, 86% of the farmers performed some kind of agricultural activity and 74% used agrochemicals. Similarly, 58% of the farmers knew the risks associated with the use of these products, intoxication being the most common (occurring in 47% of the individuals). Moreover, 42% did not use a special suit and 31% felt that the water was contaminated with agrochemicals. The concentration of the active ingredients in the water, air and soil was below the

detection limit of the methods. **Discussion:** Marinilla has a complex set of problems regarding agrochemical handling; Chlorothalonil is carcinogenic, and the sale license for Mancozeb has been canceled; the farmers do not meet the basic requirements for: agrochemical storage, transportation and waste disposal; finally, the farmer do not use the appropriate personal protection gear.

-----**Keywords:** farming; handling of agrochemicals; pollution of water, soil and air

## Introducción

Los productos agroquímicos son sustancias que deben ser manejadas responsablemente; el trabajador debe acatar el cumplimiento de leyes, normas y técnicas durante el manejo de los productos, incluyendo el transporte, almacenamiento, aplicación, disposición de envases vacíos, productos no usados y vencidos, así como el uso de elementos de protección personal. De esta forma se asegura la salud del trabajador, la salud del consumidor y el equilibrio entre los ecosistemas [1].

Como es en las actividades agropecuarias donde más se utilizan estos productos, si las personas encargadas no tienen en cuenta estos aspectos y hacen una disposición inadecuada de residuos sólidos, como los envases y bolsas que han contenido agroquímicos, éstos pueden convertirse en una fuente de contaminación del medio ambiente y de afectación a la salud humana [2], fenómeno que no es ajeno en el municipio de Marinilla, localidad del Oriente Antioqueño, zona principalmente hortícola. La Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) menciona que “Los plaguicidas contaminan el suelo y el agua; hay muchos ejemplos de comunidades enteras que sufren de envenenamiento crónico por plaguicidas. Aun cuando éstos se usan correctamente, algunas sustancias químicas se quedan en el medio ambiente durante años, se evaporan en la atmósfera y contaminan todo el planeta” [3].

Al respecto de la actividad agrícola y el uso de agroquímicos, Tabares JC [4] y Loaiza CA [5], mencionan que Marinilla es un municipio del Oriente Antioqueño productor agrícola, principalmente de hortalizas, caracterizado por el manejo indiscriminado e inadecuado de agroquímicos de diferentes categorías toxicológicas, que son causantes de daño ambiental y riesgo para la salud de los campesinos y sus familias, ya que están expuestos por mucho tiempo y sin la adecuada protección a estas sustancias. También se evidencia la contaminación de aguas por residuos, envases y empaques de plaguicidas; prácticas inadecuadas en uso de equipos de aspersión y lavado, y no se cumplen normas ambientales y de insumos agropecuarios.

Estas situaciones conllevaron a pensar la manera en que los campesinos dedicados a la agricultura y/o

la ganadería pudieran estar haciendo uso adecuado o no de estos productos, nocivos pero usados como práctica común en el control y eliminación de plagas; y la manera en que su manejo pudiera estar afectando al medio ambiente y la fuente de abastecimiento de agua para la comunidad de las veredas Alto del Mercado, El Socorro, La Primavera y La Asunción.

Se propuso como objetivo de la investigación, determinar el impacto generado por el manejo de agroquímicos en la parte alta de la microcuenca Chorro Hondo, municipio de Marinilla, para el establecimiento de acciones que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida y del ambiente.

## Metodología

El presente es un estudio descriptivo de corte transversal, realizado entre mayo de 2011 y mayo de 2012 en el municipio de Marinilla. Se inició con una entrevista a un funcionario de la Secretaría de Agricultura y Ambiente, con el fin de determinar la microcuenca objeto de estudio y se escogió Chorro Hondo, que abastece el acueducto rural “La Primavera-El Socorro-La Asunción y parte del Alto del Mercado”. Se realizaron salidas de campo, observaciones directas y recolección de muestras de agua, suelo y aire, además de la consulta de los Censos Poblacionales de Catastro Municipal realizados recientemente y la cartografía de la zona de estudio para identificar los predios dentro del perímetro de la microcuenca Chorro Hondo en los que se realizaba actividad agropecuaria. Se tomó un registro fotográfico durante la realización de los muestreos y en algunos sitios y/o situaciones de interés para el estudio.

Para la recolección de la información, se estudió el total de los predios (treinta y cinco) ubicados en el perímetro de la microcuenca; la encuesta se estructuró con un total de cincuenta preguntas cerradas y una abierta, y fue aplicada a una persona mayor de edad responsable de cada predio. Se obtuvo información sobre las características socio demográficas de los campesinos, la descripción de las actividades agropecuarias; la aplicación, compra, transporte y almacenamiento de agroquímicos; la disposición final de los envases vacíos y agroquímicos vencidos; los elementos de protección

personal y la intuición sobre la posible contaminación con agroquímicos del agua que consumían.

También se realizó una encuesta con un total de treinta y cinco preguntas a seis proveedores de agroquímicos que habían sido mencionados por los campesinos en la encuesta, y además estaban ubicados en el área urbana del municipio de Marinilla. Cada uno de los encuestados firmó el consentimiento informado una vez realizada su lectura.

El procesamiento de los datos para el análisis de cada una de las variables, se ejecutó con el software SPSS PASW Statistics 18 y para la realización de tablas y gráficas, se empleó el programa Excel 2010.

Los métodos utilizados por los laboratorios para el análisis de los ingredientes activos Clorotalonil y Mancozeb, en agua y suelo, fueron: Método EPA 3510C “Embudo de separación extracción líquido-líquido” y la Espectrometría de masas; y el Método EPA 3550C “Extracción de la muestra de sedimento”. Para el análisis de la muestra de aire se utilizó el Método TO-4A “Determinación de plaguicidas y bifenilos policlorados en el ambiente aire con PUF, muestreo seguido por cromatografía de gas/Multi-Detector Detección (GC/MD)”. Los laboratorios estaban acreditados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración”, y según lo estipulado en el Decreto 1600 de 1994 y la Resolución 0176 de 2003. Para los análisis físico-químicos y microbiológicos se siguió el método denominado “Estándar Método”.

## Resultados

Los resultados se presentan de acuerdo con las encuestas realizadas a campesinos y proveedores de agroquímicos y las muestras tomadas en los recursos agua, aire y suelo.

### Encuestas realizadas en los predios

En cuanto a las características sociodemográficas de las treinta y cinco personas encuestadas, el 83% eran hombres, el 51% tenía entre cuarenta y uno y sesenta años, el 86% sabía leer y escribir y el 31% eran productores propietarios. La tabla 1, muestra la actividad agropecuaria en los predios, de los cuales en el 74% se utilizaban los agroquímicos para el control de las plagas en cultivos o animales.

En el 86% de los predios se presentaba actividad agropecuaria (agricultura, pecuaria, agropecuaria), de los cuales el 47% tenía una distancia menor de cincuenta metros entre dicha actividad y alguna fuente de agua, en el 20%, el borde de la microcuenca, era dedicado al pastoreo y en el 40% se aplicaban agroquímicos.

**Tabla 1.** Distribución de la actividad agropecuaria y aplicación de agroquímicos (Marinilla, 2011-2012)

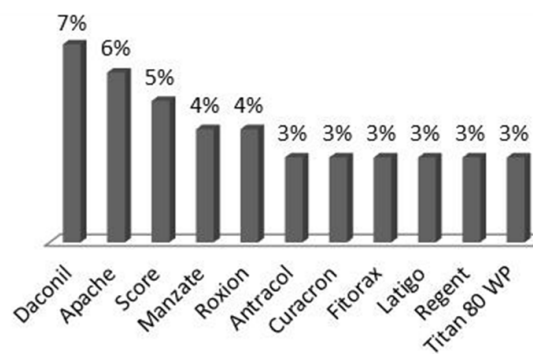
Actividad agropecuaria	Aplicación de agroquímicos					
	Sí		No		Total	
	N	%	N	%	N	%
Agricultura	9	25,7	0	0,0	9	25,7
Pecuaria	6	17,1	3	8,6	9	25,7
Agropecuaria	9	25,7	3	8,6	12	34,3
Ninguna	2	5,7	3	8,6	5	14,3
Total	26	74	9	26	35	100

En el 74% de los predios se aplicaban agroquímicos, encontrándose una gama de 57 productos químicos diferentes (plaguicidas, herbicidas y fungicidas, entre otros), siendo los más comunes Daconil-fungicida (7%), Apache-insecticida (6%) y Score-fungicida (5%), (figura 1). Se buscó el ingrediente activo de todos los productos, destacándose el Clorotalonil y el Mancozeb.

De 26 personas que aplicaban productos químicos, el 54% los almacenaba en un sitio alejado de la vivienda y, del 46% que los almacenaba en la propia vivienda, el 75% los guardaba en un cuarto aparte y un 25% en la sala de la casa. En uno de los predios se observó almacenamiento inadecuado de las cosechas, ya que se guardaban en el mismo lugar de los agroquímicos (figura 2).

Según las características del sitio de almacenamiento, un alto porcentaje (85%) cumplía el requisito de ventilación, sin embargo no todos los lugares permanecían cerrados con llave, no tenían desagüe y carecían de abastecimiento de agua. A pesar de que las personas aplicaban agroquímicos y conocían sus riesgos, algunas conservaban el sitio sin llave (35%), sin ventilación (4%), sin desagüe (46%) y sin acceso a agua (46%).

En el 81% de los predios se realizaba rotación de cultivos periódicamente y en el 77% se mezclaba más de dos agroquímicos y se preparaban principalmente en la poceta (24%). En cuanto al conocimiento de



**Figura 1.** Distribución porcentual de agroquímicos más utilizados en los predios (Marinilla, 2011-2012)



**Figura 2.** Almacenamiento de agroquímicos junto a cosecha de cilantro en un predio (Marinilla, 2011-2012)

los encuestados sobre los riesgos asociados a la manipulación de agroquímicos, se encontró que el 58% los conocían, principalmente la intoxicación (47%).

Entre las prácticas más comunes de las personas para la disposición final de empaques vacíos de agroquímicos, se destacó la quema con 34%, resaltándose la quema a cielo abierto con 15%, que al no estar controlada puede estar propiciando la contaminación del aire.

En materia de protección personal se encontró que aunque las personas conocían los riesgos de los agroquímicos, el 31% no utilizaba máscara, el 42% no usaba traje especial para fumigar, el 8% fumigaba descalzo y el 27% usaba ropa de diario, sin embargo se destaca que el 54% tenía la precaución de bañarse después de fumigar y no dormir con la ropa de trabajo. El 8% de las personas que utilizaban agroquímicos, aún conociendo los riesgos, consumía algún tipo de alimento durante la aplicación, una persona fumaba y otra combinaba las dos actividades. Se resalta que ninguna de las personas encuestadas consumía bebidas alcohólicas durante la aplicación.

La mayoría de las personas encuestadas (63%) consideró que el agua para el consumo de sus familias no estaba contaminada con agroquímicos, según ellos porque confiaban en el tratamiento hecho por parte del acueducto rural, tenían cuidado con el uso de los productos, los cultivos eran lejanos a la fuente o escasos y muchos coincidieron en que la fuente de la cual se tomaba el agua para el acueducto era muy limpia. Quienes manifestaron que el agua sí estaba contaminada (31%) lo asociaron principalmente a la contaminación mediante la escorrentía luego de la lluvia. Sólo habían dos personas que no sabían o no respondieron a esta pregunta; una de ellas no tenía ninguna actividad agropecuaria en el predio y no aplicaba agroquímicos, la otra tenía actividad pecuaria y utilizaba los productos (tabla 2).

**Tabla 2.** Distribución de aplicación de agroquímicos y percepción de contaminación del agua (Marinilla, 2011-2012)

Tipo de agua	Aplicación agroquímicos					
	Sí		No		Total	
	N	%	N	%	N	%
Contaminada	7	20,0	4	11,4	11	31,4
No contaminada	18	51,4	4	11,4	22	62,8
No sabe no responde	1	2,9	1	2,9	2	5,8
Total	26	74	9	26	35	100

### Encuesta a proveedores de agroquímicos

Se encuestó a una persona encargada en cada uno de estos establecimientos: Abonos Tierra Viva, Agroinsumos Marinilla, Almacén Agrícola, Bodega Campesina, Distribuidora Casa Finca y La Casa del Agro, dedicados a la venta de agroquímicos y ubicados en la zona urbana del municipio de Marinilla, los cuales se identificaron por información suministrada en la encuesta a los responsables de los predios.

Entre los resultados de mayor importancia se encontró que en la totalidad de los establecimientos mencionados, las personas conocían los riesgos asociados a los agroquímicos que se distribuían, asimismo, observaban la fecha de vencimiento del producto antes de su venta y no realizaban mezclas de productos con la finalidad de distribuirlos entre los clientes. Cuando se indagó por el almacenamiento, se evidenció que la mayoría de los vendedores tenían los productos en la misma bodega, la totalidad contaba con buena iluminación, baños para empleados y ventilación, mientras que sólo un 33% contaba con ducha de seguridad y el 17% con lockers.

En caso de presentarse un derrame interno en las instalaciones de los establecimientos expendedores de agroquímicos, se evidenció que cinco personas tenían elementos para la primera reacción, siendo los más conocidos la cal y la viruta o aserrín. Una persona afirmó que nunca le había sucedido; razón por la cual no tenía conocimiento sobre lo que debía hacerse.

Según los criterios para almacenar los agroquímicos, se encontró que en los seis establecimientos encuestados se hacía de acuerdo a la categoría toxicológica de la Organización Mundial de la Salud (OMS)[6]; siendo las más vendidas la II y III. Asimismo tenían en cuenta el tipo de microorganismos que controlaba plaguicidas, herbicidas, insecticidas, fungicidas, acaricidas, nematocidas y molusquicidas y la presentación, sólida o líquida; y se evidenció que se vendían alrededor de cuarenta y seis productos, siendo los más comunes Apache (insecticida), Estelar (herbicida) y Manzate (fungicida) (figura 3).

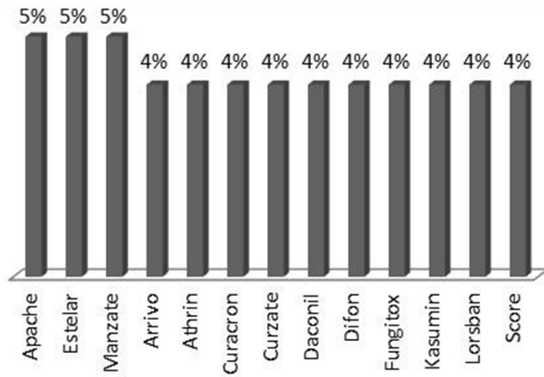


Figura 3. Distribución porcentual de agroquímicos más vendidos en los establecimientos (Marinilla, 2011-2012)

### Resultados de análisis Clorotalonil y Mancozeb en el agua

Se tomaron tres muestras puntuales de agua en la bocatoma del acueducto rural “La Primavera-El Socorro-La Asunción y parte del Alto del Mercado”, en tres fechas diferentes para analizar en cada una la presencia de Clorotalonil y Mancozeb, siendo los ingredientes activos más comunes entre los agroquímicos. Según los laboratorios “Laboratorio Centro de Investigaciones Ambientales y de Ingeniería” (CIA) y Analquim Ltda., el Mancozeb, sustancia molecular (etilenbisditio carbamato de zinc y manganeso) insoluble en agua; y el Clorotalonil, no fueron detectados en los análisis realizados en las muestras de agua, por lo que no fue posible establecer su cantidad precisa en el recurso hídrico (tabla 3).

Tabla 3. Información de los análisis de agroquímicos en agua, bocatoma acueducto rural “La Primavera-El Socorro-La Asunción y parte del Alto del Mercado” (2011-2012)

Parámetros	Análisis CIA		Análisis Analquim
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Fecha	Febrero 2	Marzo 1	Mayo 18
pH	6,3	6,5	6,9
Clorotalonil	<LDM <sup>a</sup>	<LDM <sup>a</sup>	No hay residuos detectables <sup>c</sup>
Mancozeb	<LDM <sup>b</sup>	<LDM <sup>b</sup>	No hay residuos detectables <sup>d</sup>

<sup>a</sup> < Límite de Detección del Método (LDM), (µg-ml) Clorotalonil = 0,0005

<sup>b</sup> <LDM (µg-ml) Mancozeb = 0,0012

<sup>c</sup> Clorotalonil LOD-Límite de Detección (mg/kg) = 0,003

<sup>d</sup> Mancozeb LOD (mg/kg) = 0,00046 mg/L

### Resultados de análisis Clorotalonil y Mancozeb en el suelo

Se tomaron dos muestras de suelo en un terreno aledaño a la bocatoma del acueducto rural “La Primavera-El Socorro-La Asunción y parte del Alto del Mercado”, en dos fechas diferentes, para el análisis de los ingredientes activos. Según los resultados del laboratorio CIA, la presencia de los compuestos analizados fue menor al LDM, lo que puede indicar que no había residuos cuantificables en el suelo.

### Resultados de análisis Clorotalonil en el aire

Se tomó una muestra de aire en un predio aledaño a la bocatoma del acueducto rural “La Primavera-El Socorro-La Asunción y parte del Alto del Mercado”, para analizar la presencia del Clorotalonil ya que el análisis de Mancozeb no lo realizaba el laboratorio. Según los datos entregados por el laboratorio “Grupo Diagnóstico y Control de la Contaminación” (GDCON), la concentración de este ingrediente activo en el aire fue menor a 0,020µg C<sub>8</sub>Cl<sub>4</sub>N<sub>2</sub>, esto aunque no indica una cantidad exacta del producto tampoco demuestra su ausencia. Aunque no se encontró normatividad nacional que defina su valor máximo aceptable, esta sustancia química figura en la lista de Sustancias Extremadamente Peligrosas para la Salud (Special Health Hazard Substance List), ya que es un carcinógeno[7].

### Análisis microbiológico y físico-químico del agua

Como complemento a los análisis de ingredientes activos en el agua, se decidió tomar muestras de agua para verificar parámetros físico-químicos, para lo cual se establecieron dos sitios de muestreo, uno ubicado en la bocatoma donde el agua aún no había recibido ningún tipo de tratamiento y otro en el tanque de almacenamiento, luego de que el agua había pasado por los procesos de filtración y desinfección. Los parámetros analizados por el laboratorio fueron comparados con los incluidos en la resolución 2115 de 2007, para determinar el valor del Índice de Riesgo de Calidad del Agua (IRCA) según los valores dados en dicha resolución para cada uno de los parámetros analizados (tabla 4).

El IRCA en la muestra de agua tomada en la bocatoma del acueducto rural “La Primavera-El Socorro-La Asunción y parte del Alto del Mercado”, fue de 91,7% (IRCA 1), lo que indica que el agua era inviable sanitariamente, es decir, no apta para consumo humano, era necesario una gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional y la autoridad sanitaria debía informar a la persona prestadora, al Comité de Vigilancia Epidemiológica, alcalde, gobernador, Superintendencia de Servicios

**Tabla 4.** Cálculo del IRCA, acueducto rural "La Primavera-El Socorro-La Asunción y parte del Alto del Mercado"

Parámetro	Valor admisible	Puntaje de riesgo	Bocatoma del acueducto rural (1)		Tanque de almacenamiento del acueducto rural (2)	
			Valor laboratorio	Cumple	Valor laboratorio	Cumple
Color aparente	15	6	4,3	No	-	-
Turbiedad	2	15	4,7	No	1	Si
pH	6,5 y 9,0	1,5	7	Si	7,6	Si
Nitratos	10	1	1,88	Si	-	-
Alcalinidad Total	200	1	120	Si	72	Si
Cloruros	250	1	12,5	Si	-	-
Dureza Total	300	1	100	Si	142	Si
Coliformes totales	0	15	220 x 103	No	0	Si
Hierro Total	0,3	1,5	-	-	0,02	Si
E. Coli	0	25	4,5 x 101	No	0	Si

**IRCA (%) =**  $\frac{\text{Puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\text{Puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas}} \times 100$

$$\text{IRCA 1 (\%)} = \frac{6+15+15+25}{6+15+1,5+1+1+1+15+25} = \frac{61}{66,5} \times 100 = 91,7\%$$

$$\text{IRCA 2 (\%)} = \frac{0}{15+1,5+1+1+1,5+15+25} \times 100 = \frac{0}{60} = 0\%$$

Públicos Domiciliarios, Ministerio de Salud y Protección Social, Instituto Nacional de Salud, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Contraloría General y Procuraduría General sobre la situación.

Después de realizado el proceso de filtración y desinfección en la planta de tratamiento del acueducto rural "La Primavera-El Socorro-La Asunción y parte del Alto del Mercado", se encontró que el IRCA 2 era de 0% lo que indica que el agua no tiene ningún riesgo; aunque es apta para el consumo humano se debe continuar el control y la vigilancia para mantener esta calidad.

### Relación entre los hábitos de manejo de agroquímicos y las posibles consecuencias al ambiente

En la tabla 5 se detallan los impactos que pueden generarse en los componentes del ambiente tales como aire, agua y suelo, por las actividades derivadas del manejo de los agroquímicos que fueron identificadas en la encuesta que se realizó a las personas en los predios.

## Discusión

La norma sobre protección y conservación de los bosques (Decreto 1449 de 1997), obliga a los propietarios a

mantener en cobertura boscosa una franja no inferior a treinta metros de ancho a cada lado de los cauces de ríos, quebradas y arroyos; sean permanentes o no [13]. Según el artículo 87 del Decreto 1843 de 1991 del Ministerio de Protección Social, la aplicación de plaguicidas en zonas rurales no podrá efectuarse a menos de diez metros como franja de seguridad, en relación a cuerpos de agua. En el área de estudio se encontró que sólo el 27% de los predios tenía más de cincuenta metros de zona boscosa en los bordes de la quebrada y el 47% tenía la actividad agropecuaria ubicada a menos de cincuenta metros de la fuente de agua, lo que implica que mínimo el 53% cumple lo dispuesto en dichos decretos.

En el área de estudio se encontró que los ingredientes activos más comunes entre los agroquímicos utilizados fueron el Clorotalonil y el Mancozeb, el primero de ellos catalogado como un plaguicida cancerígeno según estudios realizados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica en el año 2001[14], y en Colombia el Instituto Colombiano Agropecuario canceló la licencia de venta de los fungicidas denominados Manzate D y Manzate; cuyo ingrediente activo es el Mancozeb [15]. Estos ingredientes activos también fueron encontrados y

**Tabla 5.** Matriz de relación entre los hábitos de manejo de agroquímicos y las posibles consecuencias al ambiente.

Hábitos de manejo de agroquímicos	Impactos ambientales		
	Agua	Aire	Suelo
Uso de agroquímicos en la actividad agropecuaria	El sector pecuario puede empeorar la calidad del agua mediante la liberación de nitrógeno, fósforo y otras sustancias provenientes de los abonos, en los cauces fluviales y en las aguas subterráneas, procedentes, principalmente, del estiércol (8).	La agricultura es la fuente antropogénica dominante de amoníaco. El ganado representa aproximadamente el 40% de las emisiones globales (gas metano), los fertilizantes minerales el 16% y la combustión de biomasa y residuos de cultivos el 18% (9).	La agricultura afecta la base de su propio futuro a través de la degradación de la tierra, la salinización, el exceso de extracción de agua y reduce las especies de fauna y flora propias del suelo (9).
Mezcla de agroquímicos	La mezcla de agroquímicos potencializa los ingredientes activos, los cuales por escorrentía pueden ir al agua.	Se potencializan los gases, vapores y generación de olores, lo que puede generar contaminación atmosférica.	En caso de accidente o derrame de agroquímicos este puede ir al suelo inhabilitándolo para la agricultura.
Preparación de mezclas	Podría generar contaminación de aguas subterráneas por infiltración en el suelo.	Si se realiza a campo abierto se volatilizan algunos compuestos químicos, lo que puede generar contaminación atmosférica.	La realización de la mezcla en una poceta contribuye a la posible contaminación del suelo debido a que no existe sistema de alcantarillado ni sistema de tratamiento de aguas residuales.
Abandono de los envases vacíos de agroquímicos	Podría generar contaminación de aguas subterráneas, por infiltración de los residuos de agroquímicos que puedan contener los envases.	Si hay residuos en los envases y empaques de agroquímicos, puede generar contaminación por evaporación.	La acumulación de envases y empaques (por lo general plástico, que dura años en degradarse), podría generar su contaminación.
Enjuague de empaques vacíos	La infiltración de los residuos de agroquímicos podría generar contaminación de aguas subterráneas.	Generación de gases y vapores por volatilización de los residuos de agroquímicos, lo que puede generar contaminación atmosférica.	Inhabilidad del suelo para la agricultura (eliminación de la microfauna benéfica en la capa vegetal)
Aplicación de agroquímicos con bomba aspersora	En muchos lugares del mundo su excesivo uso provoca contaminación de las aguas cuando estos productos son arrastrados por la lluvia. Esta contaminación provoca eutrofización de las aguas, mortandad en los peces y otros seres vivos (10).	La producción agropecuaria es la mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero (metano y óxido nitroso) que contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire. La dispersión por la acción del viento contamina la superficie de la zona circundante (11). Por acción del calor muchos plaguicidas pueden volatilizarse y trasladarse por medio del aire hacia otras zonas (12).	La infiltración de plaguicidas en el suelo es aplicable a líquidos y sólidos. Esta también puede producirse en lugares en que los plaguicidas se han ido acumulando, debido a la escorrentía o a la carga y descarga (11).

documentados por Arango, Aristizábal e Ibagón [16] en un Plan de Manejo Ambiental realizado para el recurso hídrico utilizado para la actividad agrícola en la quebrada El Pozo de El Peñol y por Tabares JC[4] en nueve veredas de Marinilla, al analizar los factores de riesgo en salud y ocupacionales en las personas encargadas del manejo de plaguicidas.

El sitio de almacenamiento en la finca es un aspecto importante cuando se aborda la problemática de los plaguicidas, ya que deben tenerse cuidados especiales con esta práctica para evitar la acumulación de gases,

emisión de olores, derrames, pérdida de productos y accidentes familiares, especialmente de niños y animales domésticos [17], motivos por los cuales en Costa Rica [14] se recomienda almacenarlos en una bodega con rótulos de advertencia, con llave, buena ventilación, piso de cemento, techo en buen estado y en caso de guardar cantidades pequeñas, colocarlos en una caja de madera con candado, en un lugar fuera de la casa y del alcance de niños y animales. En Colombia, las condiciones del sitio de almacenamiento están dadas en las Guías Ambientales para el subsector de plaguicidas[18], pero

sólo para las bodegas donde se almacenan grandes cantidades. En los predios se evidenció que un 15% de los encuestados recopilaba los productos al interior de la vivienda y una persona los tenía con los productos resultantes de la cosecha, asimismo muchas personas que aplicaban agroquímicos no tenían el sitio cerrado con llave y no tenían ventilación.

Referente a la disposición final de los envases y empaques vacíos de los agroquímicos, en Costa Rica se recomienda enterrarlos a 1,5 metros de profundidad, el fondo debe tener una capa de cal, seguida de desechos orgánicos como boñiga, gallinaza o desechos de cosecha [14]. En Argentina [17] éstos deben ser procesados según la indicación de la etiqueta del producto; aunque no deben ser quemados ni enterrados y se recomienda el lavado a presión o el triple lavado. Esta última práctica es muy similar a la recomendada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y la ANDI en Colombia [18], ya que tampoco deben quemarse puesto que la manera más adecuada de disponerlos es recogerlos en un sitio de almacenamiento, realizarles el triple lavado, separar la tapa del frasco, llevarlos a un sitio de acopio que cumpla con las normas de almacenamiento establecidas por las autoridades competentes quienes designan un gremio que realiza su recolección cada dos meses, los tritura y envía a una industria cementera o los incinera de forma controlada en hornos rotatorios.

En contraste con lo recomendado en Argentina y Colombia, en la población estudiada se evidenció un manejo inadecuado de los envases y empaques vacíos de agroquímicos, ya que aproximadamente un 50% los quemaba, tiraba, enterraba o reutilizaba.

Según la FAO [19], el enterramiento de los desechos de plaguicidas no es una opción correcta, ya que éstos pueden dispersarse en los suelos circundantes y contaminar grandes zonas o filtrarse en el agua y contaminar acuíferos subterráneos, lagos, ríos e incluso el mar, y cuando se hace repetidamente en el mismo sitio éste puede contaminarse gravemente y volverse inutilizable y “En muchos lugares del mundo su excesivo uso provoca contaminación de las aguas cuando estos productos son arrastrados por la lluvia, provocando eutrofización de lagos y lagunas, mortandad en los peces y otros seres vivos”[10]. Muchos de los plaguicidas y envases, cuando son quemados a cielo abierto, liberan vapores tóxicos que pueden hacer daño a las personas y a los animales que los inhalan o entran en contacto con ellos [19]. En Argentina estos envases debidamente limpios e inutilizados, son procesados y convertidos en pallets con lo que se realizan postes y tablas; ya que el material moldeado a altas temperaturas puede trabajarse tal como si fuese madera [20].

El equipo de protección para manejo de plaguicidas está compuesto por diversos elementos destinados a evitar la exposición por vía dérmica e inhalatoria. Los elementos más comunes son: ropa (permeable o impermeable), guantes, botas, gorro, casco o sombrero, gafas o protector facial y respirador [18].

En la subregión Oriente del departamento de Antioquia [5], el 9% de los campesinos utilizaban guantes y el 17% máscara; mientras que en el área de estudio, el 38% traía máscara y sólo una persona guantes durante la manipulación de los productos. Los resultados de la encuesta demuestran que ninguna persona fumigaba descalza, pero en una visita que se realizó el día 29 de mayo de 2012 al área de estudio se evidenció que sí lo hacen, al menos una persona.

Según el “Procedimiento para derrames de la Sociedad Agrícola Rosales Hnos. Ltda” [21] y “Buenas prácticas agrícolas en el manejo de agroquímicos o productos fitosanitarios” [22], cuando el agroquímico es líquido se deben retirar los envases dañados y absorber el líquido derramado con un material que sea lo más inerte posible, como tierra, aserrín o arena en círculos desde fuera hacia dentro con el fin de disminuir las posibilidades de salpicar o de esparcir la sustancia química. Si el producto es sólido, se deben retirar los envases dañados y cubrir el derrame con materiales humedecidos como tierra, arena o aserrín. En ambos casos hay que barrer cuidadosamente y eliminar los desechos de manera segura, pudiendo enterrarlos en lugares donde no haya peligro de contaminación, cubriéndolos con cal, materia orgánica y tierra.

Dado lo anterior, se encontró que los proveedores de los agroquímicos tenían elementos adecuados; como cal, viruta o aserrín, para reaccionar en caso de presentarse un derrame, aunque no tenían presente si el derrame era de productos sólidos o líquidos.

## Conclusiones

De los campesinos que fueron encuestados en los predios, la mayoría eran hombres y usaban agroquímicos para controlar las plagas de los cultivos o los animales. Asimismo la mayoría conocían el riesgo del manejo de los agroquímicos y aún así no usaban los elementos de protección personal o tenían precauciones después de tener contacto con éstos. El (63%) no consideraba que el agua estuviera contaminada con agroquímicos debido a que el tratamiento que le realizaba el acueducto era muy bueno.

De acuerdo a las encuestas aplicadas a los proveedores ubicados en la zona urbana, se evidenció que en la totalidad de los establecimientos se conocían los riesgos de los agroquímicos, además



verificaban la fecha de vencimiento antes de la venta y no realizaban mezcla de productos. Aunque la mayoría vendían elementos de protección personal, se encontró deficiencia en el uso de éstos por parte de los trabajadores del establecimiento. Se destaca que las condiciones locativas eran adecuadas como baños, iluminación y ventilación; el almacenamiento de los productos se realizaba según categoría toxicológica y presentación del producto (líquido o sólido) y en caso de presentarse un derrame interno se tenían elementos para la primera acción como cal, viruta o aserrín.

Al respecto de los resultados del análisis de los ingredientes activos de los agroquímicos en agua, aire y suelo, todos dieron menor LDM, lo que indica que los métodos utilizados no son lo suficientemente sensibles para obtener resultados más precisos, por lo que sería necesario la aplicación de un estudio en el tiempo con muestreos periódicos y otros métodos cuyo límite de detección sea inferior a los utilizados en este estudio.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro de Investigación de la Facultad Nacional de Salud Pública de la Universidad de Antioquia y a las personas que con su aporte contribuyeron a la estructuración y divulgación de los resultados.

## Referencias

- 1 Uso y manejo de agroquímicos en Sinaloa. [Internet] [Acceso 19 de febrero de 2011] Disponible en: <http://www.slideshare.net/Sandovalgs05/uso-y-manejo-de-agroquimicosrm>
- 2 Venegas DF. Envases y bolsas de agroquímicos disposición final y/o parcial. Municipio de Marinilla Dow agrosociencias de Colombia S.A. [Trabajo de grado]. Medellín: Universidad de Antioquia; Facultad Nacional de Salud Pública; 2000.
- 3 ¿Qué hace la FAO? ¡Alimentos para siempre! Plaguicidas [internet] [Acceso 09 de marzo de 2011] Disponible en: <http://www.fao.org/kids/es/pesticides.html>.
- 4 Tabares JC. Factores de riesgo en salud y ocupacionales por el manejo de plaguicidas entre campesinos agricultores del municipio de Marinilla, Antioquia. 2009, [Trabajo de grado]. Medellín: Universidad de Antioquia. Facultad Nacional de Salud Pública; 2009.
- 5 Loaiza CA. Lineamientos de política sobre el uso y manejo mesurado de plaguicidas en el sector agropecuario del departamento de Antioquia. Medellín: CEIBA, CORNARE y DAMA-ANTIOQUIA; 2005.
- 6 Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina. [Internet]. [Acceso 12 de enero de 2012]. Disponible en: [http://www.rap-al.org/index.php?seccion=4&f=clasificacion\\_plaguicidas.php](http://www.rap-al.org/index.php?seccion=4&f=clasificacion_plaguicidas.php).
- 7 Hoja informativa sobre sustancias peligrosas. New Jersey department of health and senior services [Internet] [Acceso 04 de Junio de 2012]. Disponible en: <http://www2.udec.cl/matpel/sustanciaspdf/c/CLOTALONIL.pdf>
- 8 Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. El ganado y el medio ambiente [Internet]. Bogotá: FAO [Acceso 04 de Junio de 2012]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/i0680s/i0680s04.pdf>.
- 9 Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Perspectivas para el medio ambiente. Agricultura y medio ambiente. [Internet] Bogotá: FAO [Acceso 04 de Junio de 2012]. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/004/Y3557S/Y3557s11.htm#TopOfPage>
- 10 Echarri L. Impactos ambientales de la agricultura moderna. En: Echarri, editor. Ciencias de la tierra y del medio ambiente [Internet] [Acceso 08 de Mayo de 2012]. Disponible en: <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/06Recursos/121ImpactAmbAgr.htm>
- 11 Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Evaluación de la contaminación. Dispersión de los plaguicidas en el medio ambiente. [Internet]. Bogotá: FAO [Acceso 04 de Junio de 2012]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/x2570s/X2570S02.htm>.
- 12 Relevamiento sanitario de los aplicadores y sus familiares. Estudio colaborativo multicéntrico: Ministerio de Salud – Presidencia de la Nación, AAMMA, OPS y Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Argentina. [Internet] [Acceso 04 de Junio de 2012]. Disponible en: <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=2452>.
- 13 XVI Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología; Armenia; 29 a 31 de octubre de 2004. Armenia: Sociedad Colombiana de Ingenieros, Sociedad de Ingenieros del Quindío, Universidad del Quindío y CAR Quindío; 2004.
- 14 Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recomendaciones para el manejo seguro de los plaguicidas. [internet] [Acceso 04 de abril de 2011] Disponible en: [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/tec-plaguicidas.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-plaguicidas.pdf).
- 15 Instituto Colombiano Agropecuario. Subgerencia Protección y Regulación Agrícola, Restricciones, Prohibiciones y Suspensión de Registros de Plaguicidas de Uso Agrícola en Colombia. [Internet] [Acceso 04 de junio de 2012]. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/getdoc/b2e5ff99-bd80-45e8-aa7a-e55f0b5b42dc/PLAGUICIDAS-PROHIBIDOS.aspx>.
- 16 Arango HS, Aristizábal M, Ibagón GE. Plan de manejo ambiental del recurso agua para la actividad agrícola, por el uso de agroquímicos en la quebrada el pozo cuenca alta del municipio de El Peñol [Trabajo de grado]. Medellín: Universidad de Antioquia. Facultad Nacional de Salud Pública; 2001.
- 17 Guía de uso responsable de agroquímicos. [Internet] [Acceso 08 de mayo de 2012]. Disponible en: <http://www.msal.gov.ar/agroquimicos/descargas/nuevos/GURA2010.pdf>
- 18 Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Cámara de la Industria para la Protección de Cultivos. Guías ambientales para el subsector de plaguicidas. Bogotá: El Ministerio; 2003.
- 19 Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Manejo Seguro de Plaguicidas. [Internet] Bogotá: FAO [Acceso 08 de mayo de 2012]. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s06.pdf>
- 20 Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria y Mendoza. Transformar un residuo agrícola en un bien comercial para un bien social. [Internet] [Acceso 12 de mayo de 2012]. Disponible en: [http://www.iscamen.com.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13&Itemid=42](http://www.iscamen.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=42)
- 21 Plan de emergencia, actuación en caso de derrames. Soc. Agrícola Rosales Hnos. Ltda. [Internet] [Acceso 04 de junio

de 2012]. Disponible en: [https://www.e-seia.cl/archivos/c73\\_PROCEDIMIENTOS\\_PARA\\_DERRAMES\\_2009.doc+procedimiento+en+caso+de+derrame+de+agroquimicos&hl=es&gl=co&pid=bl&srcid=ADGEEsGxKK\\_zKFbAScj88NTAmMHZJg1wjpngHuuRnNRKMqG6AqOXsZG6-FBXJcBT-c624S3sOWD4u8hxZ7aPnrlQFaVGJCSp8A6BeiVENU26KS7SJkdhqd8aHcCqrIlevPf2gnnoD1Cy&sig=AHIEtbRZ0IUulHRVu44YgLclUOq\\_T191gQ](https://www.e-seia.cl/archivos/c73_PROCEDIMIENTOS_PARA_DERRAMES_2009.doc+procedimiento+en+caso+de+derrame+de+agroquimicos&hl=es&gl=co&pid=bl&srcid=ADGEEsGxKK_zKFbAScj88NTAmMHZJg1wjpngHuuRnNRKMqG6AqOXsZG6-FBXJcBT-c624S3sOWD4u8hxZ7aPnrlQFaVGJCSp8A6BeiVENU26KS7SJkdhqd8aHcCqrIlevPf2gnnoD1Cy&sig=AHIEtbRZ0IUulHRVu44YgLclUOq_T191gQ)

- 22 Farmchemsa.com.ar. Buenas prácticas agrícolas en el manejo de agroquímicos o productos fitosanitarios. [Internet] [Acceso 04 de junio de 2012]. Disponible en: <http://www.farmchemsa.com.ar/images/productos/pdf/buenas%20practicass.pdf>.