

INVESTIGACION

DIAGNOSTICO DE LAS CONDICIONES HIGIENICO-SANITARIAS DE LA CUENCA LA ESPINOZA QUE ABASTECE EL ACUEDUCTO DE LA UNION (ANT.)¹

Ana Isabel López Mejía

RESUMEN

El presente artículo es un resumen del trabajo de investigación realizado por la autora en cumplimiento de requisito dentro del plan de estudio de la Tecnología en Saneamiento Ambiental.

Se presentan algunos resultados de la evaluación del estado higiénico-sanitario de la cuenca La Espinoza y de las aguas que recorren esta zona que son empleadas para el abastecimiento de la población de La Unión. Se hace énfasis en la actividad agropecuaria y las implicaciones del uso intensivo de productos químicos en cantidad, variedad y frecuencia empleados en la fumigación y fertilización de los cultivos de papa y pasto principalmente.

1 Trabajo presentado para optar el título de Tecnóloga en Saneamiento Ambiental. Facultad Nacional de Salud Pública. Universidad de Antioquia.

Entre los hallazgos obtenidos son de especial mención los siguientes:

- Falta de educación sanitaria y ecológica de los habitantes de la cuenca La Espinoza.
- La disposición de excretas humanas y de animales, desechos sólidos y agrícolas es inadecuada. Exagerado uso de plaguicidas tanto en cantidad, frecuencia, como en variedad. La preparación de los plaguicidas y el lavado de los equipos de fumigación se realizan en las fuentes de agua sin ninguna precaución. La distancia entre los cultivos (papa y pasto) y las corrientes de agua son demasiado cortas. La falta de un sistema de tratamiento de las aguas antes de darla al consumo de la población.

1. El agua y su contaminación

El agua y la vida son inseparables, el hombre para subsistir requiere de unos cinco litros de agua al día, pero para conservarse en buen estado de salud necesita de 40 a 50 litros por día (higiene personal, doméstica, etc.).

El agua se considera contaminada cuando se alteran sus propiedades y características físicas, químicas o bacteriológicas, haciéndola menos apta para cualquiera o todas las funciones y propósitos que tiene en su estado natural; además al estar contaminada se convierte en peligro para la salud pública, la industria, la recreación, la agricultura, la fauna acuática, etc.

Los elementos que con más frecuencia originan la contaminación del agua son: Materia orgánica, bacterias, hidrocarburos, desechos industriales, productos pesticidas, y fertilizantes, productos químicos de uso doméstico; desechos –radioactivos; los cuales llegan a las aguas por la falta de control en las evacuaciones de las aguas residuales y desechos líquidos en general procedentes de las viviendas, industrias y en forma indirecta por la aplicación desmesurada y sin control de productos químicos al suelo para incrementar la producción de los cultivos para controlarles los diferentes tipos de plagas y malezas y para fertilizarlos.

2. Descripción de la Cuenca La Espinoza

La cuenca de la Quebrada La Espinoza, está comprendida por las veredas La Almería, la Palmera y parte de La vereda Las Acacias. Tiene una extensión de 11 km², existen alrededor de unas 130 viviendas, de las cuales se consideraron para es-

te estudio 91 (las 39 restantes se encuentran ubicadas en sectores que no ameritaron su estudio por la lejanía con respecto a las fuentes de agua y por las pocas e inexistentes actividades agropecuarias en ellas).

La topografía de la zona es poco ondulada facilitándose así la agricultura mecanizada. La cuenca La Espinoza está formada por pequeños afluentes o caños denominados así: caño Monte Cristo, La Palmera, La Madera. Las riberas de estas fuentes de agua presentan vegetación natural y escasa, pero se encuentran grandes extensiones cultivadas, con papa, pasto y en menor proporción el maíz. La forma de tenencia de la tierra es prácticamente en su totalidad minifundista.

3. Metodología

La recolección de la información se realizó por medio de una encuesta aplicándose a 91 viviendas, la cual fue contestada por el padre de familia o el encargado de la finca. Los aspectos principales evaluados en esta encuesta fueron: – Población perteneciente a la zona de estudio – Hábitos Higiénicos – Forma de disposición de excretas, desechos sólidos – Actividades económicas principales – Información sobre el cultivo de la papa – Utilización de plaguicidas y fertilizantes y su forma y frecuencia de preparación y aplicación.

Se realizó además un muestreo en diferentes puntos de la quebrada La Espinoza y sus afluentes principales, además se tomaron muestras del agua consumida en la zona urbana; a estas muestras se les analizaron parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos². Obtenida la información necesaria se procedió al análisis, interpretación y confrontación con las normas establecidas en el Decreto 2105 de 1983.

4. Principales hallazgos

4.1. Disposición Final de las Excretas humanas y aguas servidas de las viviendas cuenca La Espinoza - La Unión Ant.

En la cuenca La Espinoza el 53.8% de las viviendas encuestadas, disponen sus excretas a campo abierto y por este mismo método un 52.7%, del total disponen las aguas servidas (ver tabla 1), esto indica que gran cantidad de materia orgánica que

² Los análisis se realizaron en el Laboratorio de la Facultad de Salud Pública (Bacteriológicos), y en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria (Físicoquímico).

FIGURA No. 2
 TABLA 1

Disposición Final Excretas Humanas	CAMPO ABIERTO		SUMIDEROS		QUEBRADA		TOTAL	
	No. Vi- vendas	%	No. Vi- vendas	%	No. Vi- vendas	%	No. Vi- vendas	%
Alcantarillado								
Particular	3	3.3	1	1.1	-	-	4	4.4
Quebrada	19	20.9	5	5.5	9	9.9	33	36.3
Pozo de absorción	1	1.1	5	5.5	-	-	6	6.6
Campo abierto	26	28.6	19	20.9	3	3.3	48	52.7
TOTAL	49	53.8	30	33.0	12	13.2	91	100

puede llegar fácilmente a las fuentes de agua por efectos de la escorrentía y otros medios afectando en cierto grado la calidad de las aguas. Se resalta además que el 36.3% de las viviendas disponen las aguas servidas directamente en la quebrada.

4.2. Actividades Agropecuarias

El cultivo de la papa: Entre los indicadores económicos principales del municipio de La Unión y de la zona en estudio se tiene el cultivo de la papa. De las 91 fincas encuestadas 86 cultivan la papa, lo cual representa un 94.5% de las cuales 83 cultivan dos veces al año entre una y 10 cuadras por finca.

Ganadería - Cultivo de Pasto: Se encontró que 61 fincas equivalentes a 67% del total de las encuestadas, se dedican a la ganadería y por consiguiente al cultivo de pasto.

Estas actividades tienen importancia desde el punto de vista económico y social como también en el aspecto ambiental en el sentido del impacto ocasionado por el uso de agroquímicos, ya que en esta zona se pudo detectar que para el cultivo de la papa un gran porcentaje (el 86%) de los cultivadores fumigan 4 veces al mes y en época de invierno hasta 2 veces por semana durante todo el período de crecimiento; sumado a lo anterior está la cantidad y tipo de plaguicida empleado, su grado de toxicidad y persistencia, deteriorando cada vez más el sistema acuático y terrestre.

5. Los Plaguicidas

Son sustancias de origen natural o sintético destinados a controlar las plagas. Su uso indiscriminado trajo como consecuencia el desarrollo de especies resistentes a estos compuestos, se afectaron otras especies y se desequilibraron los ecosistemas. Además de los peligros para la vida de trabajadores expuestos y la comunidad en general.

Los plaguicidas son sustancias tóxicas que exigen cuidados especiales para evitar intoxicaciones, además si bien en su mayor número son biodegradables y desaparecen rápidamente, después de su utilización, muchos persisten semanas y años contaminando con sus residuos, suelos, aire, aguas, plantaciones, alimentos, los animales y el hombre.

5.1. Clasificación de los plaguicidas

Existen clasificaciones diversas, entre las que se podrían enunciar:

- Según su naturaleza química: Hidrocarburos clorinados, organofosforados, carbamatos, dinitrofenoles, orgánico-vegetales, inorgánicos, etc.
- Según sus riesgos: Para identificar la peligrosidad existen tres categorías: Categoría I: Altamente tóxicos, dosis letal 50 menor o igual a 50 miligramos por Kg. Categoría II: Moderadamente tóxicos dosis letal 50 a 500 miligramos por kilogramo. Categoría III: Moderadamente tóxicos o de toxicidad baja con dosis letales superiores a la anterior.
- Según el organismo que controlan: - Aficidas: Son compuestos usados para combatir pulgones o afidios. - Acaricidas: Control de arácnidos.
- Rodenticidas: Sustancias usadas para controlar ratones y roedores en general. - Molusquicidas o helicidas: Para combatir caracoles y babosas. - Ovicidas: combaten o destruyen los huevos de las plagas.
- Herbicidas: Los herbicidas orgánicos inhiben el desarrollo o multiplicación de células vegetales inhibiendo también el desarrollo de la raíz y brotes de la planta. - Fungicidas: Compuestos destinados a combatir las enfermedades de las plantas causadas por hongos y bacterias y para la protección de semillas y cosechas almacenadas. - Insecticidas: Control de insectos; existen insecticidas de origen

orgánico vegetal (Piretroides por ej.), de origen inorgánico y los de origen sintético (organofosforados, organoglorados, carbamatos). - Nematicidas: Compuestos químicos destinados para combatir los nematodos o gusanos.

- Según la forma como actúan: Convencionalmente los insectos se han dividido en dos grandes clases de acuerdo con el tipo de órganos bucales y así se determina la forma de alimentación, el daño ocasionado y el tipo de veneno a utilizar, sea estomacal o de contacto.

- Existen los protectores: se distribuyen por toda la superficie de la planta y los sistémicos: Son los que penetran en la planta atacando insectos chupadores o succionadores. - Fumigantes: son aplicados generalmente a las plantas o productos almacenados en espacios confinados (bodegas, invernaderos); combaten cualquier clase de insecto. - Estomacales: Ejercen su acción en el tracto digestivo del insecto. - De contacto: De acción directa matan por el contacto íntimo y directo con el insecto.

- Según su persistencia: - No persistentes: Permanecen en el ambiente entre 1 y 12 semanas, organofosforados, carbamatos, piretroides y bupiridilos. - Moderadamente persistentes: De 1 a 18 meses, úreas, heterocíclicos etc. - Persistentes: con permanencia de 2 a 5 años en el ambiente, como los clorados. - Muy persistentes o permanentes: Se descomponen sólo a compuestos permanentes como, sales de mercurio, plomo, y arsénico.

5.2 Características principales de algunos plaguicidas:

- Organoclorados: Fueron los primeros en aparecer, son insecticidas que actúan generalmente por contacto o por ingestión, se dividen en cuatro subgrupos: Derivados del etano, hexaclorociclohexanos, ciclodienos, canfenos. Son sustancias químicas muy estables y persistentes, por ser no polares. Se encuentran en el tejido adiposo, incluso en la grasa de la leche, el DDT y sus similares tienen baja volatilidad y poca sensibilidad a rayos solares y estabilidad en medio ácido, son inestables al medio alcalino y al calor; sin embargo en los procesos tecnológicos de la industria láctea no se logra destruir residuos; son tóxicos acumulativos.

- Organofosforados: Son insecticidas de contacto por inhalación o ingestión en determinados insectos, son ésteres del ácido fosfórico y ditiofosfórico, muy inestables y no son persistentes, son termolábiles, la hidrólisis es la vía más importante de descomposición. A este grupo pertenecen el paratión metílico, mala-

ción, etc.; son altamente tóxicos, su mecanismo de acción es el de inhibir la acción de la enzima colinesterasa que destruye el mediador químico para la transmisión de impulsos nerviosos a través de fibras parasimpáticas preganglionares. La dosis letal 50 fluctúa entre 1 miligramo y 1000 miligramos, las ingestiones diarias máximas admisibles aprobadas son de 0,001 a 0,005 miligramos por kilogramo de peso.

— **Carbamatos:** La búsqueda de compuestos menos tóxicos que los organofosforados y la resistencia de algunas especies de artrópodos a tan activos insecticidas, conduce a la producción de los carbamatos que son ésteres de ácido carbónico, venenos por ingestión o contacto, resultaron tan activos como los organofosforados, pero menos tóxicos que éstos, aunque también inhiben la acetilcolinesterasa.

— **Fenoxiderivados o herbicidas hormonales:** Los más importantes son los derivados clorados del ácido fenoxiacético. Estos herbicidas tienen carácter hormonal, con mucha similitud con las auxinas, interfieren en el crecimiento, inducen crecimientos tumorales en los tejidos de las plantas creciendo ésta en forma descontrolada para luego morir. La dosis letal 50 está entre 300 y 700 miligramos por kilogramo, son de baja toxicidad, el mecanismo de acción en el hombre y animales es desconocido.

— **Dinitrofenoles:** o insecticidas nitrados se encuentran principalmente como herbicidas, son solubles en grasa de allí su fácil acceso por vía cutánea, su elevada tensión le permite el acceso a los pulmones, dosis letal 50^3 es de 30 miligramos por kilogramo de peso. Actúan inhibiendo la síntesis de ligaduras fosfóricas, importantes para conservar la utilización de la energía por la célula.

— **Derivados de biperidilos:** el Dicuat y el Paracuat son herbicidas hidrosolubles se inactivan en contacto con el suelo, la DL 50 es de 200 a 300 miligramos por kilogramo.

— **Ditiocarbamatos:** Son fungicidas que interfieren reacciones biológicas letales de los mohos, son muy empleados en frutales, verduras, etc. De relativa baja toxicidad, a este grupo pertenecerán el maneb, zineb, mancozeb, etc.

3 El término DL 50 /dosis letal 50 : es el número de miligramos del compuesto que son necesarios por kilo de peso corporal para matar el 50% de los animales objeto de experimento. Mientras mayor sea la cantidad de la DL 50 mayor será la toxicidad del pesticida para el hombre

5.3. La persistencia de los pesticidas químicos en el ambiente

Después de la aplicación de un pesticida, éste queda en el medio en concentraciones similares a las originales o aun menores, algunas veces pudiéndose identificar un compuesto aplicado inicialmente con exactitud, en otros casos aparece un metabolito de aquél. Dicha presencia se prolongará por semanas, meses o años, hasta su desaparición definitiva. A este fenómeno se le ha denominado persistencia y explica la residualidad de los compuestos químicos en alimentos, aguas, atmósfera, suelos.

Los principales factores que tienen íntima relación con la persistencia son:

- La estructura molecular del compuesto: ya que de acuerdo al tipo de enlace se requieren para su ruptura múltiples kilocalorías.
- El alto coeficiente de partición: lo cual da resistencia al desdoblamiento en ambientes acuosos.
- Baja solubilidad en el agua.
- La no polaridad explica la fijación de algunos compuestos al tejido graso, animal y humano los cuales poseen niveles altos de lípidos no polares lo que da lugar a una atracción entre éstos y los pesticidas químicos.
- La estabilidad de las moléculas de los plaguicidas no son afectadas por suelos alcalinos.
- La acidez de algunas aguas subterráneas tampoco ha ocasionado ruptura demostrándose su persistencia.
- La no biodegradabilidad y la resistencia a los rayos solares de varios productos agroquímicos.

5.4. El efecto de los plaguicidas en el ambiente

Aire: la aplicación directa de pesticidas por aspersión permite el ingreso de éstos a la atmósfera, siendo ésta el lugar de acceso de algunas plagas y de plantas fitófagas que obligan la aplicación de productos químicos.

Esta presencia de plaguicidas en el aire trae consecuencias para la población expuesta ya que pueden ingresar a su organismo residuos de estos productos, que aunque no se ha comprobado su efecto cancerígeno, no se puede descartar esta posibilidad ya que estudios en animales han demostrado que varios pesticidas son tumorigénicos y algunos marginalmente carcinogénicos. Otro de los problemas que causa la presencia de pesticidas en el aire, lo constituye la eliminación de especies parásitas y predatoras de insectos, las catarinitas que se alimentan, entre otros de ofidios, como el pulgón de papa, fríjol, maíz, etc. Existen otras especies que sufren la consecuencia de dicha aplicación, como las aves, murciélagos, reptiles, importantes en el control biológico por sus hábitos insectívoros, además los insectos polinizantes que cumplen un papel importante en el mantenimiento de la vida vegetal en el proceso de reproducción sexual, son muy sensibles al contacto con plaguicidas aun a bajas concentraciones.

El Agua: las vías de ingreso de los pesticidas químicos al agua podrían establecerse así:

- Por la aplicación directa de desechos industriales provenientes de fábricas, donde se formulan o fabrican dichos productos.
- Para el empleo de las corrientes de agua por parte de los agricultores para el lavado de su equipo de fumigación, ropas y hasta del mismo producto, como es el caso de la papa.
- Las aguas de escorrentía que lavan terrenos agrícolas contaminados con productos agroquímicos.
- El lavado de la atmósfera cuando se presenta precipitación de las lluvias.

La presencia de los pesticidas en el medio acuático tiene su impacto sobre el equilibrio ecológico manifestándose en la acción adversa para la vegetación acuática, con el deterioro de su capacidad de fotosíntesis y por consiguiente su potencial de liberación de oxígeno. La disminución de oxígeno tiene su efecto en la vida de los peces, alteración de su reproducción o llegar a su eliminación.

Suelos: Como el suelo es uno de los medios de desarrollo de algunas especies de artrópodos, por lo tanto el éxito del combate radica en la aplicación de los compuestos químicos a los diferentes terrenos.

- Al combatir las malezas donde además de ejercer el herbicida una acción fitotóxica a nivel de hojas y tallos también se aplica para que sus raíces sean destruidas.
- Por el regadío de terrenos con aguas contaminadas por compuestos químicos.
- Por la percepción de desechos industriales de plantas elaboradoras de plaguicidas.

La persistencia de estos productos químicos sobre todo de los clorados en el suelo hace que tanto la especie humana como la fauna y la flora se vean afectados, además de producir un empobrecimiento de los suelos por las aplicaciones sucesivas de pesticidas, lo cual acarrea grandes consecuencias para la productividad de las tierras.

5.5. Análisis de los plaguicidas de alta, media y baja toxicidad utilizados en la cuenca la Espinoza.

De acuerdo con la tabla 2, se observa que en los cultivos de papa de esta zona se emplean 7 productos cuyo grado de toxicidad es alto y de composición variada; de estos 7 productos el furadán, el paratión etil, el gramoxone y el aldrín, son los de mayor utilización, ya que de los pesticidas líquidos empleados en esta zona de estudio: de furadán se emplean 1628.4 litros por mes equivalentes a un 73.3% del total de estos productos; de paratión etil 200 litros por mes equivalentes a un 9%; de gramoxone se emplean 165.6 litros por mes que representan un 7.5%; el aldrín es otro de los productos cuyo grado de toxicidad es alto, como también lo es su utilización, ya que se emplean 1318.4 kilogramos mes que equivalen a un 41.4% del total de los productos en estado sólido (dithane M-22, dithane M-45).

Estas cantidades se presentan en época de invierno, en época de verano las cantidades disminuyen un poco.

El paratión y el furadán son empleados durante todo el crecimiento y desarrollo de la planta en el control de insectos y nemátodos. El gramoxone se emplea sólo al final de cultivo o en la fase de preparación o adecuación del terreno para un nuevo cultivo, como herbicida.

De los 8 productos consignados en la tabla 2, como de toxicidad baja, son de especial mención el dithane M-22, el fyfanon y el ridomil por las cantidades y la fre-

cuencia de utilización en el control de las diferentes plagas de la papa en esta zona. Es importante anotar que el dithane M-22, carbamato empleado en el control de hongos es utilizado durante toda la cosecha en combinación con el furadan y en otras ocasiones con el paratión, de acuerdo a las necesidades del cultivo, ello puede acarrear la formación de compuestos de poca estabilidad pero de mayor toxicidad que aquéllos que lo formaron inicialmente al entrar en contacto con el agua, ya que son solubles en ella.

Haciendo un análisis conjunto de los diferentes productos que se emplean con mayor frecuencia en el cultivo de la papa en la zona de la cuenca La Espinoza se concluye: la gran mayoría de los compuestos utilizados son de tipo organofosforados; los productos de mayor utilización son compuestos de toxicidad alta; además la gran mayoría de ellos son insecticidas, nematicidas, etc, hace pensar que existe también gran variedad de plagas o que se han creado organismos resistentes difíciles de controlar con cierto tipo de insecticidas, requiriéndose por ello cantidades y variedades cada vez mayores.

6. *Los Fertilizantes*

Con el objetivo de buscar soluciones más inmediatas y a menor costo en aquellas zonas donde el hambre es una permanente amenaza, surgen medios capaces de incrementar la producción agrícola a corto plazo, el empleo de plaguicidas, variedades mejoradas de plantas y semillas, mecanización, y los abonos químicos que proporcionan rendimientos máximos. Una planta en desarrollo necesita en mayor o menor grado 16 nutrientes, 9 en gran cantidad llamados macronutrientes, 3 de éstos los adquieren las plantas del aire (carbono, hidrógeno, oxígeno) y el resto del suelo; donde los principales macronutrientes son el nitrógeno, fósforo y potasio, estas tres sustancias son las que aparecen en los sacos de los fertilizantes que pueden ser representadas por cifras (10-30-10) designando usualmente el contenido de nutrientes de un fertilizante.

6.1. Producción de fertilizantes.

La fuente principal de nitrógeno de los abonos químicos es el amoníaco sintético, también se produce por licuación del aire. La urea se produce por combinación del amoníaco con dióxido de carbono. Los fosfatos amónicos y nitrofosfatos se derivan del amoníaco, estas formas sólidas del amoníaco tienen su importancia por la facilidad para transportarlos y aplicarlos al suelo. Los abonos fosfatados en su gran mayoría proceden de depósitos minerales de origen ígneo y sedimenta-

TABLA 2
PLAGUICIDAS DE ALTA-MEDIA Y BAJA TOXICIDAD DE MAYOR UTILIZACION EN EL CULTIVO DE LA
PAPA EN EPOCA DE INVIERNO, CUENCA LA ESPINOZA - LA UNION (ANTIOQUIA) - 1984

NOMBRE COMERCIAL DEL COMPUESTO	TIPO DE COMPUES- TO	USOS	GRADO DE TOXICIDAD	No. DE BOMBAS POR MES	KG/MES SIN DILUIR	%	LIT/MES SIN DILUIR	%
PARATHION ETIL	OF	Insecticida	A	3.558			200.0	9.0
PARATHION METIL	OF	Insecticida	A	1.172			22.5	1.0
TAMARON	OF	Insecticida	A	671			15.0	0.7
ALDRIN	OC	Insecticida	A	241	1318.4	38		
GRAMOXONE	OC	Herbicida	A	1.856			165.6	7.5
FURADAN	CARBAM	Insecticida						
MONITOR	CARBAM	Nematicida	A	12.878			1628.4	73.3
ROXION	OF	Plaguicida	A	25			1.0	0.04
CURACROM	OF	Insecticida	M	38			3.1	0.1
MALATHION	OF	Insecticida	M	2.986			82.5	3.7
ROUNDUP	OF	Insecticida	B	442			9.0	0.4
FYFANON	OF	Herbicida	B	5			3.0	0.1
DITHANE M-22	OF	Insecticida	B	301			23.0	1.0
DITHANE M-45	CARBAM	Fungicida	B	9.222	2039.0	58.7		
GESAGARD-500	CARBAM	Fungicida	B	2.172	115.3	3.3		
GESAPRIN	CARBAM	Herbicida	B	184			21.6	1.0
RIDOMIL	CARBAM	Herbicida	B	120			12.0	0.5
TOTAL		Fungicida	B	587			34.2	1.5
				36.458	3472.7	100	2220.9	100

OF: Organofosforado OC: Organoclorado CARBAM: Carbamato A: Toxicidad Alta M: Toxicidad Media B: Toxicidad Baja

rio. El potasio se encuentra en grandes cantidades en las rocas y suelos pero como minerales insolubles, pero existen grandes depósitos de clorato de potasio soluble (silvina y silvinita).

6.2. El efecto de los fertilizantes en el ambiente

– Aire: algunos componentes de fertilizantes pueden perderse con relativa facilidad por volatilización implicando aumentos en la concentración de ellos en la atmósfera. Particularmente ocurre con anhídridos sulfurosos, óxidos de nitrógeno y fitoóxidantes y otros que además de implicar una pérdida importante de ellos afectan la calidad del aire. El óxido nitroso (NO_2) por ejemplo destruye la capa de ozono en la atmósfera y ésta cumple la función de filtrar los rayos solares de la radiación ultravioleta.

– Agua: El agua para consumo animal o humano debe ser química y biológicamente aceptable. Su grado de pureza hace que sobre ella no se desarrollen microorganismos y vegetales. Cuando ella se enriquece de calcio, magnesio, potasio, sodio y principalmente con fósforo entonces se dice que se ha eutroficado y comienza el desarrollo de todo tipo de microorganismos, produciéndose consumo de oxígeno (aumento de la DBO, demanda bioquímica de oxígeno); aportando material orgánico que para su descomposición requiere de oxígeno (DQO); aumentando el contenido de CO_2 y éste a su vez aumenta la acidez. El resultado final es la falta de oxígeno para los peces y la impotabilidad para consumo humano.

– Suelos: los suelos poseen una capacidad depuradora de excesos y reguladora de un equilibrio que es finita de acuerdo con las características de los mismos. Los suelos de texturas arenosas por ejemplo, se liberan de excedentes mediante la infiltración de las aguas cargadas de elementos y los suelos arcillosos y ricos en materia orgánica por su capacidad permiten las acumulaciones de formas más o menos inherentes que en muy poco afectan los ecosistemas. Sin embargo, si el suelo no acumula, las aguas son las que al fin reciben y son ellas las afectadas, si el suelo acumula hace las veces de filtro y tiene un punto de saturación, a partir del cual se enriquece notoriamente la solución del suelo.

6.3. Análisis de los fertilizantes de mayor utilización en la cuenca La Espinoza.

De los diferentes productos fertilizantes que aparecen en la tabla 3 se observa que el abono 13-26-6 es el de mayor utilización en el sembrado de la semilla de papa,

TABLA 3
FERTILIZANTES UTILIZADOS EN EL CULTIVO DE LA PAPA CUENCA LA ESPINOZA - LA UNION
(ANTIOQUIA) 1984

NOMBRE COMERCIAL DEL FERTILIZANTE	CANTIDAD USADA POR COSECHA		TOTAL POR AÑO	
	Kgr.	Litros	Kgr.	Litros
BAYFORLAN		40		80
ABONO 13-26-6	199.600		399.200	
ABONO 14-14-14	103.850		207.700	
ABONO 10-30-10	1.833		3.666	
AGRIMIN	300		600	
WUXAL 90	-	5	10	
ABONO 15-15-15	118.400		23.680	
UREA	25.700		51.400	
ABONO 25-15-0	25.700		51.400	
ABONO 10-20-10	3.700		7.400	
NUTRIMON	2.500		5.000	
NITROFOSCA	1.450		2.900	
CAL	369		738	
ABONAZA*	345		690	
TOTAL	483.747	45	754.384	90
				100

* Abonaza: Estiércol de cerdo + Aserrín

donde el 26% de los componentes totales corresponden a fósforo, el 17% a nitrógeno y el 6% a potasio soluble en agua, estas tres sustancias son nutrientes primarios; este abono es usado conjuntamente con la cal, que le reduce acidez a la tierra y con la abonaza o estiércol de cerdo mezclado con aserrín de madera.

Se puede afirmar que de 91 fincas encuestadas, 86 cultivan la papa, las cuales utilizan 199.600 kilogramos por cosecha de abono 13-26-6, representando un 41.2% del total de los fertilizantes usados en el cultivo de papa de los predios de la cuenca La Espinoza.

El abono 15-15-15 del cual emplean 118.400 kilogramos por cosecha equivalentes a un 24.5% del total de éstos, al igual que el 14-14-14 es empleado en lo que los agricultores denominan reabono o aporcada, que consiste en la aplicación de dicho abono alrededor de la planta en cierto tiempo o período de crecimiento. El abono 25-15-0 y la urea son empleados en el cultivo de pasto; cabe anotar que los pastos también son fumigados con cierta frecuencia con paratión, fyfanol y furadán, compuestos de alta toxicidad que luego el ganado tiene que consumirlos adquiriendo residuos de estos productos; los cuales permanecen en la leche aún después de los procesos de pasteurización. Mirando los totales por año se tiene que en esta zona utilizan 754.384 kilogramos de estos productos equivalentes a 754 toneladas de abono que son recibidos por los suelos de esta zona, y las aguas que la recorren también captan gran porcentaje de ellos.

7. *Análisis microbiológico de agua*

Las muestras de la 1 a la 4 (ver tabla 4 y 4A) fueron tomadas en el mes de marzo de 1985 y de la 5 a la 14 en el mes de abril, ambos meses de invierno, fenómeno que influye en los resultados ya que la dilución de la contaminación es mayor y el arrastre del material contaminante también lo es por la acción de la escorrentía. Aunque algunas muestras cumplieron con las exigencias enunciadas en el Decreto 2105/83 Artículo 25 Inciso 5 Literal a) (NMP de coliformes fecales menor de 3), no implica con ello que estén exentas de contaminación, ya que el volumen a analizar y el intervalo que entre el primer muestreo (marzo 3) y el segundo muestreo (abril 22) fue de más de un mes, hace que sean muestras aisladas pero que demuestran la contaminación fecal y las condiciones bacteriológicas de estas aguas para cada uno de los muestreos.

TABLA 4
RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DE AGUA. CUENCA LA ESPINOZA - LA UNION
(ANTIOQUIA), ABRIL 22 DE 1985

MUESTRA	MUESTREO	NMP			NMP		
		a	b	c	d	e	
5	Finca La Palma	5×10^1	1.100	< 3	≥ 1.100	290	
6	A 150m de la Finca La Palma	-	290	11	1.100	460	
7	Finca Pedro Jaramillo	23×10^3	≥ 1.100	≥ 1.100	≥ 1.100	≥ 1.100	
8	Montecristo	51×10^2	240	3.6	240	15	
9	Finca La Alicia	15×10^1	≥ 1.100	< 3	≥ 1.100	≥ 1.100	
10	Caño Rufina	$< 1 \times 10^1$	≥ 1.100	< 3	1.100	1.100	
11	El Espinal	23×10^2	≥ 160	3	1.100	460	
12	Puente Caño La Madera	56×10^1	1.100	460	460	460	
13	1a. Vivienda después del tanque	34×10^1	23	3.6	23	4	
14	Viv. Rita Valencia	58×10^1	9.1	9.1	-	-	

Ver Localización Figura 1.

- a. Recuento standard en placa/ml. de muestra b. P de coliformes totales/ml. de muestra
c. NMP de coliformes fecales por ml. de muestra d. NMP de streptococos totales/ml de muestra
e. NMP de streptococos fecales/ml. de muestra.

TABLA 4A

RESULTADOS DE LOS ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DE AGUA CUENCA
LA ESPINOZA - LA UNION (ANT), MARZO 13 DE 1985

MUESTRA	SITIO DE MUESTREO	a	b	c
1	Caño Montecristo	218×10^1	2.400	7.2
2	Caño La Almería	261×10^1	1.100	3.0
3	Primera vivienda después del tanque de almacena- miento	378×10^1	2.400	3.0
4	Vivienda zona urbana	54×10^2	210	7.3

Ver localización en la Figura No.3

a. Recuento standard en placa/ml. de muestra

b. NMP de coliformes totales/ml. de muestra

c. NMP de coliformes fecales/ml. de muestra

8. *Análisis físicoquímico*

Se analizaron en una sola muestra algunos parámetros físicoquímicos observándose que: El agua presenta niveles superiores a los valores admisibles para el caso del color, el hierro, PH y DBO5, lo que demuestra que se le está aportando material orgánico proveniente de las diferentes actividades desarrolladas en la zona, en forma directa o indirecta, por fenómenos climáticos etc. Refiriéndose solamente al reporte de la DBO5 8 miligramos por litro y al compararlo con las recomendaciones sobre agua potable del INSFOPAL y algunas normas inglesas, se tiene que esta agua se clasificaría como inapta para el consumo humano pues niveles de DBO5 por encima de 5 ppm son propios de aguas contaminadas.

9. *Conclusiones*

1. En esta investigación se demostró que en la cuenca La Espinoza existen problemas de contaminación de las aguas por la mala disposición de las excretas, desechos sólidos domésticos, agrícolas y por pesticidas.

2. Con respecto a las actividades agrícolas, se demostró la gran cantidad y variedad de productos químicos, pesticidas y abonos que son utilizados para el cultivo de la papa principalmente.

3. Se encontró que las fuentes de agua de la cuenca La Espinoza son contaminadas por plaguicidas, ya que tanto el equipo de fumigación, la preparación de los plaguicidas, los empaques y embases de los mismos y el lavado de la papa, se practica en dichas corrientes de agua. Además la cercanía entre los cultivos y la desprotección vegetal de las corrientes de agua son factores que se le adhieren a los anteriores.

4. Aunque las muestras para análisis bacteriológico no fueron suficientemente representativas se demostró la presencia de contaminación fecal con cifras muy considerables, tanto en el agua en la Cuenca como en la red del acueducto.

5. Se halló que la gran mayoría de los productos químicos, principalmente los pesticidas utilizados en el control de las plagas de los cultivos de papa de esta zona en estudio, son compuestos químicos altamente tóxicos y de comprobado efecto residual como son los organoclorados y los carbamatos, de los cuales caen al agua residuos por la inadecuada preparación.

6. Se encontró que los pesticidas que más se utilizan en cantidad y frecuencia, se encuentran clasificados en el grupo de toxicidad alto: furadán, paratión, gramoxone y aldrín.

10. Recomendaciones

Con base en los anteriores hallazgos en la cuenca La Espinoza amerita la ejecución de programas concernientes a:

1. Saneamiento básico que abarque un sistema adecuado de abastecimiento de agua potable, sistemas higiénicos de disposición final de excretas y desechos sólidos.

2. Campañas de educación a la población sobre higiene y saneamiento.

3. Asesoría agropecuaria por parte de las entidades que tienen más relación con el agricultor (Asopapa, Fedepapa, ICA, Secretaría de Agricultura, etc.), para que el campesino maneje correctamente los productos químicos, el equipo de fumi-

TABLA 5

RESULTADOS DEL ANALISIS FISICOQUIMICO DEL AGUA EN EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO, ACUEDUCTO LA UNION - FUENTE QUEBRADA LA ESPINOZA, MAYO 13 DE 1985

PARAMETRO	CANTIDAD HALLADA	VALOR ADMISIBLE
Color real en unidad de color PtCo.	33	15
Turbiedad en unidad turb. SiO ₂	6	5
Sólidos totalesmg/litro	72	500
Dureza total mg/litro de CaCo ³	14	30
Hierro total mg/litro de Fe	.34	.3
Demanda química de oxígeno mg/litro	8	-
PH unidades	6.3	6.5-9

gación con la protección personal debida, que elijan el lugar del lavado del equipo, papas y ropas, de modo que no representen riesgos de contaminación de las fuentes de agua. Todos estos programas se deberán apoyar en una eficaz educación y promoción en salud a la comunidad.

4. Se recomienda además que se haga un estudio en el cual se incluyan exámenes de pesticidas en el agua ya que una planta de tratamiento tipo convencional no garantiza la remoción de los residuos de plaguicidas y el acueducto ni siquiera cuenta con este tipo de planta.

BIBLIOGRAFIA

ANTIOQUIA. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION. Anuario Estadístico de Antioquia, 1979-1983. Medellín, 1983.

- ANTIOQUIA. SERVICIO SECCIONAL DE SALUD. Boletín Anual de Actividades, Medellín, 1979.
- ABASTECIMIENTO PUBLICO de agua. Informe de un Comité de expertos de la OMS. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1969. (Serie de informes técnicos, 420).
- ACEBEDO A., Guillermo. El uso técnico de los plaguicidas y su seguimiento. Contaminación ambiental (Medellín) 6(9):25-28, 1982.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Colombia diagnóstico de salud, políticas y estrategias. Bogotá, 1984. pp.76-77.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. La mortalidad en Colombia: 1970-1982. Volumen I: niveles ajustados de mortalidad por secciones del país. Bogotá, 1982. (Estudio Nacional de Salud).
- CALVIN, V. Javier. Incidencia de las actividades agrícolas sobre la calidad de las aguas subterráneas.
- CLIFF, J. Krichmer. Diseño de programas de muestreo y medición.
- CHANCETE, Emil T. La protección del medio ambiente.
- GREYNER, Henry. Evaluación sanitaria de un área rural. Boletín de Salud Pública (Caracas) 14(46):51, octubre 1981.
- GALLARDO, Agustín. Contaminación por pesticidas. Cuadernos Médico-Sociales (Santiago de Chile) 20(1):20-27, marzo 1979.
- HOSPITAL SAN ROQUE (LA UNION, ANTIOQUIA). Boletín de información estadística. Morbilidad por consulta externa, morbilidad por egresos hospitalarios, 1981-1984.
- HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN VICENTE DE PAUL. DEPARTAMENTO DE TOXICOLOGIA. Manual de intoxicaciones por plaguicidas. 2ed. Medellín, 1984.
- HARDENBERGH, W.A. y B. Rodie, Eduard. Ingeniería Sanitaria. México, Continental, 1966.
- LUCHA CONTRA la contaminación del agua en los países en desarrollo. Informe del Comité de expertos de la OMS. Ginebra, Organización Mundial de la salud, 1968.
- LEY 23 de diciembre 9 de 1973. Decreto 2811 de diciembre 8 de 1974. Código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente. Medellín. ENSP, 1979 (Mimeografiado 2558).

- MADRIGAL, C., J. Alejandro. Consideraciones generales sobre el uso de pesticidas. *Contaminación Ambiental (Medellín)* 2(3):22-43, 1978.
- MONOGRAFIA del municipio de La Unión. La Unión, Casa de la Cultura, 1985.
- NORMAS INTERNACIONALES para agua potable. 3ed. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972.
- OROZCO Jaramillo, Alvaro y SALAZAR Arias, Alvaro. Tratamiento biológico de las aguas residuales. Medellín, Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería, 1985.
- PROCEDIMIENTO PARA la investigación de enfermedades transmitidas por el agua. Washington, Oficina Sanitaria Panamericana, 1980. (Publicación Científica, 398).
- RIESGOS DEL ambiente humano para la salud. Washington, Oficina Sanitaria Panamericana, 1976. p.34-52. (Publicación Científica, 329).
- SAUDERS, Robert J. y WARFORD, Jeremy J. Agua para zonas rurales y poblados. Madrid, Tecnos, 1977. pp.45-46.
- SAN MARTIN, Hernán. Ecología humana y salud. México, 1979. p.90-94.
- SURTON, B. y HARMON, P. Fundamentos de Ecología.
- SIERRA C., Jorge Humberto. Análisis de aguas y aguas residuales. Medellín, Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería Sanitaria, 1983.
- TAPIAS, Beatriz y MORENO R. Carlos. Estudio Retrospectivo de morbilidad por pesticidas químicos en la regional de oriente del departamento de Antioquia. *Boletín Epidemiológico de Antioquia (Medellín)* 6(3):117-122, Jul-Sep. 1981.
- UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Facultad de Ingeniería Sanitaria. Laboratorios. Guía prestación de servicios. Medellín, 1983.