

ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN POR PLAGUICIDAS Y METALES PESADOS EN CULTIVOS DE HORTALIZAS, BOSA, 2000

CARMIÑA QUIROGA BONILLA

Médica veterinaria, especialista en administración en salud ocupacional,
aspirante a especialista en salud ambiental, jefe del grupo salud ocupacional,
Hospital Pablo VI, Bosa ESE

DORA ECHEVERRI CALLE

Ingeniera sanitaria, especialista en administración en salud ocupacional,
Unidad de Promoción y Prevención, Hospital Pablo VI, Bosa ESE

NAZLY PINZÓN NAVARRETE

Nutricionista, especialista en epidemiología, coordinadora vigilancia en salud
pública, Hospital Pablo VI, Bosa ESE

ANA SICHACA SAGANOME

Tecnóloga en saneamiento ambiental,
Unidad de Promoción y Prevención, Hospital Pablo VI, Bosa ESE

CORRESPONDENCIA

Carmiña Quiroga Bonilla. Investigadora principal
Transv. 38 a N° 45-71, int. 5, apto 801. Teléfono: 315 44 53
Correo electrónico: carmi qb@yahoo.com

RESUMEN

ANTECEDENTES

En 1995 un estudio efectuado en la localidad de Bosa mostró la presencia de organoclorados en hortalizas. El análisis de agua de riego mostró metales pesados (plomo y mercurio), organoclorados (BHC, lindano) y organofosforados (etil y metilparatión, y parathión).

OBJETIVO

Realizar un diagnóstico de niveles de contaminación por plomo, mercurio, cadmio, arsénico y plaguicidas en cultivos de hortalizas en la localidad 7, que utilizan aguas residuales para el riego, e incluyen personal humano. Metodología: estudio descriptivo en 57 parcelas. Dos etapas de muestreo (invierno y verano). Se estudiaron metales pesados y plaguicidas en hortalizas, agua de riego y suelo. A 191 personas se les practicó examen médico, análisis de laboratorio para mercurio, plomo, colinesterasa y piretroides.

RESULTADOS

Se utilizan aguas de riego provenientes de vallados que contienen aguas sanitarias de barrios aledaños, aguas lluvias y del río Tunjuelito, o combinaciones de las anteriores, con niveles de cromo que sobrepasan los límites permitidos, trazas de otros metales (arsénico, mercurio y plomo) y plaguicidas (organoclorados, carbamatos y organofosforados) algunos prohibidos para uso agrícola de cultivos de consumo humano. Tanto en hortalizas como en suelo se detectaron metales pesados y plaguicidas. Los exámenes de plaguicidas y metales pesados realizados en humanos se encontraron dentro de los valores límite permisibles para población general expuesta.

CONCLUSIONES

Es necesario crear conciencia en dueños y trabajadores de los cultivos para adoptar buenas prácticas de manejo y uso de plaguicidas y aguas de

riego. Se deben establecer límites permisibles referentes a metales pesados en agua de riego, suelo y hortalizas para prevenir daños en la salud de los consumidores.

PALABRAS CLAVE

Metales pesados, plaguicidas, hortalizas, agua de riego, suelo, valores límite permisibles.

INTRODUCCIÓN

Las aguas del río Bogotá y de sus afluentes (v.g. ríos Teusacá, Fucha, San Francisco, Juan Amarillo, Funza, Tunjuelito, Frío y Soacha) son y han sido por muchos años las principales fuentes para el regadío de los pastos y de los cultivos, en su mayor parte hortalizas, que se realizan en muchos de los municipios hortícolas de la sabana (v.g. Cajicá, Cota, Funza, Bosa, etc.). Igualmente, se sabe que las aguas del río Bogotá se consideran entre las más contaminadas del mundo. Así lo han demostrado los resultados de un gran número de estudios independientes u oficiales realizados a lo largo de más de veinte años, contratados por la Corporación Autónoma Regional (CAR) o la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Estos estudios han demostrado la presencia de una enorme variedad de sustancias y elementos tóxicos, en concentraciones que en muchos casos superan con creces los niveles permisibles para las aguas de riego según las normas establecidas por organismos internacionales de salud pública. Muchos de estos elementos y sustancias contaminantes, no sólo inhiben la actividad biológica en las aguas del río por sus elevadas demandas químicas y bioquímicas de oxígeno, sino que, una vez incorporados a los suelos y a través de ellos o del riego por aspersión a las cadenas tróficas más allá de ciertos límites, pueden llegar a convertirse en letales para los animales y el hombre (1).

Aparte de la contaminación orgánica, el río Bogotá vierte diariamente en la desembocadura en el río Magdalena 79 kg de cromo, 5 t de detergente, 79 kg de plomo, 22 t de hierro y 1,473 t de sólidos en suspensión. Existen múltiples estudios sobre la calidad de las aguas del río Bogotá que

demuestran los niveles tóxicos de los elementos mercurio, plomo, arsénico y cadmio, pero se desconocen la dinámica de su acumulación en el suelo y los mecanismos de absorción por parte de las plantas y su concentración en los tejidos, permitiendo suponer que este proceso de translocación y acumulación se realiza en las cosechas y posteriormente en los animales y el hombre, basándose en los hallazgos de tales elementos en las partes comestibles de hortalizas cultivadas en suelos de la sabana y regadas por aguas del río Bogotá (2).

A través del *Codex Alimentarius*, la reunión conjunta de FAO/OMS propone a los gobiernos miembros para su aceptación, límites permisibles de residuos de plaguicidas con el fin de facilitar la armonización de normas y con ello facilitar igualmente el comercio internacional. El Instituto Colombiano de Agricultura (ICA) ha desarrollado estudios experimentales para el establecimiento en nuestro país de límites permisibles de residuos, de los cuales se pueden destacar los desarrollados para Diazinon en repollo y Dimetoato en tomate; ninguno de los valores de residuos encontrados superó el límite máximo propuesto en 1985 por el *Codex Alimentarius* (3).

En la actualidad, en las áreas veredales y suburbanas de la localidad de Bosa existen parcelas donde se cultivan diferentes tipos de hortalizas, las cuales están siendo regadas con el agua de los vallados, que contienen aguas residuales domésticas y aguas lluvias, y que circundan las parcelas o los caños de los ríos Tunjuelito y Bogotá, contaminados por vertimientos industriales, aguas del alcantarillado sanitario y basuras. La producción de las parcelas es vendida a los grandes supermercados, plazas de mercado y tiendas, para ser distribuida, no sólo a nivel del Distrito Capital, sino de algunos municipios aledaños sin haber realizado el análisis debido para tener control de calidad frente a residuos de plaguicidas y de metales en las hortalizas. Los propietarios y trabajadores de estos cultivos tienen origen campesino y algunos son personas desplazadas por la violencia; por esta razón traen consigo sus costumbres, creencias y actitudes. La producción agrícola se realiza en una forma artesanal, sin contar con la protección y seguridad adecuadas para la aplicación de productos químicos.

En los meses de noviembre y diciembre de 1995 el Departamento de Atención al Medio Ambiente del Hospital Pablo VI Bosa, primer nivel de atención, y el Centro Toxicológico de la Secretaría Distrital de Salud realizaron un estudio preliminar con el objetivo de verificar la presencia de

algunos plaguicidas organoclorados, organofosforados y carbamatos como posibles contaminantes de las hortalizas y su cuantificación para detectar valores superiores a los permisibles en este tipo de alimentos; se tomaron muestras de cebolla puerro, apio, acelga, repollo morado y brócoli (en total 15 muestras de hortalizas) y los resultados arrojaron la presencia de organoclorados, pero no de organofosforados ni carbamatos. Además, se estudió el agua de riego proveniente de los vallados aledaños a las parcelas o de los ríos Tunjuelito o Bogotá. Los análisis arrojaron la presencia de organoclorados como BHC y lindano, y organofosforados como etil y Metilparathión y Parathión; así mismo metales pesados como plomo y mercurio (4).

Es importante recalcar que los insecticidas organoclorados son sustancias de uso prohibido en el país, y que el etil y metilparathión figuran como sustancias de uso restringido (5).

Dado que las hortalizas son productos destinados al consumo humano es necesario determinar si reúnen condiciones de calidad que garanticen la salud de las personas que las consumen.

Otro dato de suma importancia es que dentro de las diez primeras causas de mortalidad general en la localidad en el periodo 1993-1996 se encuentran el tumor maligno del estómago y de otras localizaciones y los no específicos, los cuáles se relacionan en la literatura con exposiciones a plaguicidas y metales pesados como un factor de riesgo (6).

Teniendo como base este estudio preliminar se pudo establecer la necesidad de realizar un diagnóstico real del nivel de contaminación de los cultivos de hortalizas ubicados en la localidad de Bosa, conocer los riesgos a los cuales se exponen los trabajadores y habitantes de las parcelas, y dar a conocer los resultados del estudio a las autoridades competentes y a la comunidad para tomar las medidas de prevención en la salud de los trabajadores y definir tanto las políticas a seguir como las intervenciones de cada actor.

METODOLOGÍA

Se ejecutó un estudio de tipo observacional descriptivo, analizando una muestra seleccionada mediante un método aleatorio simple. Para establecer el tamaño muestral se tuvo en cuenta una población finita ($n=140$).

una prevalencia estimada del 55%, un nivel α del 5% y una precisión del 10% alrededor del estimador; con estos parámetros se calculó un tamaño muestral de 57 parcelas. Teniendo en cuenta condiciones presupuestales para efectuar los análisis de plaguicidas en hortalizas solamente se tomaron en 19 parcelas a las cuales se les realizaron las mediciones completas durante las dos etapas del mismo.

El estudio fue desarrollado en las parcelas de Bosa; las tomas de muestras se realizaron en dos etapas de muestreo, una en invierno y otra en verano, en hortalizas, agua de riego, suelos y personas. Las muestras de hortalizas y agua de riego se tomaron durante los meses de mayo (periodo de lluvia) y octubre (periodo seco) de 2000. Las muestras de suelo se tomaron en octubre.

Durante la primera etapa de invierno sin riego realizada en el mes de mayo, en cada una de las 57 parcelas escogidas se tomaron dos muestras de hortalizas de acuerdo con el producto en cosecha, y una muestra de agua de riego cuya procedencia se determinó así:

- 1: Vallado de aguas sanitarias y lluvias.
- 2: Vallado de aguas lluvias.
- 3: Vallado de agua sanitaria, agua lluvias y río Tunjuelito.
- 4: Agua río Tunjuelito.
- 5: Pozo.

En hortalizas se efectuó análisis de metales pesados como arsénico, mercurio, plomo y cadmio, y en agua de riego análisis de arsénico, mercurio, plomo y cromo.

Para el análisis de plaguicidas en hortalizas y agua de riego se seleccionaron 19 parcelas para la evaluación de organofosforados, organoclorados y carbamatos; estas parcelas se seleccionaron aleatoriamente.

Para el estudio de plaguicidas y metales pesados en humanos se determinó que por parcela seleccionada se harían de cuatro a cinco mediciones, con lo que se estimó un número de 246 personas; finalmente, sólo se pudieron captar en forma definitiva 191 personas para la toma de muestras biológicas con el fin de analizar organofosforados y plomo en sangre, mercurio en cabello y piretrinas en orina. Esto obedeció a las siguientes razones: i) movilización que se presenta semanalmente en los cultivos de los trabajadores por lo informal de su labor; ii) incumplimiento de personas citadas, iii) personas que no autorizaron la toma de las mues-

tras y iv) inicio del Proyecto Metrovivienda que adelantó la Alcaldía Mayor de Bogotá en el sector que comprendió el 67% de la muestra seleccionada para el estudio, dado que convirtieron las parcelas en lotes de construcción como parte del proyecto.

En septiembre y octubre de 2000 se inició la toma de muestras en las 57 parcelas escogidas, correspondientes a la segunda etapa del estudio (verano con riego); en esta etapa sólo fue posible tomar las muestras en 36 parcelas debido a la problemática generada para esta investigación por el Proyecto Metrovivienda, por lo cual la muestra de parcelas objeto del estudio quedó reducida y se reubicó concentrándose en aquellas que se encontraban dentro del área de influencia del río Tunjuelito, veredas San Bernardino, San José y Palestina.

Se tomaron dos muestras de hortalizas de acuerdo con el producto en cosecha y una muestra de agua de riego, determinando su procedencia con los parámetros establecidos, para analizar en hortalizas metales pesados como arsénico, mercurio, plomo y cadmio, y en agua de riego arsénico, mercurio, plomo y cromo. Para medición de plaguicidas en hortalizas y agua de riego se conservaron las 19 parcelas seleccionadas.

Adicionalmente se incluyó el análisis de suelos en diez parcelas, utilizando los mismos parámetros definidos para agua de riego y hortalizas, con el fin de analizar plaguicidas (organoclorados, organofosforados y carbamatos) y metales pesados (plomo, mercurio, arsénico, cadmio y cromo); dichas parcelas se seleccionaron teniendo en cuenta que contaran con análisis de plaguicidas y que los resultados de organoclorados en hortalizas fueran de alta concentración.

MÉTODOS DE MUESTREO

Aguas de riego: la toma de las muestras de agua se efectuó por medio de un dispositivo de inmersión en el caso de cursos naturales, bairlers de teflón en el caso de pozos y aljibes y directamente en los frascos de colección en el caso de grifos y bombas manuales o eléctricas.

Muestras de hortalizas: las muestras de hortalizas se recogieron de forma manual en aquellas especies seleccionadas en el proyecto original para el análisis de los plaguicidas. Una vez colectadas las muestras, se envolvieron en papel aluminio debidamente tratado (limpieza con solventes y tratamiento térmico). Para el análisis de metales de interés

ecotóxico en hortalizas, las muestras se envolvieron en material plástico (papel Vinipel).

Muestras de suelo: se determinó el área en donde se haría la toma de la muestra en cada una de las parcelas trazando una X imaginaria a partir de los vértices de la misma. De esta manera se ubicaron cinco puntos, uno en cada extremo de la X y otro en la intersección de las líneas. En cada uno de estos puntos se tomó una muestra de suelo mediante un tubo coronador a una profundidad de 50 cm.

Muestras biológicas humanas: para colinesterasa y plomo se tomaron muestras por punción venosa en tubos con anticoagulante Heparina. Las muestras de cabello fueron tomadas de la región occipital, buscando no alterar el aspecto físico de las personas. Para cada muestra se identificó el extremo proximal y el distal del corte de cabello. Para el análisis de piretrinas se tomaron muestras de orina en los frascos de recolección, previa identificación de la muestra.

Métodos analíticos

A continuación se presenta un resumen de los métodos analíticos que se utilizaron en el desarrollo del presente proyecto. Cada método tiene referencia correspondiente, según organismos internacionales y métodos estandarizados (7).

Análisis de metales: Tratamiento de las muestras de agua: método APHA/AWWA/WEB "Standard Methods" 3030D. U.S EPA 3015 (digestión con microondas).

Tratamiento de las muestras de hortalizas: método AOAC "Official Methods of Analysis" XVI edition. Método AOAC 934.07. Descripción de las condiciones analíticas para análisis de metales cromo, plomo, arsénico, cadmio y mercurio):

Plomo: método EPA 239.I

Cadmio: método EPA 213.I

Cromo: método EPA 218.2

Arsénico: método EPA 206.3

Mercurio: método EPA 246.I

Análisis de plaguicidas: Extracción de pesticidas por solid phase extraction (SPE): este procedimiento se utilizó para la extracción de pesticidas de las hortalizas. Consiste en pasar la muestra homogeneizada con un soíente a través de una serie de tubos que contienen un soporte o relleno para retener todas las interferencias de origen vegetal presentes en las hortalizas, para de esta manera poder realizar el análisis instrumental y determinar los niveles de plaguicidas. En muestras de agua la técnica analítica fue Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC/UV). Para detectar pesticidas organofosforados la técnica analítica fue Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC/UV). Para detección de carbamatos se utilizó Cromatografía de Líquidos HPLC, con detector ultravioleta a 240 nm, 0,20 AUFS.

Muestras de hortalizas

Pesticidas organoclorados: método manual de análisis de residuos y pesticidas del gobierno alemán. Técnica analítica: Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC/UV).

Pesticidas organofosforados: método manual de análisis de residuos y pesticidas del gobierno alemán. Técnica analítica: Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC/UV).

Carbamatos: método manual de análisis de residuos y pesticidas del gobierno alemán. Técnica analítica: Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) con detector ultravioleta a 240 nm, 0.20 AUFS.

Análisis de muestras de suelos: Una vez en el laboratorio, se procedió al tratamiento de las muestras. Todas fueron homogeneizadas, secadas, pasadas por un tamiz y almacenadas en un ambiente libre de humedad. Análisis de metales pesados: se realizó la digestión ácida a las muestras de suelo por medio de microondas. El extracto ácido se leyó a la longitud de onda apropiada para cada metal, utilizando una llama de óxido nitroso/acetileno con una rendija de 0.5 nm. Para el análisis de plaguicidas las muestras de suelo se extraen vía ultrasonido; el extracto se rotaevapora por presión reducida y se analiza al cromatógrafo de gases o al HPLC para la determinación de carbamatos.

Análisis de muestras biológicas humanas: Determinación de mercurio por absorción atómica sin llama en cabello (8); determinación electro-

métrica de la actividad de la colinesterasa en sangre total: método de Michel y Aldrige modificado.

Plomo en sangre: método Lefebvre M y col. Centro toxicología de Québec, Canadá (9):

Análisis cualitativo de piretrinas y piretroides: La información relacionada con el censo de las parcelas y las muestras biológicas se consignó en un instrumento diseñado para tal fin (10). La participación de los sujetos en este estudio se dio mediante consentimiento informado (10).

Considerando las características de este estudio se utilizaron técnicas estadísticas descriptivas. El cálculo de medias y distribuciones de frecuencia se efectuó con base en tablas dinámicas en el programa de hoja electrónica Excel®.

RESULTADOS

DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS DE LA POBLACIÓN HUMANA OBJETO DEL ESTUDIO

El tamaño de la muestra comprende 191 personas: 145 de género femenino (76%) y 46 masculino (24%). En las 191 personas se analizaron plaguicidas (organofosforados y piretroides) y metales pesados (plomo y mercurio). Los resultados se encontraron dentro de los límites permisibles según la OMS y el Instituto Nacional de Salud para población general expuesta.

La mayor frecuencia poblacional se ubicó en el grupo de edad de 31 a 40 años (52%), seguido por el grupo de 41 a 50 años (24%) y del grupo de 21 a 30 años (17%). Se pudo observar que de las 191 personas que participaron en el estudio, el 49.7% son personas que realizan actividades dentro del hogar; el 21.5% informó que desarrollan labores como: trabajador independiente, oficios varios, empleados; el 18.3% son personas que se dedican a labores de agricultura y un 10.5% son estudiantes residentes del área de estudio.

La distribución porcentual por zona de residencia de las personas que participaron en el estudio indica que la zona de San Bernardino repre-

senta un 49.9% (área que en la actualidad tiene la mayor representación de parcelas), la zona de Porvenir un 47.3% y el Corzo solo un 1.5%.

Descripción de resultados para agua de riego

La distribución porcentual de las fuentes de riego para las muestras fue de 73% para fuente de riego 1 (vallado, aguas sanitarias y aguas lluvias), 11% para fuente de riego 3 (vallado, aguas sanitarias, aguas lluvias y río Tunjuelito); 8% para fuente de riego 4 (agua río Tunjuelito) y 8% para fuente de riego 5 (pozo).

Metales pesados: el cromo es el único metal pesado analizado que se encuentra por encima de la norma (0.1 ppm Decreto 1594/84). El mercurio no tiene niveles establecidos dentro de este Decreto y los demás metales pesados se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por la norma.

Presencia de cromo por encima de la norma según procedencia de agua de riego: de las 72 muestras de agua de riego tomadas, 19 (26%) se encontraron por encima de la norma establecida para este parámetro y 53 (74%) por debajo de la norma.

En la tabla I se observan los valores que se encontraron por encima de la norma según la fuente de riego: el 50% tienen como fuente de agua de riego el río Tunjuelito, el 43% como fuente aguas sanitarias, aguas lluvias y río Tunjuelito, y el 24% vallados, aguas sanitarias y aguas lluvias.

Plaguicidas: no existe norma de niveles permisibles en agua de riego para los plaguicidas analizados en el estudio como son:

- Organofosforados: profenofos, diazinón, metilparathión, malathión, etilparathión, clorpirifos, etión, triclorvos, diclorvo.
- Organoclorados: α BHC, β BHC, γ BHC, δ BHC, heptacloro, aldrín, heptacloro epóxi, endosulfan I, pp'DDD, endosulfan II, pp'DDT, endrín aldehído, metoxicloro, pp'DDE, endrín y dieldrín.
- Carbamatos: aldicarb, carbofuran, carbaril y benomil.

En vista de que no se puede realizar una comparación de los niveles de plaguicidas encontrados frente a una norma específica, sí podemos concluir en este estudio que de acuerdo con la fuente de riego de donde se suministre agua para el cultivo, hay más probabilidad de encontrar mayor número de plaguicidas si está involucrada agua proveniente del río Tunjuelito. Si la procedencia del agua es de pozo el número de plaguicidas

es más bajo. Por ejemplo, en la fuente de riego 1 (vallados, aguas sanitarias y aguas lluvias) que representa el 73% de la procedencia del agua de riego, se podrían detectar hasta diez plaguicidas de los analizados; en la fuente de riego 3 (vallado, aguas lluvias, aguas sanitarias y río Tunjuelito) que representa el 11%, se pueden detectar hasta 14 plaguicidas; en la fuente de riego 4 (río Tunjuelito), que representa el 8%, se pueden detectar hasta cuatro plaguicidas y en la fuente de riego 5 (agua de pozo) se puede detectar un plaguicida (tabla 2).

Durante el muestreo se pudo apreciar que de los 28 plaguicidas analizados, se encontró mayor porcentaje de carbamatos (43,5%), seguido por organoclorados (39,3%) y un 17% de organofosforados.

Los organoclorados que más se detectaron fueron Heptacloro, BHC y Endosulfán I. Los organofosforados que se detectaron fueron Metilparathión, Etilparathión y Malathión, este último en mayor porcentaje. Todos los carbamatos analizados se pudieron detectar. El Aldicarb se presenta en mayor número de muestras, seguido del Benomil, Carbofuran y el Carbaryl.

Descripción de resultados en hortalizas. Metales pesados

En todas las muestras analizadas se detectaron niveles de arsénico, plomo, cadmio y mercurio. No se encuentra norma establecida para estos metales en el *Codex alimentarius* y la EPA (11). La distribución porcentual de las hortalizas analizadas que presentaron metales pesados con mayor frecuencia fue: acelga con 27.3%; brócoli con 20.1%; lechuga con 12.2%; apio con 10%; tallos con 7.1%; rábano con 5.7%. Debido a la falta de normatividad de niveles permisibles de metales pesados en hortalizas no se pudieron comparar los niveles obtenidos durante el muestreo; solamente podemos concluir que se encuentran niveles de metales pesados en todas las hortalizas muestreadas durante el estudio sin dar ningún tipo de conclusión frente a la problemática de los mismos.

PLAGUICIDAS EN HORTALIZAS

Teniendo en cuenta que para algunos plaguicidas y productos existen niveles permisibles en el *Codex alimentarius* y la EPA, los niveles encontrados en este estudio se encuentran por debajo de la norma vigente. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los organoclorados están prohibidos para uso en alimentos de consumo directo o fresco (hortali-

zas). Las hortalizas brócoli, tallos, acelga, rábano y colinabo, en su orden, presentan los mayores niveles de plaguicidas organoclorados.

Los organoclorados que más se presentaron durante el muestreo fueron BHC, eldrín, dieldrin y endosulfan.

Los organofosforados que más se identificaron durante el estudio fueron metilparathión, malathión y etilparathión. De los plaguicidas organofosforados el de mayor persistencia y concentración en hortalizas (brócoli, tallos y acelga) es el malathión, pero se encuentra dentro de los límites establecidos en el *Codex alimentarius*. Se identificaron todos los carbamatos analizados, con porcentajes más altos para carbaril y carbofuran.

Descripción de resultados en suelos. Plaguicidas en suelos: considerando la no existencia de normas para niveles de plaguicidas en suelos se puede observar que:

- Organoclorados: se detectaron Dieldrin (60%), p-p'-DDD (60%), heptacloro epóxi (40%), BHC (40%), Endosulfan I (30%) y p-p'-DDT (30%). Sólo una muestra no presentó organoclorados.
- Organofosforados: sólo se detectaron malathión (20%) y etilparathión (20%).
- Carbamatos: se detectaron benomil (10%), carbofuran (10%) y carbaryl (10%) en tres muestras diferentes.

La distribución de niveles detectables de plaguicidas según fuente de riego fue mayor en la muestra de procedencia 3 (aguas lluvias, aguas sanitarias y río Tunjuelito) con número entre 7 y 14 plaguicidas detectados, destacando que para la muestra de fuente de riego 5 (agua de pozo), no se encontró ninguno de los plaguicidas analizados.

Metales pesados en suelo: En las diez muestras analizadas para suelos se detectaron niveles de arsénico, cromo, cadmio, plomo, mercurio, sin tener normatividad para ser comparada. Llama la atención que el mayor número de metales y con valores máximos fueron encontrados en la única parcela ubicada en la zona del Porvenir.

El cromo fue el metal pesado que presentó los niveles máximos y el mayor rango en las concentraciones; estos hallazgos se comportaron de manera similar a lo observado en el agua de riego en donde el cromo supera los límites permisibles de la normatividad vigente.

DISCUSIÓN

El desarrollo del estudio se retrasó debido a la temporada de lluvias que se presentó durante todo el tiempo en que se ejecutó el proyecto, por lo cual la variable de clima no se pudo analizar frente a la concentración de los contaminantes en el agua de riego, las hortalizas y el suelo. Los análisis de las muestras se realizaron con tecnología de punta en laboratorios reconocidos por las autoridades sanitarias y ambientales.

Se pudo desarrollar un trabajo con participación de nuestra comunidad; ellos demostraron interés en los resultados y en las alternativas de solución propuestas.

Se logró concertar y discutir los resultados del estudio con las entidades nacionales y distritales involucradas en el manejo de la problemática, como Ministerio de Salud, ICA, Ministerio de Agricultura, Invima, Secretaría Distrital de Salud, Dama, con el fin de definir competencias y estrategias de trabajo sobre la situación de plaguicidas y metales pesados en agua de riego, suelo y hortalizas. A partir de esto, durante el año 2001, a través del proyecto PAB, se efectuará capacitación y asesoría técnica a los pequeños agricultores en la localidad 7 de Bosa.

Los horticultores se dedican a esta actividad agrícola de manera artesanal y no tienen asistencia técnica para el manejo y uso de los plaguicidas, lo que conlleva el incorrecto manejo de agroquímicos que afecta cultivos, suelos, corrientes de agua y seres humanos, como se demuestra en la presencia de niveles de plaguicidas como organoclorados y organofosforados que están prohibidos en Colombia y el mundo, o restringidos sólo a cultivos de carácter productivo que no sean de consumo directo, tales como el algodón.

Existe un vacío normativo de los valores límite permisibles para plaguicidas en agua de riego para uso agrícola y metales pesados en hortalizas y suelo.

Dado que las hortalizas son vendidas sin análisis de control de calidad para niveles de plaguicidas y metales pesados, es importante que se diseñen estrategias que permitan evaluar el grado de contaminación en este tipo de alimentos.

Existen parámetros de niveles permisibles para algunos plaguicidas en hortalizas; comparando los resultados obtenidos en este estudio, todos se encuentran dentro de la norma vigente; sin embargo, es importante

recalcar que algunos organoclorados detectados en el estudio están prohibidos para uso en alimentos de consumo directo o fresco como son las hortalizas.

CONCLUSIONES

A partir de este estudio se plantean las siguientes recomendaciones:

Revisar y ajustar la legislación vigente frente a la presencia de niveles de plaguicidas y metales pesados, especialmente mercurio y plaguicidas en agua de riego, metales pesados en hortalizas y metales pesados y plaguicidas en suelos para uso agrícola.

Brindar apoyo y asistencia técnica a los pequeños agricultores, basándose en su realidad socioeconómica, buscando alternativas para evitar o disminuir la contaminación de sus cultivos a través de convenios o concertación con entidades técnicas en estos temas. La asesoría debe incluir contenidos mínimos como: uso seguro de plaguicidas, manejo de los productos, capacitación sobre productos prohibidos o restringidos, medidas de prevención para evitar intoxicaciones, higiene industrial, higiene personal, primeros auxilios, etiquetado de productos, fichas técnicas de los productos, utilización de elementos de protección personal, manejo de residuos, eliminación de recipientes y alternativas para evitar el uso de sustancias agroquímicas.

Efectuar controles médicos periódicos a las personas dedicadas al cultivo de hortalizas y a su grupo familiar; canalizándolos hacia el sistema de seguridad social en salud al cual se encuentre afiliado este grupo.

Desarrollar técnicas de riego alternativas para disminuir la contaminación, disminuir la cantidad de agua utilizada, recurrir a agua lluvia almacenada en tanques, separar vallados de aguas lluvias y aguas residuales, utilizar agua de pozo, no utilizar agua de los ríos Tunjuelito o Bogotá y no utilizar residuos de curtidores como abono.

Implementar buenas prácticas agrícolas: periodo de carencia (tiempo de espera entre la fumigación o el riego y el tiempo de ser expendidos los productos en el mercado).

Es necesario que entidades como el Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Salud apoyen programas para el estudio de residuos tóxicos en alimentos crudos y preparados.

Incorporar a la comunidad en los procesos de capacitación y asesoría, y hacerla parte de la gestión para el control de contaminantes en las hortalizas que se expenden y consumen dentro de la localidad.

AGRADECIMIENTOS

El equipo de investigadoras agradece la colaboración del Cabildo Indígena Muisca de la localidad 7 Bosa, por su participación activa en el desarrollo del proyecto.

También hacemos un reconocimiento a la Secretaría Distrital de Salud por el financiamiento de esta investigación; al Grupo de Investigaciones y la interventora de la Dirección de Salud Pública que siguieron paso a paso el cumplimiento de los objetivos del estudio.

No podemos olvidar el apoyo decidido de las directivas del Hospital Pablo Vi, Bosa ESE, sin el cual no hubiéramos podido llevar a cabo esta empresa.

Y a todos los presidentes de las juntas de acción comunal del sector donde están ubicadas las parcelas objeto de este estudio, por su colaboración en la convocatoria e información a la comunidad del inicio y desarrollo del proyecto.

A toda la comunidad que participó en el estudio por su amabilidad y comprensión durante todas las etapas del proyecto.

REFERENCIAS

1. L Mejía. Calidad de las aguas de riego. Generalidades sobre las características y composición de las aguas del río Bogotá para riego. Memorias Primer Seminario de Impacto Ambiental en Proyectos Agrícolas y Energéticos. Bogotá: 1995: 126-134.
2. García BE, Montenegro RO, Rubiano CJ, Alfaro R, Caicedo A, Ocampo OA et al. Determinación de los niveles de contaminación por metales pesados tóxicos en los principales sub-sistemas de producción de la planicie baja del río Bogotá. Regional 6 y Pronatta. Bogotá: Corpocoica; 1999: 49-60.
3. Torrado PA. Residuos de plaguicidas en hortalizas. Primer Curso Nacional de Hortalizas de Clima Frío. Bogotá: Conferencias ICA; 1992: 185-194.
4. Centro Toxicológico Secretaría Distrital de Salud Bogotá. Identificación de plaguicidas residuales en hortalizas cultivadas en la sabana de Bogotá y aguas de riego. Bogotá: Secretaría Distrital de Salud; 1995.
5. Ministerio de salud de Colombia. Restricciones y prohibiciones de plaguicidas de uso agrícola. Bogotá: Ministerio de Salud; 2000.
6. Secretaría Distrital de Salud. Diagnóstico local de salud con participación social. Bogotá: Secretaría Distrital de Salud; 1998.
7. Grosser AZ, Ryan JF, Dong MW. Environmental chromatographic methods and regulations in the United States of America Review. *Journal of Chromatography* 1993; 642: 75-87.
8. Lefevre M y Col. Mercurio total en cabellos. Quebec: Centre de Toxicologie du Quebec; 1985: 1-9.
9. Vallejo, MC. Análisis toxicológico. Toxicología General. Consejo Colombiano de Seguridad; 1989.
10. Quiroga C, Echeverri D, Pinzón N, Sichacá A. Diagnóstico de los niveles de contaminación por plaguicidas y metales pesados en los cultivos de hortalizas y trabajadores de los mismos. Localidad 7, Bosa. Bogotá D. C.: 2000. Hospital Pablo VI, Bosa ESE. Bogotá: Secretaría Distrital de Salud; 2000: 120-121.
11. Comisión del Codex Alimentarius FAO/OMS. Codex Alimentarius: Lista de los límites máximos del Codex para residuos en plaguicidas y límites permisibles para residuos extraños. FAO/OMS 1995; 2: 15-301.

TABLA I
NIVELES DE CROMO QUE SOBREPASAN LA NORMA
SEGÚN FUENTE DE AGUA DE RIEGO

Fuente agua de riego	Muestras positivas > 0.1 ppm	Muestras negativas < 0.1 ppm	Total de muestras	Distribución %
1. Vallado, aguas sanitarias y lluvias	14	43	57	24 %
2. Vallado, aguas lluvias	0	0	0	0
3. Vallado, aguas sanitarias, aguas lluvias y río Tunjuelito	3	5	8	43 %
4. Agua río Tunjuelito	2	2	4	50 %
5. Pozo	0	3	3	0 %
TOTAL	19	53	72	

Nota: Norma decreto 1594/84 Art. 40 y 41; niveles de cromo: 0.1 ppm en agua para uso agrícola.

TABLA 2
MEDICIONES POSITIVAS DE PLAGUICIDAS EN AGUA DE RIEGO

Fuente de riego	Muestras	Plaguicidas encontrados
1	27(11%)	10
3	4(25%)	14
4	3(33%)	4
5	3(67%)	1

Fuentes de riego. 1: vallado, aguas lluvias y aguas sanitarias; 2: vallado, aguas lluvias; 3: vallado, aguas sanitarias, aguas lluvias y río Tunjuelito; 5: Pozo.

