

Salud Pública de México, Vol. 35, Núm. 6 (1993)

# PROBLEMAS DE SALUD ASOCIADOS AL RIEGO AGRÍCOLA CON AGUA RESIDUAL EN MÉXICO

## AUTORES

ENRIQUE CIFUENTES, M.C., M. MED SCI., PH.D.<sup>(1)</sup> URSULA BLUMENTHAL, M.SC., PH.D.<sup>(2)</sup>  
GUILLERMO RUIZ PALACIOS, M.C.<sup>(3)</sup> STEPHEN BENNETT, M.SC, PH.D.<sup>(2)</sup> MARIA QUIGLEY, M.SC.<sup>(2)</sup>  
ANNE PEASEY M.SC., PH.D.<sup>(2)</sup> HUMBERTO ROMERO-ALVAREZ, ING<sup>(4)</sup>

(1) Centro de Investigaciones en Salud Pública, Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca, México

(2) Department of Epidemiology and Population Sciences, London School of Hygiene and Tropical Medicine, England

(3) Departamento de Infectología, Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", México

(4) Comisión Nacional del Agua, México

## RESUMEN

*En este estudio se analizan algunos de los problemas de salud pública, relacionados con el uso de aguas residuales en la agricultura de los distritos de riego 03 y 100 del centro de México. La investigación tuvo como objetivo evaluar el impacto de esta práctica en las enfermedades diarreicas e infecciones intestinales. Se utilizaron métodos transversales, tanto en la época de lluvia como en la de sequía. En este trabajo se presentan avances de la segunda encuesta, la que se aplicó en 2049 viviendas de familias campesinas de zonas temporaleras, mismas que fueron clasificadas en los siguientes grupos: de alta exposición, exposición intermedia y baja exposición. Los resultados obtenidos indican que el riesgo de infección por *áscaris lumbricoides* en la población infantil, es mayor en los grupos de exposición alta e intermedia, que en los controles (IC 95% = 4.0-67.3 y 4.7-78.8, respectivamente). Los niños de las familias altamente expuestas también mostraron mayor prevalencia de enfermedades diarreicas que los del grupo de control (IC 95% = 1.03-2.03). Se espera que los resultados del estudio contribuyan a fundamentar las decisiones en los programas de reuso del agua residual.*

## ABSTRACT

*Over 85 000 hectares in the Mezquital Valley of central Mexico are irrigated with wastewater. The main crops are fodder and cereal crops. A two cross-sectional survey was carried out to test the impact of exposure to raw wastewater and from storage of that wastewater in reservoirs. The main outcomes were Diarrhoea disease and parasitic infections in farmworkers and their families. The total study population in the dry season included 2 049 households. The study population was classified in households where the farmworker is exposed to untreated wastewater (exposed group), households exposed to reservoir water (semi-exposed group), and households where the farmworker practices rainfed agriculture (control group). Preliminary analysis of the data has been carried out. Current information indicates that the risk of *Ascaris lumbricoides* infection is much higher in the exposed group than in the control group (95% CL= 4.0-67.3 and 4.7-78.8). According to the procedures employed, exposed children from exposed households were at higher risks of Diarrhoea disease than controls (95% CL= 1.03-2.03). The final results of this study are expected to aid decisions within the reuse programmes in developing countries.*

Introducción

*ENTRE LOS RETOS que enfrentan las ciudades actuales, está la escasez de agua para el uso doméstico e industrial, siendo quizá uno de los más urgentes por resolver; el otro es el volumen de riego agrícola que se requiere para cubrir las necesidades alimentarias. Una solución para este conflicto radica principalmente en el reuso del agua. No obstante, y en la medida que esa posibilidad se desarrolle, la información resulta imprescindible para fundamentar las decisiones que afectan a la sociedad en general.*

*Shuval y Bartone resumieron parte de la historia del uso de las llamadas aguas residuales y prácticas relacionadas.<sup>1,2</sup> La contribución de estos investigadores consistió, entre otros aspectos, en cuestionar los criterios que durante décadas se han manejado, para valorar la calidad microbiológica del agua con destino agrícola.<sup>3</sup> Estos trabajos permitieron reunir evidencias sobre los riesgos epidemiológicos, pero también aportaron valiosa información sobre los beneficios potenciales asociados al reuso del agua.*

*En este artículo se exponen algunos avances de nuestra investigación sobre el impacto epidemiológico del uso de agua residual en la agricultura. La información se recabó en los distritos de riego 03 y 100, y con propósitos comparativos en zonas temporaleras, del estado de Hidalgo. Los objetivos del estudio fueron:*

- a) Evaluar los efectos del uso del agua residual en la salud de las familias de trabajadores agrícolas.*
- b) Evaluar los lineamientos propuestos por la organización Mundial de la Salud (OMS), para el uso de aguas residuales en la agricultura y acuicultura.*
- c) Proponer intervenciones de protección.*
- d) Desarrollar estudios sobre otros posibles problemas asociados al empleo de agua residual en la agricultura.*

#### *Material y Métodos*

*El diseño del estudio requirió de una definición de los grupos, por lo que fue necesario realizar un perfil socio- demográfico de la población y su entorno, enfocado este último en los factores de riesgo. Inicialmente el área de estudio se dividió en zonas de acuerdo al tipo de agua utilizada en las tareas del campo. Se abarcaron más de 100 mil hectáreas, entre áreas de riego y temporal; se clasificaron los canales, ríos, manantiales y pozos, delimitándose con la mayor claridad posible las comunidades que dependen de la lluvia para sus cultivos. Los directivos y técnicos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) proporcionaron información sobre la operación del sistema de riego, particularmente de las presas de retención. En sus expedientes se encontraron valiosos datos relativos a los ciclos agrícolas, administración del sistema general y los cultivos permitidos, así como los reglamentos y mecanismos formales de distribución del líquido a los agricultores.*

*Un grupo de estudiantes de sociología, supervisado por los responsables del proyecto, realizaron la ubicación de los poblados y caseríos seleccionados del último censo nacional. Simultáneamente se montó un laboratorio en las instalaciones de la SARH de la zona y se estableció un dispositivo para la captura de los datos. La investigación concluyó a finales de 1991.*

*El área de estudio se dividió en cuatro regiones básicas:*

- 1. La zona regada con agua "cruda" o "negra" que llega directamente de la zona metropolitana de la Ciudad de México.*
- 2. La zona que utiliza agua residual almacenada en la presa Endho, cuyo afluente recibe aportaciones de agua "cruda" (similar, aunque en menor proporción, a la descrita en el número 1), en su curso hacia las parcelas.*
- 3. La zona que se riega con el afluente de las presas Rojo Gómez y Vicente Aguirre, que retienen los excedentes de la presa Endho. Es importante señalar que el agua de esta zona ha estado sujeta a doble retención en las presas, antes de ser aplicada en las parcelas.*

4. La zona que no recibe aguas residuales y, por lo tanto, depende fundamentalmente de la lluvia para la producción agrícola.

Una vez caracterizada la zona, se realizó el censo de hogares, con el propósito de identificar las familias de los agricultores y estructurar el marco muestra para el estudio. Se visitaron más de 12 000 viviendas, de las cuales se excluyeron casi 7 000 porque declararon que su empleo era diferente al de la agricultura al momento de la visita. Basados en el procedimiento de inclusión, los datos del censo permitieron agrupar a las familias en categorías de riesgo, calculado el tamaño de la muestra necesario para detectar diferencias de 10 y 15 por ciento, en las prevalencias entre los grupos.

Siguiendo el diseño original, se realizaron dos estudios transversales, en épocas diferentes del ciclo agrícola: en la temporada de lluvias y durante la sequía.

Un total de 2 745 viviendas y más de 13 000 individuos se involucraron en la primera encuesta, mientras que en la segunda participaron 2 927 viviendas y más de 14 500 personas. En ambas, las cifras finales resultaron de exclusiones a lo largo del análisis de la información. A continuación se resumen los procedimientos más importantes de la época de sequía.

La encuesta de la época de sequía comprendió los siguientes grupos:

- 855 familias que realizan labores del campo con agua residual "cruda" o "negra" (exposición alta).
- 965 familias que riegan con agua residual que sale de una sola presa (Endho); (exposición media).
- 930 familias que dependen del temporal (lluvia) en la producción agrícola (exposición baja o controles).

Durante la recopilación de los datos se aplicaron entrevistas estructuradas y pruebas parasitológicas. Las primeras comprendieron variables de interés familiar (saneamiento y características socioeconómicas). En estas entrevistas también se aplicaron cuestionarios individuales en los que se recabó información sobre exposición reciente, sitios y actividades durante el contacto. Los cuestionarios individuales contenían preguntas sobre enfermedades diarreicas, durante las últimas dos semanas.<sup>4</sup> Al día siguiente, se recogieron las muestras de materia fecal de cada individuo, en frascos que previamente se etiquetaron y que fueron entregados al finalizar las entrevistas.

En el análisis final de los datos, sólo se incluyeron las viviendas en las que se determinó, mediante procedimientos computarizados, el origen y el tipo de agua o "nivel de exposición". Una vez depurada la información, los procedimientos analíticos más importantes fueron las pruebas de asociación entre la exposición y la prevalencia de enfermedades diarreicas e infecciones intestinales. El lapso considerado se definió de acuerdo con las características de transmisión de cada situación en particular, diferenciándose la exposición de un mes anterior a la visita (para las enfermedades diarreicas) y la ocurrida en los pasados dos meses o antes, para el caso de infección por *A. lumbricoides*. Las muestras de excremento fueron procesadas mediante la técnica de Faust, para buscar y registrar los huevecillos de helmintos y quistes de protozoarios.

## MONITOREO AMBIENTAL

Para el monitoreo ambiental se recogieron muestras de agua, con intervalos mensuales, en sitios previamente seleccionados de la retícula de canales de riego. Los lugares fueron definidos con el propósito de obtener estimaciones de la calidad del líquido empleado por los grupos de alta y mediana exposición, y también para medir los cambios ocurridos en la calidad del agua, por el supuesto efecto de la retención en las presas de almacenamiento. Los indicadores de la calidad del agua fueron los coliformes fecales y huevecillos viables de helmintos, como lo recomienda la OMS.<sup>5</sup>

### Resultados

La encuesta de sequía incluyó 10 490 individuos de 2 049 viviendas. Un total de 8 487 muestras de heces se recogieron para este estudio, lo que representa una participación superior al 80 por ciento.

El cuadro I muestra las prevalencias de *Ascaris lumbricoides*, *Giardia lamblia* y *Entamoeba histolytica*

encontradas en la población. La prevalencia de *A. lumbricoides* es similar en la población infantil de los grupos de alta y mediana exposición, pero mucho mayor en el de familias de baja exposición (RR= 16.3, IC 95% = 4-67.3 y RR= 19.2, IC 95%= 4.7-78.8). En el grupo de cinco a 14 años y en el de individuos de mayor edad, se encontró un descenso en el riesgo de infección en comparación con el de exposición intermedia, integrado por las familias que usan el agua que sale de la presa Endho (RR = 0.7, IC 95%= 0.5-0.9,  $p = <.05$ , y RR= 0.6, c 95%= 0.4-0.9,  $p = <.05$ , respectivamente).

<b>CUADRO I</b>			
Prevalencia de parasitosis intestinales, según la exposición y edad			
	Grupos de exposición		
	Alta Agua negra	Baja Control	Intermedia 1a. Presa de retención
<i>Ascaris lumbricoides</i>			
0 - 4 años	10.0 (34/341)	0.6 (2/327)	11.7 (42/357)
5 - 14 años	12.5 (94/759)	1.0 (8/809)	8.5 (67/795)
15 + años	4.5 (60/1394)	0.0 (0/1243)	2.5 (39/1515)
<i>Giardia lamblia</i>			
0 - 4 años	21.2 (46/217)	20.5 (67/327)	16.5 (38/230)
5 - 14 años	13.5 (60/442)	12.5 (101/809)	14.0 (66/480)
15 + años	4.5 (16/347)	4.0 (48/1243)	6.0 (28/472)
<i>Entamoeba histolytica</i>			
0 - 4 años	6.5 (22/341)	6.7 (22/327)	6.4 (23/357)
5 - 14 años	17.0 (127/759)	14.0 (113/809)	20.5 (161/795)
15 + años	16.5 (229/1394)	15.0 (188/1243)	17.5 (262/1515)

Fuente: Encuesta de sequía, Valle del Mezquital 1991

La prevalencia de *Giardia lamblia* es más elevada en los niños de menor edad que en el resto de la población; sin embargo, no se detectaron diferencias entre los grupos de exposición. La única que se encontró fue en los individuos mayores de 15 años: la prevalencia de infección es más alta en el grupo de exposición intermedia, que en las personas del grupo de control (RR= 1.54, IC 95%= 0.98-2.42). Anteriormente se señaló un hallazgo análogo en la encuesta de lluvias.<sup>3</sup>

En cuanto a la infección por *E. histolytica*, se descubrió una mayor prevalencia entre la población de más de cinco años.

Dentro de esta categoría de edad, la información indica mayores prevalencias entre los expuestos a agua residual "cruda" y los del grupo de exposición intermedia, en comparación con la detectada en los de baja exposición. La prevalencia de infección es mayor en los sujetos entre cinco y 14 años del grupo de exposición intermedia que en los controles (RR= 1.45, IC 95% =1.16-1.81,  $p = <.001$ ).

El cuadro II muestra las prevalencias de enfermedades diarreicas detectadas en la encuesta de sequía. En la población infantil la prevalencia es mayor en el grupo de alta exposición que en los controles (RR= 1.4, IC 95% = 1.03- 2.03,  $p = <.05$ ); el análisis no reveló diferencias significativas

entre el grupo de exposición intermedia y baja (RR= 1.1). En los niños de cinco a 14 años, la prevalencia de enfermedades diarreicas es mayor en los grupos de alta y mediana exposición; la diferencia resultó significativa sólo para el último grupo (RR= 1.8, IC 95%=1.2-2.6, p= <0.01). No se encontraron diferencias entre los grupos pertenecientes a la población adulta.

	Grupos de exposición		
	Alta	Baja	Intermedia
	Agua negra	Control	La Presa de retención
0 - 4 años	19.6 (56/285)	13.6 (55/404)	15.5 (47/302)
5 - 14 años	6.5 (42/656)	4.5 (45/1028)	8.0 (51/651)
15 + años	8.0 (43/546)	7.0 (119/1749)	8.5 (53/631)

Fuente: Encuesta de sequía, Valle del Mezquital, 1991

#### MICROBIOLOGIA DEL AGUA DE RIEGO

El agua residual "cruda" o "negra" posee altas concentraciones de los microorganismos empleados como indicadores: 108 coliformes fecales/100 ml y 70 huevecillos de *Ascaris lumbricoides*/l; dicha concentración disminuye considerablemente en el afluente de la presa Endho.

La información permite afirmar que la concentración de coliformes fecales varía a lo largo del tiempo, de manera que en estudios posteriores se comprobarán estas variaciones, particularmente en relación a los lineamientos de la OMS.

#### Discusión

El artículo presenta algunos avances del impacto del uso de aguas residuales, en una zona de México que depende considerablemente del riego para la producción del forraje y maíz. Los objetivos más importantes de estas investigaciones, fueron:

1. Definir el efecto de la exposición al agua residual de diferente calidad microbiológica.
2. Estimar el efecto de las presas en la concentración de indicadores de calidad del riego.
3. Proponer estrategias de protección, dirigidas a las familias de trabajadores agrícolas.

Los resultados obtenidos indican que la exposición al agua residual "cruda" o "negra" aumenta los riesgos de infección por *A. lumbricoides* entre los niños y adultos. De acuerdo con los datos de la encuesta de sequía, los niños del grupo de mayor exposición, experimentan mayores riesgos a las enfermedades diarreicas e infecciones amebianas; estas últimas, aparentemente, en menor proporción.

La información recabada señala que algunos de los riesgos no disminuyen satisfactoriamente por el hecho de que el agua residual pase por la presa Endho. Aun cuando las cuentas de huevecillos y coliformes fecales resultaron menores en el agua que sale de la presa, es probable que las mezclas o aportaciones de agua negra, que ocurren en el trayecto del canal de salida, estén contribuyendo a las altas prevalencias de infecciones por *A. lumbricoides* detectadas en este grupo.

El análisis de la información de ambas encuestas está por finalizar. Los procedimientos inmediatos

*seguramente señalarán la importancia de los confusores, que quizá expliquen, por ejemplo, las prevalencias de Giardia lamblia entre los adultos del grupo de exposición intermedia. Sin embargo, la información con que se cuenta indica que las medidas vigentes en los distritos de riego (p.e. restricciones en el tipo de cultivos), son insuficientes para proteger la salud de las familias de trabajadores agrícolas expuestos al agua residual.*

#### **AGRADECIMIENTOS**

*Este proyecto recibió financiamiento y apoyo técnico de:*

- Commission of the European Communities; Science and Technology for Development (Contratos TS2-0085-UK y TS2- 0140- MX CJR).*
- Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", México. Overseas Development Administration (UK).*
- Comisión Nacional del Agua, México.*

*Agradecemos también el apoyo de la Dirección de los Distritos de Riego 03 y 100, SARH Hidalgo.*

#### **Bibliografía**

- 1. Shuval HI, Adin A, Fattal B, Rawitz E, Yekutiel P. Wastewater irrigation in developing countries: Health effects and technical solutions. Washington D.C.: The World Bank, 1986. World Bank Technical Paper, No. 51. Integrated Resource Recovery Series, UNDP Project Management Report No. 6.*
- 2. Bartone RC, Arlosoroff S, Shuval HI. Implementing water reuse. En: Proceedings Water Reuse Symposium IV AWWA Research Foundation: Denver, 1988.*
- 3. Cifuentes E, Blumenthal U, Bennett S, Ruiz-Palacios G, Peasey A. Escenario epidemiológico del uso agrícola del agua residual. Salud Publica Mex. (En prensa).*
- 4. World Health Organization. Guidelines for a sample survey of Diarrhoea disease morbidity, mortality and treatment rates: WHO Diarrhoea diseases control programme document. Geneva: WHO 1984.*
- 5. World Health Organization. Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. Geneva: World Health Organization, 1989:74. Technical Report Series No. 778.*