CAPITULO 1

INTRODUCCION GENERAL

El agua es el elemento distintivo de la tierra.
Por lo tanto, uno debería suponer que los seres humanos
serían respetuosos del agua, que buscarían mantenerla
en sus reservas naturales y salvaguardar su pureza.
J.W.Maurits la Rivière

SUMARIO

En los últimos 25 años, la preocupación originada por la contaminación química y su impacto sobre la salud pública y el ambiente, desviaron la atención de científicos, autoridades y público en general de la problemática producida por la contaminación microbiológica de origen humano.

Las enfermedades producidas por el agua contaminada biológicamente tiene un alto costo social. En los países desarrollados, la emergencia de nuevas enfermedades como la "cryptosporidiosis" han causado graves epidemias y generado un fuerte impacto económico; pero en los países en vías de desarrollo, prevalecen endémicamente e inciden, de manera negativa, en el progreso y, en los grupos de población más vulnerables, producen una alta mortalidad.

El agua de baja calidad microbiológica que bebe la gente o el agua contaminada que afecta al entorno residencial o laboral donde existen grupos de individuos, es una factor determinante en la salud pública de una región o un pueblo; su efecto se manifiesta, en una gran parte de los casos, en forma de enfermedades gastrointestinales. Las aguas residuales generadas por las poblaciones son aguas contaminadas; En algunos países se reutilizan en la agricultura y la piscicultura. El reciclaje de este recurso, cuando bacterias, virus y helmintos no han sido sustraídos por tratamiento, tiene un impacto sobre la salud de los usuarios y sus familias. En México el reuso de las aguas residuales en agricultura es una costumbre. Las infecciones intestinales en este país son una de las principales causas de morbilidad y la catorceava causa de mortalidad; y, al menos, un parte de estas infecciones tiene su origen en reuso de esas aguas.

Se describe la importancia de la evaluación epidemiológica del reuso de las aguas residuales no tratadas en una población del Valle de Juárez, Edo. de Chihuahua, y se presenta la organización de la disertación.

INTRODUCCION GENERAL

1.1. INTRODUCCION

Enfermedades Transmisibles Vía Agua

Las enfermedades transmitidas por agua son un grave problema de salud pública y ambiental en la mayoría de los países en vías de desarrollo. En 1996, las enfermedades relacionadas con el agua fueron la causa de aproximadamente 4 millones de muertes infantiles (UNICEF, 1997; Doyle, 1997). El origen de estas enfermedades es multifactorial, siendo las causas más importantes el nulo acceso al agua potable y la falta de saneamiento básico que permita el tratamiento del agua y la disposición adecuada de las excretas. Según la Academia Americana de Microbiologia, en los últimos veinte años la contaminación química del agua ha atraído la atención de las agencias nacionales y de los organismos internacionales de salud en detrimento del interés por la contaminación biológica del agua cuando, en realidad, el mayor impacto a la salud pública tiene su origen en el agua microbiológicamente contaminada (AAM, 1996). La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que en los paises en vias de desarrollo 1,100 millones de personas no tienen acceso al agua potable y 2,900 millones -el equivalente al 50% de la población del planeta- no cuentan con sistemas de saneamiento higiénico (WHO, 1998).

La séptima pandemia de cólera -producida por el *Vibrio cholera*-, que comenzó en Indonesia en 1961 y llegó a las costas del Perú en 1991, evidenció, en la región de América Latina, una desinfección inadecuada del agua de consumo, insuficiente infraestructura de saneamiento básico y el deterioro de la infraestructura existente, lo que propició una acelerada dispersión de la enfermedad por América del Sur, América Central y México en un lapso menor a cinco meses (PAHO/WHO, 1994). Los casos y muertes por cólera reportados en 1995 por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) fueron de 1,076,372 casos y 10,098 muertes (EID, 1995; PAHO/WHO, 1995; Tauxe, 1995).

Los países desarrollados no son invulnerables a las enfermedades microbiológicas transmitidas vía agua. En 1976 se diagnosticó el primer caso en humanos de una enfermedad emergente: la criptosporidiosis, infección causada por el *Cryptosporidium parvum* y transmitida por el agua. En 1984, en Estados Unidos se identificó el primer brote epidémico por agua de pozo de esta enfermedad. En los siguientes años se

comenzaron a detectar brotes epidémicos de criptosporidiosis en países avanzados como Alemania, Inglaterra y Japón, asociados con las aguas de recreación y, principalmente, con el recurso hidráulico proveído por las empresas municipales de agua. En 1993 se produjo el mayor brote epidémico transmitido por agua en la historia de los Estados Unidos: la ciudad de Milwaukee, Wisconsin, registró aproximadamente 403,000 casos y 147 muertes por criptosporidiosis (CDC, 1997; Guerrant, 1997).

En México, la Secretaría de Salud (SSA) reportó a las enfermedades infecciosas intestinales como la catorceava causa de mortalidad general en 1997; y dentro del grupo de las enfermedades transmisibles, las infecciosas intestinales fueron la segunda en importancia, donde el saneamiento constituyó uno de los factores más importantes en la transmisión (Secretaría de Salud, 1998).

Algunos países desarrollados han establecido y conducen, desde hace más de 50 años, un sistema de vigilancia epidemiológica para los brotes de enfermedades transmitidas por agua. El sistema de Estados Unidos registró, entre 1920 y 1990, 1,674 brotes epidémicos que involucraron a 450,000 personas y produjeron 1,083 muertes. La causa que se identificó como origen del problema fue el uso de agua contaminada con microorganismos patógenos o agua inadecuadamente tratada (Craun, 1986a, 1986b; Craun, 1991; Herwaldt et al., 1992).

En México, como en otros países en vías de desarrollo, no existe un sistema de vigilancia epidemiológica para las enfermedades de origen hídrico, pero se estima que los niveles de incidencia de las enfermedades infecciosas tiende a mantenerse y hasta incrementarse (Reyes et al., 1998). Esto se debe a que la población de muchas de sus comunidades no accesan con facilidad al agua potable; a que hay una falta de infraestructura de saneamiento básico en las zonas rurales y en la periferia de muchas de sus ciudades; a la existencia de un analfabetismo sanitario en gran parte de la población; a la falta de tratamiento de las aguas residuales urbanas que, en gran parte, se destinan a la irrigación agrícola; a que en el sistema de salud pública las infecciones gastrointestinales y enfermedades diarréicas -a excepción del cólera- no son notificables; y a las deficiencias en el proceso de atención a la salud (Cifuentes et al., 1993; Romero-Alvarez, 1995; Momen, 1998; Reyes et al., op.cit.).

Uso del Agua

La importancia del agua estriba en que es un elemento imprescindible a la vida. El agua dulce es un recurso primario, parte indispensable de todo ecosistema terrestre y de todas

las actividades humanas (Naciones Unidas, 1992) (Tabla 1.1.). Las fuentes de agua dulce, representadas por lagos, lagunas, ríos y arroyos, constituyen alrededor del 0.014% del total del agua almacenada en el planeta (Maurits la Rivière, 1990) (Tabla 1.2).

El agua dulce, como recurso hidráulico, ha dejado de ser renovable en la medida en que el hombre contemporáneo lo ha estado gastando a una velocidad mayor que la tasa en que naturalmente recircula por la biosfera (Nadakavukaren, 1995).

A nivel global, en la actualidad, las actividades agrícolas demandan alrededor del 70% del agua dulce utilizada por el hombre; el 7% se consume en el hogar y el restante 23% se destina a los sectores industriales y energéticos (OMS, 1993).

En México, donde el 75% del territorio tiene menos de la tercera parte del agua dulce de la nación pero cuya zona alberga a las principales ciudades, parques industriales y áreas agrícolas (González-Villarreal, 1994), el 67.17% del agua dulce se destina a riego; el 22.18% al consumo de la población urbana y rural, y sólo el 10.63% al sector industrial (Tabla. 1.3) (INEGI, 1995).

La tendencia indica que, en un futuro próximo, la proporción de agua empleada en la agricultura se modificará negativamente debido a la creciente presión que día a día ejercen otros sectores, como el industrial o el energético, que cuentan con mayor poder adquisitivo.

El efecto de la alta demanda de agua para las actividades de crecimiento y desarrollo social, determinan que la calidad de las fuentes presenten un deterioro que va en aumento y que las aguas subterráneas estén siendo contaminadas y consumidas a una velocidad mayor a la de recarga natural. El resultado es una mayor escasez de agua en vastas regiones del planeta (Lewis, 1990; WDR, 1992).

Las actividades humanas que están ejerciendo presión sobre los recursos de agua dulce superficial y subterránea, son: el incremento poblacional, la falta de tratabilidad de las aguas residuales, el mal manejo de las actividades agrícolas y pecuarias, los procesos de minería, la deforestación, la apertura de caminos y el continuo desarrollo de nuevas áreas turísticas (Roux, 1999).

Debido a que el agua es uno de los más importantes restrictores del desarrollo social y económico del hombre, su escasez y su contaminación amenazan aspectos fundamentales de la seguridad humana, a saber:

- el equilibrio del medio acuático,
- la producción de alimentos,

- la salud pública, y
- la estabilidad social y política

Es por esto que, en aquellos lugares donde el recurso hidráulico es escaso o en donde se carece de fertilizantes para abonar la tierra de cultivo, el hombre ha recurrido al reuso de las aguas de desecho procedentes de las zonas urbanas.

Si tomamos en cuenta que (a) la disposición del agua dulce, (b) las condiciones microbiológicas y químicas de esa agua, y (c) la calidad de vida de las personas están estrechamente vinculadas, observaremos que la transmisión de infecciones gastrointestinales y enfermedades diarréicas depende de una serie de factores biológicos y sociológicos íntimamente entrelazados.

Utilización de Aguas Residuales

Las aguas residuales, o "aguas negras", son "el desperdicio líquido procedente de hogares, locales comerciales y fuentes semejantes que se vierte en sistemas individuales de evacuación (como fosas sépticas o letrinas) o en la red municipal de *cloacas*, y consiste principalmente en *excretas* humanas y aguas servidas" (OMS, 1989). Las aguas residuales de una ciudad también pueden contener desechos líquidos industriales.

La reutilización de las aguas residuales existe desde antes de nuestra era. En la antigua Atenas se regaban los campos de cultivo con las aguas servidas de la ciudad (Metcalf and Eddy, 1972). En la Alemania del siglo XVI, era común el uso de aguas negras en la agricultura (De Turk et al., 1978). En el siglo XIX se puso en práctica en Inglaterra la reutilización de ese recurso (Wolman, 1977) y, a partir de 1870, en los Estados Unidos (Rafter, 1899).

En la actualidad, la reutilización de las aguas residuales es una práctica mundialmente extendida (Tabla 1.4.). Esta tendencia puede deberse a dos grandes motivos: (a) a una actitud conservacionista acorde a un pensamiento de protección al ambiente, o (b) a una necesidad causada por la escasez o la falta de agua para la sobrevivencia o el desarrollo.

El primer caso tiene lugar en los países desarrollados como Alemania, Australia, Canada, España o Estados Unidos, que le dan un tratamiento purificador al agua residual y luego la reciclan. El agua tratada secundaria o terciariamente se destina al riego de campos de golf, campos deportivos, parques, bósques y, en menor escala, al riego de cultivos (Bontoux, 1998).

El agua residual tratada no se destina para abastecer directamente de agua potable a la comunidad que la generó; a lo más, se dispone en el cauce de un río o se reincorpora a las aguas subterráneas. Por ejemplo, en El Paso, Texas, que se abastece de aguas subterráneas, y vierte, mediante un proceso de reinyección, un 68% de las aguas tratadas a los mantos acuíferos; un 17% lo emplea para generar electricidad; y un 15% lo destina al riego de parques, jardines y campos agrícolas (Loera, 1994).

En cuanto a la necesidad del agua provocada por el agotamiento del recurso o por la sobre demanda del mismo, se ha visto que en las regiones áridas y semi-áridas del planeta culquier fuente de agua adquiere relevancia para la supervivencia y el desarrollo económico. En tal sentido, las aguas residuales generadas por los centros de población se convierten en un importante recurso para la producción agrícola.

La demanda de aguas residuales se exacerba debido a varios factores:

- al elevado costo de los abonos artificiales
- a la aceptación sociocultural de esta práctica
- a la demostración, mediante estudios de salud ambiental, de que los riesgos a la salud y los daños al suelo son mínimos siempre y cuando se adopten las precauciones necesarias, y
- al alto costo de las modernas instalaciones para el tratamiento de las aguas residuales (Kandiah, 1993; OMS, op.cit.).

En América Latina México es el país que más hectáreas irriga con aguas residuales y, a nivel mundial, ocupa el segundo lugar, después de China Popular (Mará y Cairncross, 1990). La Comisión Nacional del Agua de México (CNA) estima que en el país se están regando alrededor de 350,000 has con un volumen de 160 m^3/seg de aguas de origen municipal, algunas mezcladas con aguas residuales industriales o con aguas superficiales o de pozo. De esa área, se habían identificado 24,100 hectáreas sembradas con cultivos restringidos de la categoria A de Engelberg; a saber, hortalizas y productos hortofrutícolas que se consumen crudos, como la fresa (CNA, 1993).

Actualmente en México existen más de 30 escenarios donde la irrigación agrícola depende de las aguas negras generadas por igual número de poblaciones y en donde no hay control sanitario alguno, lugares como: Aguascalientes, Chihuahua, La Laguna, Durango, Cd. Juárez, Guadalajara, Monterrey, Morelia, Cd. Obregón, Puebla y el Valle del Mezquital, en el estado de Hidalgo, en donde se encuentra el mayor campo agrícola del mundo regado con las aguas negras provenientes de la Ciudad de México (CNA, op.cit.; Cifuentes et al., 1991, 1993). En este contexto, el Valle de Juárez viene siendo en

importancia el segundo más grande de México y uno de los mayores del mundo (Cifuentes, 1997a).

El constante crecimiento urbano e industrial ha traído consigo un incremento en la producción de aguas servidas que representan, en principio, un problema para su tratamiento y su disposición (SEDUE/CNE, 1992). El Instituto Nacional de Ecología estimaba, a principios de los 90's, que alrededor del 44.3% de las aguas residuales generadas por la población de México, por lo común aguas no tratadas, eran utilizadas en la agricultura (SEDESOL/INE, 1993).

Para proteger al recurso hídrico, al medio ambiente y a la salud pública, en materia de generación, tratamiento, disposición y uso de aguas residuales, la **Ley de Aguas Nacionales** contempla una serie de disposiciones de "seguridad hidráulica" que permitirá sancionar, a saber, faltas como: descargar aguas residuales sin permiso y sin cumplir con la normatividad, hacer uso de las aguas residuales sin cumplir la norma (CNA, 1992; Garza, 1994).

En cuanto a la generación, tratamiento, disposición y uso seguro de las aguas residuales existen las normas oficiales mexicanas NOM-001-ECOL-1996, NOM-002-ECOL-1996 y NOM-003-ECOL-1997, que señalan los límites máximos permisibles de contaminantes químicos y biológicos.

Tradicionalmente, las aguas residuales generadas por las comunidades son vertidas a cuerpos receptores y, si bien, las aguas residuales son ricas en nutrientes, es preciso señalar que también están cargadas de impurezas que alteran física, química y biológicamente su calidad y son potencialmente dañinas (Bartone et al., 1988).

Las excretas humanas presentes en las descargas de drenaje son la principal fuente de patógenos y parásitos transportados por el agua o los alimentos. Las enfermedades entéricas (como el cólera, la fiebre tifoidea, la disentería y las enfermedades diarréicas) y algunas enfermedades virales (como la hepatítis infecciosa), son las principales causas de defunción y discapacidad en los países en desarrollo (OMS, 1985; Romero-Alvarez, op.cit.).

A nivel mundial, los estudios epidemiológico ambientales sobre el impacto del reuso agrícola de las aguas residuales en la salud pública son relativamente pocos. Entre los más relevantes destacan los realizados por Cifuentes -en México-, y por Fattal y Shuval -en Israel- (Cifuentes, 1991 op.cit.; Fattal, 1983; Fattal et al., 1986; Shuval et al., 1985, 1986 op.cit.).

Los autores mencionan que en México son 4 los estudios de evaluación de impacto a la salud ambiental por uso de aguas residuales en la agricultura que se han realizado. Tres de carácter biológico, concernientes a enfermedades gastrointestinales, a saber: (1) Estado de México, (2) Estado de Hidalgo, (3) Estado de Jalisco, y (4) también en el Estado de Hidalgo, uno de carácter químico toxicológico, referente al impacto de los metales pesados que se encuentran contaminando las aguas residuales (CNA, 1993 op.cit.; Cifuentes et al., 1994). Sin embargo, es preciso destacar que el estudio efectuado en el Estado de Jalisco hace más énfasis en los trabajadores de la planta tratadora que en los trabajadores agrícolas

El modelo epidemiológico sobre el impacto de las aguas residuales en la salud de la población indica claramente que los helmintos constituyen el más alto riesgo asociado al reuso de agua residual "cruda" o insuficientemente tratada (Cifuentes et al., 1993 op.cit.). En paises subdesarrollados las bacterias (p.e. *Vibrio cholerae, Salmonella spp*) ocupan un segundo lugar en importancia, seguidas probablemente por los virus. Sin embargo, el riesgo que representan los protozoarios (p.e. *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium spp.*) es prácticamente desconocido (Shuval et al. 1986, Hespanhol 1991) (Tabla 1.4).

En México no hay estudios epidemiológicos sobre la *G.lamblia* y el *Cryptosporidium spp.* y su asociación con las aguas residuales reutilizadas en la agricultura. A pesar del riesgo que estos parásitos representa, no se cuenta con lineamientos de calidad que especifiquen las concentraciones mínimas aceptables (Cifuentes, 1997b).

1.2. SIGNIFICANCIA DEL ESTUDIO

Declaración de Necesidad

La **Declaración de Engelbeg** (Suiza, 1985) sobre el uso de las aguas residuales en la agricultura, destaca que cuando esta práctica se realiza sin los cuidados sanitarios y técnicos pertinentes, que por regla general así hace la gente, representa un grave riesgo para la salud de los agricultores y si, además, el cultivo regado con las aguas negras es de hortalizas, esto se convierte en un importante foco de infección y contaminación química para los consumidores (Declaración de Engelberg, 1995).

El capítulo 21 de la **Agenda 21**, referente a la "gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos y cuestiones relacionadas con las aguas cloacales", indica que las aguas servidas son un serio problema ambiental y sanitario, principalmente en los países en desarrollo. Que dicho problema debe ser enfrentado con medios científicos y tecnológicos a través de investigaciones sobre cuestiones de importancia crítica, como es su impacto en la salud de los agricultores, para el desarrollo de directrices, normas y criterios de calidad ambiental para el adecuado reuso y/o tratamiento de esas aguas que minimizarán su impacto en la salud y el ambiente (Naciones Unidas, op.cit.).

Por Decreto Presidencial, en abril de 1991 se creó el **Programa Agua Limpia** en México. El propósito de esta iniciativa fue la de reforzar los programas de control de calidad del agua y el cumplimiento de las normas y guías de calidad, acordes al uso a que se destinen los recursos hídricos. Uno de los seis compromisos adquiridos bajo este Programa consistió en la cancelación de las concesiones de riego con aguas residuales (CNA, 1991). No obstante lo anterior, en 1999 aún se siguen reutilizando las aguas residuales no tratadas en la agricultura mexicana.

También en 1991, la estrategia binacional de salud mexicano-estadounidense, denominada **Proyecto CONSENSO**, elaborado entre funcionarios mexicanos y estadounidenses de salud y ambiente, determinó que el problema de las aguas residuales y su uso en la agricultura requería de urgente atención en la región fronteriza del norte de México (AFMES, 1991).

El Distrito de riego 009 Valle de Juárez, reutiliza para su producción agrícola las aguas residuales generadas por Cd. Juárez, Chihuahua. Sin ningún tratamiento, las aguas servidas municipales e industriales de esta ciudad son vertidas a un canal abierto que conduce aguas blancas. Antes de que el canal trasponga los límites de Cd. Juárez, las aguas negras y las aguas blancas ya se mezclaron; y por 52 km fluyen y atraviesan parte

del Distrito de Riego 009 hasta desembocar en el Río Bravo. En ese transcurso, sin precaución sanitaria alguna ni asistencia técnica, los agricultores disponen del recurso hídrico.

Debido a lo anterior, el **Plan Integral Ambiental Fronterizo**, preparado en 1991 por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología de México (SEDUE) y por la Environmental Protection Agency de los Estados Unidos (US-EPA) para satisfacer las demandas públicas sobre protección y mejoramiento de la calidad ambiental de la frontera México-Estados Unidos, demandas generadas por la creación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC), estableció que la producción de aguas residuales por Cd.Juárez era uno de los problemas binacionales altamente críticos cuyo impacto a la salud y al ambiente se debía de conocer y controlar a mediano plazo (SEDUE/EPA, 1992).

En 1995, la recién creada Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF), administrada conjuntamente por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y por la Environmental Protection Agency (US-EPA), estableció que la problemática que generaban las aguas residuales de Cd. Juárez y el impacto que representaban para la salud ambiental de la agricultura del Valle de Juárez, era una prioridad que debía de ser abordada de inmediato (Garza, 1996a).

Finalmente, en los años 1995-1998, la Unión Agrícola Regional, que comprende a los agricultores del Valle de Juárez, ha expresado en múltiples ocasiones su preocupación por la calidad de las aguas residuales de Cd. Juárez que contaminan (a) las aguas blancas de riego, (b) los productos agrícolas, y (c) los campos de cultivo, a los cuales están expuestos los habitantes del Valle de Juárez. Hasta el momento, las aguas residuales que les entregan son crudas y tampoco reciben, por parte de las autoridades, centros de educación superior o de alguna ONG, guías técnicas para protegerse manejando apropiadamente el recurso.

Originalidad

Hasta el presente no se ha realizado ningún estudio epidemiológico ambiental sobre el uso e impacto de las aguas residuales generadas por Cd. Juárez -aguas municipales e industriales-, que sin ningún criterio técnico ni protección son utilizadas por los agricultores del Valle de Juárez. Esta investigación llenará un vacío de conocimiento que dará lugar a una serie de medidas de protección a la salud ambiental de los diferentes grupos de riesgo y, a la luz de las prioridades ambientales de la frontera (dentro de la

agenda ambiental del Tratado de Libre Comercio), permitirá la orientación de las decisiones técnico-políticas hacia mejores alternativas costo-beneficio en el tratamiento de los residuos líquidos lo que, a su vez, deberá reducir la carga económica que usualmente recae sobre los habitantes del Municipio de Juárez.

Hipótesis

Existe una relación causa-efecto, medible estadísticamente, entre (a) la exposición de los habitantes del Valle de Juárez y sus familias al agua residual no tratada generada por Ciudad Juárez, Chihuahua, y utilizada para la irrigación del Distrito de Riego 009, y (b) la prevalencia de infecciones intestinales producidas por *Ascaris lumbricoides*, *Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia* y otros enteroparásitos, en esa población.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el impacto del reuso agrícola de las aguas crudas, municipales e industriales, de Ciudad Juárez, Chihuahua, en la salud pública de los agricultores del Valle de Juárez (Distrito de Riego 09), a través de un estudio de casos y controles.

Objetivos Particulares

- Identificar las poblaciones caso y control para un estudio no apareado.
- Determinar por medio de encuesta el tamaño de la muestra.
- Caracterizar la presencia de coliformes fecales en el sistema del Distrito de Riego 009.
- Evaluar el riesgo a la salud pública de las poblaciones caso y control por exposición a aguas biológicamente contaminadas
- Investigar por medio de encuestas el perfil de saneamiento de las poblaciones caso y control.
- Realizar estudios coproparasitológicos de la muestra poblacional de caso y control para identificar tipos de parásitos intestinales y prevalencia.
- Establecer la asociación estadística entre el reuso de las aguas residuales y la prevalencia de parasitosis.
- Definir un perfil socioeconómico de la zona

1.3. ORGANIZACION DE LA DISERTACION

La disertación está comprendida por seis capítulos. A grosso modo, el estudio se divide en cuatro secciones principales. La primera está constituída por el capítulo 1 y contiene una amplia revisión de la necesidad del agua a nivel global, de las aguas residuales como fuente alternativa de agua para uso agrícola y del problema que estas aguas significan a la salud pública.

La segunda sección la forma el capítulo 2 y presenta el escenario del estudio donde se irrigan los campos de cultivo con aguas residuales.

La tercer sección la conforman los capítulos 3, 4 y 5. Los capítulos 3 y 4 muestran los perfiles de saneamiento básico de las poblaciones caso y control y las evaluaciones de riesgo. En el capítulo 5 se presentan los resultados de los estudios coproparasitológicos de las poblaciones caso y control, y se analiza su asociación con la presencia o ausencia de aguas residuales.

La cuarta sección la constituye el capítulo 6. Aquí se resumen los resultados del estudio y se discuten sus posibles implicaciones.

Capitulo 2. Descripción del Area de Estudio

En este capítulo se presenta la zona de estudio, la región agrícola del Valle de Juárez, y se caracteriza en sus aspectos agrícola, económico, demográfico, hidrológico y sanitario. La información aquí presentada permitirá comprender la problemática a nivel nacional y entenderla cuando se inserta en un contexto internacional.

Capítulo 3. Evaluación de Riesgo Loma Blanca, Distrito de Riego 009 Valle de Juárez: Población Caso

Se elaboró el perfil de sanemiento básico de Loma Blanca tomando como base la encuesta aplicada y probada por el Dr. Enrique Cifuentes en la evaluación epidemiológica del reuso de las aguas crudas de la Ciudad de México en el Valle del Mezquital, Edo. de Hidalgo (Cifuentes, 1997a). Por tratarse de dos zonas diferentes el Valle de Juárez y el Valle del Mezquital, algunos de los aspectos de la encuesta fueron eliminados y otros agregados.

Se integró la evaluación de riesgo aplicando dos metodologías: (a) la metodología de "Evaluación de riesgo a la salud pública por exposición a residuos peligrosos" de la Agency for Toxic Substances and diseases Registry (ATSDR, 1992), agencia de salud de

los Estados Unidos -adecuando algunos de los procedimientos a la realidad mexicana-; y (b) la metodología de riesgo relativo del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DOD).

Capítulo 4. Evaluación de Riesgo de Samalayuca, Medanos de Samalayuca: Población Control

En Samalayuca se siguió el mismo esquema metodológico que en Loma Blanca. Por añadidura, los procedimientos me permitieron identificar una fuente de riesgo a la salud -diferente a la del Valle de Juárez-, que se describe en este capítulo, asociada a la transmisión de enfermedades hídricas.

Capítulo 5. Parasitosis Intestinales Asociadas al Reuso Agrícola de las Aguas Residuales de Cd. Juárez, Chihuahua. Estudio de Casos y Controles

En este capítulo se presentan los resultados del estudio de caso-control no pareado. Los resultados de los estudios coproparasitológicos de los pobladores de Loma Blanca (caso) y de los pobladores de Samalayuca (control) y se establece su asociación al factor de riesgo -aguas residuales-. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete EpiInfo en su versión más actualizada, la 6.04b, para estimar razón de disparidad, diferencia de proporciones, riesgo atribuible a los expuestos, entre otros.

Capítulo 6. Perspectiva Integral del Reuso de las Aguas Negras de Cd. Juárez, Chihuahua, en el Distrito 009 Valle de Juárez, y su Impacto en la Salud y el Ambiente: Conclusiones y recomendaciones.

En este último capítulo se hizo una recapitulación; se analiza la pertinencia de la información a la luz del programa de la Secretaría de Salud para las zonas rurales, y se destacan los hallazgos más importantes y su relación con dos proyectos -sobre tratamiento de aguas residuales y disposición de lodos negros-, que están en vías de desarrollarse en Ciudad Juárez. Por último, se concluy con algunas consideraciones sobre la necesidad de ampliar el frente de estudios epidemiológico ambientales en las zonas rurales, y con algunas recomendaciones para la estructuración de un programa de educación para la salud ambiental y el saneamiento básico rural.

Anexos

Material informativo sobre la zona, encuesta, metodología y bibliografía.

1.4. REFERENCIAS

AFMES. 1991. Proyecto CONSENSO. El Paso, TX: Asociación Fronteriza Mexicano-Estadounidense de Salud

American Academy of Microbiology. 1996. A global decline in microbiological safety of water: A call for action. Mass.: AAM

ATSDR. 1992. Public health assessment guidence manual. Atlanta: Agency for Toxic Substances and Diseases Registry

Bartone CR et al. 1988. Development of health guidelines for water reuse in agriculture: Management and institutional aspects. Denver: IV Water Reuse Symposium, AWWA

Bontoux L. 1998. Aguas residuales urbanas: salud pública y medio ambiente. IPTS/JRC. European Commission. Vol 18

CDC. 1997. Cryptosporidiosis. Atlanta, GA: National Center for Infectious Deseases, Centers for Disease Control and Prevention.

Cifuentes E. 1991. Health impact evaluation of wastewater use in Mexico. Public Health Rev.;19:243-250

Cifuentes E et al. 1993. Problemas de salud asociados al riego agrícola con agua residual en México. Sal.Pub.Mex.; 35(6):614-619

Cifuentes E. et al. 1994. Escenario epidemiológico del uso agricola del agua residual: El Valle del Mezquital, México. Sal.Pub.Mex.;36(1):3-9

Cifuentes E. 1997a. Comunicación personal.

Cifuentes E. 1997b. Detección de *Cryptosporidium parvum* y *Giardia lamblia* en muestras ambientales (p.e. agua y cultivos). Borrador

CNA. 1991. Programa Agua Limpia. Cuernavaca: Comisión Nacional del Agua

CNA. 1992. Ley de Aguas Nacionales. México: Comisión Nacional del Agua

CNA. 1993. Aprovechamiento de aguas residuales en la agricultura: Situación actual en México. Cuernavaca: Comisión Nacional del Agua

Craun GF. 1986a. Statistics of waterborne outbreaks in the U.S. (1920-1980). Cap. 5. En GF Craun (Ed.). Waterborne Diseases in the United States. USA: CRC Press

Craun GF. 1986b. Recent statistics of waterborne disease outbreaks (1981-1983). Cap. 5. En GF Craun (Ed.). Waterborne Diseases in the United States. USA: CRC Press

Craun GF. 1991. Causes of waterborne outbreaks in the United States. Water Sci. Technol. 24:17-20.

De Turk LR et al. 1978. Adaptability of sewage sludge as a fertilizer. Sewage Works Journal: 7: pp597

Declaración de Engelberg. 1995. Aspectos sanitarios de la reutilización de aguas residuales y excretas en la agricultura y acuicultura. Buenos Aires: Ingeniería Sanitaria y Ambiental

Doyle R. 1997. Access to Safe Drinking Water. Science and the Citizen. Scientific American: November

EID. 1995. Epidemic Cholera in the New World: Translating Field Epidemiology into New Prevention Strategies. Emerging Infectious Diseases; Vol 1 (4)

Fattal B. 1983. Prevalence of viral hepatitis and other enteric diseases in communities utilizing wastewater in agriculture. Wat. Sc. and Tech. 15(5), pp45-58

Fattal B et al. 1986. Health risks associated with wastewater irrigation: an epidemiological study. Am.Jour.Pub.Hlth. 76(8), pp977-979

Garza V. 1994. La legislación ambiental en México en referencia a la generación y uso de aguas residuales. Salud Front.; VIII(1): 11-16

Garza V. 1996. Desarrollo sustentable en la frontera México-Estados Unidos. México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Gonzalez-Villarreal F et al. 1994. Water Resources Planning and Management in Mexico. Water Resources Development, Vol. 10 (3) pp. 239-256

Guerrant RL. 1997. Cryptosporidiosis: An Emerging, Highly Infectious Threat. Emerging Infectious Diseases; Vol 3 (1)

Herwaldt BL et al. 1992. Outbreaks of waterborne disease in the United States: 1989-1990. J. Am. Water Works Assoc. 84:129-135

Hespanhol I. 1991. Health and technical aspects of the use of wastewater in agriculture and aquaculture. Geneve: World Health Organization

INEGI. 1995. Estadísticas del medio ambiente. México. pp 92-103

Kandiah A. 1993. The use of wastewater in the context of overall water resources policy and planning. Cuernavaca: WHO/FAO/UNEP/UNCHS Workshop on Health, Agricultural and Environmental Aspects of Wastewater Reuse

Lewis J. 1990. The Ogalla aquifer, an underground sea. EPA J.; 16:42

Loera JC. 1994. Perfil agrícola del reuso del agua. Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Monografia. No Pub.

Mara D y Cairncross S. 1990. Directrices para el uso sin riesgos de aguas residuales y excretas en agricultura y acuicultura. España: OPS/PNUMA

Metcalf and Eddy Inc. 1972. Wastewater engineering: Colletcion, treatment, disposal. New York: McGraw-Hill

Mommen H. 1998. Emerging Infectious Diseases—Brazil. Emerging Infectious Diseases; Vol 4 (1)

Naciones Unidas. 1992. Cumbre para la Tierra: Resumen del Programa 21. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro: ONU pp. 25-26

Nadakavukaren A. 1995. Our global environment: A health perspective. USA: Waveland Press. pp.545-568

OMS. 1985. Vigilancia de la contaminación del medio en relación con el desarrollo. Organización Mundial de la Salud. Serie de Informes Técnicos 718

OMS. 1989. Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura. Organización Mundial de la Salud. Serie de Informes Técnicos 778

OPS/OMS. 1993. Nuestro planeta, nuestra salud: Informe de la Comisión de Salud y Medio Ambiente de la OMS. USA: OPS/OMS pp.111-153

PAHO/WHO. 1994. Health conditions in the Americas. Pan American Health Organization/ World Health Organization. Scientific Publication N° 549 pp 162-173

PAHO/WHO. 1995. Regional information system for epidemiological surveillance of foodborne diseases (Sirve-eta) period 1993-1994. HCP/HCV/FOS.95.10 Veterinary Public Health Program, Div. of Communicable Diseases Prevention and Control

Rafter GW. 1899. Sewage irrigation, Part III. US Geological Survey Wat. Supp. and Irrig. Paper 22

Roux DJ et al. 1999. PROFILE: Integrating Stressor and Response Monitoring into a Resource-Based Water-Quality Assessment Framework. Environ.Manage.;23(1):15-30

Romero-Alvarez H. 1995. El reuso de aguas residuales del área metropolitana de la Ciudad de México en el riego agrícola del Valle del Mezquital. Buenos Aires: Rev. Ing. Sanit. y Ambiental

Secretaría de Salud. 1998. Principales resultados de la estadística sobre mortalidad en México, 1997. Dirección General de Estadística e Informática de la Secretaría de Salud. Sal.Pub.Méx.; Vol 40 (6), pp 517-523

SEDESOL/INE Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente: 1991-1992. México: SEDESOL/INE; 1993

SEDUE/INE Informe Nacional del Ambiente (1989-1991) para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. México: SEDUE/INE; 1992

SEDUE/EPA Plan Integral Ambiental Fronterizo: Primera Etapa 1992-1994. México: SEDUE/EPA; 1992

Shuval HI et al. 1985. Epidemiological evidence for helminth and cholera transmission by vegetables irrigated with wastewater: Jerusalem a case of study. Wat.Sc. and Tech.; 17(4-5): 433-442

Shuval HI et al. 1986. Wastewater irrigation in developing countries: Health effects and technical solutions. World Bank Tech.Paper 51. Integrated Resources Recovery Series, UNDP Project Management Report 6. Washington, D.C.: The World Bank

Tauxe RV et al. 1995. Epidemic cholera in the New World: translating epidemiology into new prevention strategies. Emerging Infectious Diseases;1:141-6.

UNICEF. 1997. Agua potable y saneamiento. NY: UNICEF

WHO. 1998. Fifty facts from The World Health Report 1998: Global health situation and trends 1955-2025. Geneve, Switzerland.

WDR. 1992. Development and the environment. GB: Oxford University Press

Wolman A. 1977. Public health aspects of land utilization of wastewater effluents and sludges. Jour.Wat.Poll.Cont.Fed.; 49: 2211

Tablas Capítulo 1

Tabla 1.1 USOS DEL AGUA POR EL HOMBRE	
1.	**Alimento**: Bebida, cocina
2.	**Higiene**: Cuidado personal, lavado de ropa, limpieza del hogar
3.	**Saneamiento**: Transporte de excretas, purificación de drenaje
4.	**Ambiente Interno**: Aire acondicionado
5.	**Riego a pequeña escala**: Parques, jardines, invernaderos
6.	**Recreación**: Nadar, pescar, remar, bucear
7.	**Cría**: Mascotas, animales de importancia doméstica, bioterios, zoologicos, acuacultura
8.	**Cultivos**: Forrajes, textiles, cereales, bosques
9.	**Sustentabilidad**: Conservación de vida silvestre y ecosistmas naturales
10.	**Energía**: Producción de energía eléctrica
11.	**Industria**: Enfriamiento o calentamiento de procesos, limpieza, transporte de residuos

Tabla 1.2 DISTRIBUCION DEL AGUA EN LA TIERRA FUENTE: Maurits la Rivière	
Oceanos y Mares	97.41%
Casquetes Polares y Acuiferos	2.576%
Lagos, Rios, Humedad del Suelo, Biota	0.014%

Tabla 1.3 APROVECHAMIENTO MEDIO ANUAL DEL AGUA FUENTE: OMS (1993), INEGI (1994)		
	GLOBAL	MEXICO
Consumo Humano	7%	22.18%
Riego	70%	67.17%
Industrial	23%	10.63%

Tabla 1.4 PATOGENOS EN AGUAS RESIDUALES NO TRATADAS. FUENTE: Mara y Cairncorss, 1990	
Patógenos	**Exceso relativo a la frecuencia de infección**
Nematodos Intestinales *Ascaris lumbricoides* *Trichuris trichiura* *Ancylostoma*	Elevado
Bacterias Diarreas bacterianas P.e. cólera, tifoidea	Menor
Virus Diarreas víricas Hepatitis A	Mínimo
Protozoarios *Cryptosporidium parvum* *Giardia lamblia* *Entamoeba histolitica*	**¿Riesgo Emergente?**

Tabla 1.5
REUSO DE AGUAS RESIDUALES A NIVEL MUNDIAL
FUENTE: Mará y Cairncross, 1990; Garza, 1994

LUGAR	Superficie Irrigada (Has)
Arabia Saudita, Riad	2,850
Argentina, Mendoza	3,700
Australia, Melbourne	10,000
Chile, Santiago	16,000
China (diversas ciudades)	1,330,000
Estados Unidos (diversas ciudades)	11,875
India (diversas ciudaes)	85,500
Israel (diversas ciudades)	8,800
Perú, Lima	6,800
Sudáfrica, Johanesburgo	18,000
Sudán, Khartum	2,800
Túnez, Túnez	4,450
México	350,000
Cd. Juárez	26,000

CAPITULO 2

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

SUMARIO

Cd. Juárez, Chihuahua, está ubicada en la frontera norte de México, sobre sierras y llanuras desérticas. Sus fuentes de agua son el Río Bravo y el Bolsón del Hueco. La población del lugar es superior al millón de habitantes, y sus principales actividades de la zona son el comercio, la industria maquiladora y, en menor escala, la agricultura.

Cd. Juárez tiene problemas de contaminación ambiental en asuntos de agua, aire, residuos sólidos, residuos peligrosos, salud ambiental; y problemas de infraestructura básica en materia de abastecimiento de agua potable, drenaje y tratamiento de aguas residuales.

La ciudad genera alrededor de 90 millones de m^3 de aguas negras por año que, sin tratamiento, son vertidas en el sistema del Distrito de Riego 009 Valle de Juárez. El Distrito de Riego 009 esta dividido en tres unidades. Su superficie cultivable es de alrededor de 26,000 hectáreas, donde se siembra trigo, maíz, algodón, alfalfa, sorgo forrajero y algunas parcelas de hortalizas. Las aguas residuales generadas por Cd. Juárez son la principal fuente hidraulica para la agricultura del Distrito de Riego 009.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El Municipio de Juárez es uno de los más importantes en la frontera norte de México y tiene por cabecera a Cd. Juárez, Chihuahua.

Cd. Juárez es la ciudad económicamente más importante del Estado de Chihuahua y la segunda políticamente (OPS/OMS, 1995). Cd. Juárez es la sede de la Comisión Internacional de Límites y Aguas/International Border and Water Commission (CILA/IBWC), agencia binacional creada en 1889 para vigilar y salvaguardar los recursos hídricos y la frontera de México y Estados Unidos. Esta ciudad también es la sede de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza/Border Environmental Cooperation Commission (COCEF/BECC), entidad ambiental mexicano-estadounidense creada *ex profeso* para el desarrollo de infraestructura de saneamiento básico en la zona fronteriza (Garza, 1996a op.cit.).

2.1. MUNICIPIO DE JUAREZ, ESTADO DE CHIHUAHUA

Ubicación

El municipio de Juárez, estado de Chihuahua, está situado en la frontera norte de México. Sus coordenadas son al norte 31°47' norte, al sur 31°07' de latitud norte; al este 106°11' y al oeste 106°57' de longitud oeste. Al norte colinda con el estado de Texas; al este con el estado de Texas y el municipio de Guadalupe Bravo; al sur con el municipio de Ahumada; y al oeste con el municipio de Ascención (INEGI, 1993). Anexo Mapas.

Territorio

El municipio de Juárez tiene una extensión territorial de 4,853.84 km^2, correspondiente al 0 25% de la superficie nacional.

Elevación

El municipio está situado a una altitud de 1,120 msnm, pero sus sierras (Juárez y El Presidio) alcanzan 1,820 msnm (INEGI, 1997).

Fisiografía

La zona que comprende el municipio está clasificada con el nombre de sierras y llanuras del norte. El 37.03% de su territorio son campos de dunas; el 38.48% son llanuras; el 15.48% son lomerios; el 5.99% son sierras; y el 3.02 el Valle de Juárez (INEGI, 1997 op.cit.).

Clima

Según la clasificación de Thornthwite el clima de esta zona es muy seco, templado y extremoso. La temperatura media anual es de 17° C, con temperaturas mínimas de 21.1°C bajo cero y una máxima de 45°C. Tiene una precipitación pluvial anual media de 217 mm. Por aproximadamente 35 días al año tiene tormentas de aire que en ocasiones alcanzan velocidades superiores a los 80 km/hora.

La temporada de calor comienza en mayo y termina en septiembre; la temporada de frío comienza en noviembre y termina en marzo (Centro Meteorológico de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 1998).

Geología

En la región se identifican cuatro regiones geomorfológicas: montañas de plegamiento, llanuras de piedemonte, llanuras de dunas y llanura fluvial.

La estratigrafía indica que en la zona existen rocas sedimentarias con incrustaciones de diques de rocas ácidas que corresponden a la era geológica del cuaternario; rocas ígneas extrusivas del terciario; sedimentarias del cretásico; sedimentarias del jurásico y metasedimentarias del paleozoico (SPP, Carta Geológica).

Hidrología

El principal recurso hidrológico de la zona es el Río Bravo. En segundo término los acuíferos del Bolsón del Hueco (compartido con la ciudad de El Paso, Texas) y Conejos-Medanos; en menor grado el arroyo el Jarudo, el Mimbre, La Morita, El Gordo (SPP, Carta Hidrológica de Aguas Superficiales).

Flora y Fauna

La vegetación es de tipo desértico a base de matorrales microfilicos, rosetofilicos, plantas suculentas y pastizales (Tabla 2.1) (Corral-Diaz, 1996; INEGI, 1997 op.cit.; SPP, Carta Uso del suelo y vegetación)

La fauna regional es característica de sierras y llanuras desérticas, y medanos (Tabla 2.2) (Jones et al., 1992).

Población

Según el censo de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la población del municipio consta de 1,011,786 habitantes, de los cuales 995,770 residen en Ciudad Juárez y el resto, 16,016 habitantes, viven en varias localidades rurales dispersas en el Valle de Juárez (INEGI, 1997 *op.cit.*).

Población Económicamente Activa (PEA)

Se estima que la PEA total del municipio de Juárez es el 51.4%, de la cual el 71.3% es masculina y el 87.1% tiene ocupación plena.

El 49.3% trabaja en la industria; el 26.7% en servicios; el 14.6% en el comercio; el 3.7% en transporte; y el 1.4% en agricultura (Garza, 1996a).

Infraestructura de Saneamiento

Agua

El municipio de Juárez tiene 97 pozos para uso urbano y pozos profundos para áreas agrícolas.

Alcantarillado

Ciudad Juárez cuenta con un sistema de alcantarillado que proporciona servicio aproximadamente a un 80% de la población. El sistema tiene una longitud de 1106 km y está dividido en tres subsistemas:

- subsistema norte, correspondiente a la zona baja de la ciudad; tiene dos colectores: el Norte y el Tlaxcala, con diámetros de 61-152 cm.
- subsistema central, drena la zona centro; tiene dos colectores: el Porvenir y el Ejercito Nacional , con diámetros de 61-152 cm.
- susbsistema sur, drena la parte sur y sureste; cuenta con cinco colectores, entre los que destacan el ferrocarril, el carretera Panamericana y el del Real.

Las aguas servidas de la ciudad están constituidas por aguas cloacales -contaminadas biológicamente por excreta humana-, y aguas residuales de la industria y el comercio -contaminadas biológica y químicamente- (Sánchez et al., 1992).

Por casi 50 años, y sin haber recibido ningún tipo de tratamiento, un creciente caudal (estimado a principios de 1999 en 3.2 m^3/seg) de aguas municipales e industriales servidas han sido mezcladas y vertidas a cuerpos receptores (aguas superficiales, napa freática y suelo), enviadas a la zona agrícola del Valle de Juárez a través de un canal a cielo abierto, y aprovechadas por los agricultores de la zona para el riego de sus cultivos.

Saneamiento Básico y Calidad Ambiental en el Municipio de Juárez

Agua

En el municipio de Juárez el 67% de las viviendas tienen tomas intradomiciliarias de agua; el 24% afuera del domicilio; el 6% se abastece por camiones cisterna o pipas; y el 3% queda sin agua (Rentería, 1995).

Respecto a la calidad microbiológica del agua entregada por la Junta Municipal de Agua y Saneamiento (JMAS) de Cd. Juárez, un estudio realizado en 1993 por investigadores de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) reveló que, de un total de 35 pozos de abastecimiento público monitoreados, en 24 pozos (68.5%) el resultado fue positivo a coliformes totales y en uno (2.8%) a coliformes fecales. Meses antes, el College of Nursing and Allied Health de la University of Texas at El Paso y el Texas A&M Agricultural Research and Extension Center realizaron un estudio de microbiología de agua en el Condado de El Paso. El propósito fue el de indagar sobre una posible contaminación transnacional, por aguas de drenaje de Cd. Juárez, a la napa freática compartida entre El Paso y Cd. Juárez. De un total de 73 pozos domésticos muestreados, en 47 pozos (64.3%) el resultado fue positivo a coliformes totales, y en 13 pozos (17.8%) a coliformes fecales (Tabla 2.3) (Granados et al., 1994).

Abastecimiento de Agua

El agua potable que se entrega a los habitantes de Cd. Juárez y el Valle de Juárez proviene del Bolsón del Hueco, manto freático que se comparte binacionalmente y que surte de líquido a El Paso, Texas, y comunidades adyacentes.

El acuífero del Bolsón del Hueco esta actualmente sobreexplotado, pues registra un abatimiento en su nivel freático de 2 a 2.5 m/año en los últimos años. La expertos de la JMAS de Cd. Juárez consideran que entre 1970 y 1998, el nivel freático del Bolsón del Hueco ha caído por debajo de los 25 m (Lemus, 1998). Esto ha propiciado la contaminación del agua de buena calidad, que está en la parte superior del acuífero, por erosión de paredes internas del acuífero y movimiento de agua más subterránea y salada.

También existe contaminación del agua subterránea por substancias tóxicas de desechos sólidos industriales y urbanos (Garza, 1996b).

Las aguas subterráneas son alimentadas por varias fuentes: filtraciones del Río Bravo, riegos en el Valle de Juárez -y en el lado estadounidense del Valle-, y por alimentaciones laterales de los arroyos afluentes.

Drenaje

Se estima que el 79% de las viviendas del municipio poseen drenaje y alcantarillado; 17% tienen fosa séptica o letrina; y un 4% carece del servicio (Rentería, op.cit.)

No hay drenaje diferenciado para aguas servidas domésticas, pluviales y las de origen industrial; esto genera aguas negras contaminadas con desechos industriales, tierra y arena. Estas aguas son conducidas fuera de la ciudad mediante un canal abierto conocido como "acequia madre". En la actualidad, este recurso -contaminado- es la fuente de agua más importante para el riego de los cultivos del Valle de Juárez.

Aire

El municipio de Juárez tiene graves problemas de contaminación atmosférica cuyo origen son las emanaciones de monóxido de carbono y partículas suspendidas producidas por un parque vehicular de aproximadamente 380,000 autos y por fuentes fijas con emisiones de plomo y azufre -como la industria metalúrgica ASARCO-; por microparticulas provenientes de tiraderos a cielo abierto; por polvos provenientes de calles no pavimentadas; y por la existencia de más de 450 fábricas de ladrillo que producen mediante la combustión de materiales de desecho, como llantas o serrín; por la incineración de desechos urbanos, industriales y agrícolas. Se estima que alrededor del 80% de la contaminación atmosférica proviene del parque vehicular, y el 20% restante de ladrilleras, del polvo levantado por el viento o los automóviles en las calles sin pavimentar (Garza, 1996a op.cit.; Padilla, 1994).

Suelo

El suelo de la región ha sido afectado negativamente por el uso indiscriminado de agroquímicos; erosión hídrica y eólica en zonas de riego; salinización de tierras agrícolas; riego con aguas servidas. Contaminación radiactiva producida por una cápsula de cobalto (con aprox. 6657 granulos de 66-73 milicuries c/u) que, aún y cuando aparentemente se ha controlado, aislando la zona radioactiva y el material (varilla principalmente) contaminado, no se ha podido desechar totalmente el problema (Garza, 1996a op.cit.).

Residuos Sólidos

El municipio de Juárez proporciona servicio de recolección de basura al 94% de la población; un 4% la quema; y el 2% restante la tira en los terrenos baldíos, acequias o cauces de arroyos, o al campo (Rentería, op.cit.).

El antiguo basurero municipal, inactivo desde 1994, no fue clausurado y numerosas familias comenzaron a establecerse creando asentamientos irregulares sin servicio alguno.

Residuos Peligrosos

Los procesos de trabajo de numerosas industrias maquiladoras y de transformación de la localidad; fundiciones; talleres; lavanderías y otros centros de servicio; así como de consultorios, laboratorios y hospitales, generan cientos de toneladas al año de residuos peligrosos cuyas características cualitativas son desconocidas, que no son controlados y, en general, no se disponen apropiadamente. Oficialmente se considera que en la frontera se producen entre 60 y 80 mil toneladas de residuos tóxicos industriales al año; sin embargo, en ninguna de las ciudades de esta región existe un registro de emisiones, mucho menos de los riesgos que estos representan para la salud pública y el ambiente (Garza, 1996a op.cit.).

Asentamientos Humanos

Los flujos migratorios de mexicanos en busca de mejores oportunidades de vida, han sido un constante e importante factor en el incremento de la población de Cd. Juárez, y en el crecimiento de precarias zonas marginales. La irregularidad de estos asentamientos, por la insalubridad en que viven sus residentes y las formas de trabajo que a menudo implementan para ganarse la vida, representan focos de transmisión de enfermedades y en ocasiones hasta de contaminación -p.e. las ladrilleras- (Garza, 1996a op.cit.).

Salud

La morbilidad general del municipio de Juárez ha estado determinada por las infecciones respiratorias agudas (IRAs), con una tasa de 16,971.7 por 100 mil habitantes, y por las infecciones intestinales mal definidas (IIMDs), con una tasa de 4,112.9 por 100 mil habitantes (Tabla 2.4). En todos los grupos etarios, la morbilidad por infecciones intestinales mal definidas ocupa el segundo lugar en importancia.

La amibiasis ocupa un séptimo lugar en prevalencia y la salmonelosis el décimo tercero. El último año en que la Jurisdicción Sanitaria II registró casos de parasitosis fue 1989 y la tasa fue de 55.9 por 100 mil (Rentería, op.cit.).

2.2. DISTRITO DE RIEGO OO9 VALLE DE JUAREZ

Acequia Madre

La denominada "Acequia Madre" consiste en una derivación del Río Bravo en el punto donde este río comienza a hacer frontera entre Estados Unidos y México, al noroeste de Cd. Juárez, junto a Puerto Anapra (ver anexo).

Originalmente esta acequia, o canal, fue construida por los españoles e indígenas de la región, entre 1662 y 1668, con el propósito de irrigar los campos de cultivo en el área del Valle. A partir de la intervención estadounidense y del Tratado de Guadalupe-Hidalgo en 1848, la ribera opuesta del río fue ocupada por los intervencionistas. Las disputas por el agua generaron un conflicto binacional sobre si a México le correspondía o no parte del recurso. La lucha por el agua fue dirimida por el gobierno de Estados Unidos quien, por medio del Tratado de Aguas Internacionales de 1906, concedió entregar "por cortesía" a Ciudad Juárez, 74 millones de m^3/año para el riego del Valle de Juárez, cuota de agua probablemente determinada en base a las necesidades de aquella época. Esta agua sería entregada a México, a través de la Acequia Madre, de acuerdo a un plan establecido (Chacón et al., 1996) **(Tabla 2.5)**.

En los años 40's, el caudal de agua del Tratado era insuficiente para la irrigación de los cultivos por lo que, en 1945, se comenzaron a perforar pozos cuya agua se destinaría al riego (Chacón et al., op.cit.)

En 93 años el volumen de agua entregada por la International Boundary and Water Commission (IBWC), llamada "agua del Tratado", no ha variado significativamente. Lo que si ha cambiado ha sido el régimen de entrega, pues el agua se libera por las compuertas el 21 de marzo y se corta el flujo el 22 de septiembre (Garza, 1996a op.cit.).

En cuanto a la calidad microbiológica del agua del Tratado, Chacón et al. (op.cit.) reportan más de 1,000 y menos de 100,000 coliformes fecales totales en seis puntos de muestreo de la Acequia Madre - antes de que esta se mezcle con las aguas negras de la ciudad-. Esto las ubica en una categoría de aguas no viables para el riego de productos horticolas y hortofruticolas (Tabla 2.6) (NOM-003-ECOL-1997; OMS, 1989)

Dentro de los limites de Ciudad Juárez, la Acequia Madre recibe las descargas de los drenes que constituyen el sistema de drenaje y conducen las aguas negras de la población. Las aguas residuales se mezlan con las aguas blancas o del Tratado y, por la Acequia Madre, entran al sistema de riego del Distrito de Riego 009 Valle de Juárez.

Valle de Juárez

El Valle de Juárez se encuentra al norte del Estado de Chihuahua, al sureste de Cd. Juárez. Consiste en una franja de tierra fértil de aproximadamente 140 km de largo, que en su parte angosta mide 0.5 km y en la ancha 10 km, y que se encuentra en la margen derecha de la cuenca media del Río Bravo, en la unidad fisiográfica de la República Mexicana llamada Altiplanicie Central. Su altura, de noroeste a sureste, en grado decreciente siguiendo el curso del río, es de 1,131 msnm en su punto más alto y de 1,047 msnm en su punto más bajo (SARH, 1970).

El territorio que ocupa el Valle forma parte de tres municipios: municipio de Juárez, municipio de Praxedis G. Guerrero y municipio de Guadalupe.

En 1932, el Valle de Juárez fue integrado a los distritos de riego de México y clasificado como el Distrito de Riego 009. Este distrito esta dividido en tres unidades, las cuales se encuentran en cada uno de los tres municipios. Al municipio de Juárez le corresponde la Unidad 1.

Los poblados del municipio de Juárez que están localizados en la Unidad 1 del Distrito de Riego 009 Valle de Juárez, son: Loma Blanca, San Isidro, San Agustín, Jesús Carranza, Tres Jacales y El Millón, además de unas pequeñas comunidades dispersas (Tabla 2.7).

Loma Blanca, San Isidro, San Agustín y Jesús Carranza tienen servicio de agua entubada. En ningún poblado del Valle de Juárez se tiene servicio de alcantarillado, por lo que es común el uso de letrinas y fosas sépticas.

Sistema de Riego

Los canales que conforman el sistema de riego del Valle de Juárez tienen una longitud de 144.77 km. El canal principal lo constituye la Acequia Madre que, en sentido noroeste-sureste, cruza la mancha urbana de Cd. Juárez. Además de conducir las aguas del Tratado, este canal recibe las descargas de aguas residuales de la ciudad.

El canal principal Jesús Carranza es la continuación de la Acequia Madre. Ambos canales carecen de caminos sobre los bordos.

Otros canales del sistema son: los canales principales Guadalupe, San Ignacio, El Porvenir, Cedillos, El Cuervo, Luis León y Banderas, además de los canales laterales

Agricultura e Impacto Ambiental en el Valle de Juárez

La perforación de pozos en el lado de Texas entre 1926 y 1932, para irrigar el Valle del lado estadounidense a la altura del condado de Hudspeth, perjudicó a la región oriental del Valle de Juárez en cuanto al aprovechamiento económico de las aguas subterráneas (SARH, op.cit.). En la década de los años 30's ya se hacía patente la insuficiencia de agua para abastecer las 18,412 hectáreas que en aquella época estaban abiertas al cultivo. La salinidad del Valle era motivo de preocupación de propietarios y autoridades, por lo que los principales cultivos eran en relación a su resistencia a las sales.

A mediados de los 50's Carreño infiere, de los datos estadísticos disponibles, que la explotación de las aguas subterráneas, la falta de aportación de agua del Rio Bravo y las sequias, habian producido una baja en los niveles del acuifero (SARH, op.cit.).

Infructuosamente se buscaron acuíferos de mejor calidad. En esta época se hace intensivo el uso de aguas residuales procedentes de la ciudad.

En los años 60's, el cultivo del algodón llegó a ser el más importante para la zona y a ocupar el 90% de la superficie bajo riego (Somarriba, 1987); otros cultivos prioritarios a los agricultores fueron: alfalfa, trigo, sorgo y maíz. Posteriormente, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) recomendó una diversificación de cultivos que pudieran prosperar en las condiciones ecológicas del Valle. En este contexto, se consolidaron los macrocultivos, que eran los principales y de los que dependia la economía del lugar, y los microcultivos, para consumo local, laborados en pequeña escala (SARH, op.cit.) (Tabla 2.8).

En la década de los 80's y 90's, emergió y se acentuó la crisis agricola en el Valle de Juárez. Esta situación está vinculada a varios problemas ambientales, a saber: la falta de agua, agua del tratado mezclada con aguas negras, agua de pozo salina, suelo salitroso, entre otros (Tabla 2.9), que impiden la búsqueda de cultivos alternativos que permitan solventar la economía de la zona (Cortazar, 1998).

En la actualidad, a finales de los 90's, el Valle de Juárez tiene una superficie total cultivable de aproximadamente 26,518 has de las cuales 9.7% corresponden a temporal, un 87.8% son de riego y un 2.5% de humedad (Quintero, 1997) (Tabla 2.10).

Las aguas negras conducidas por la Acequia Madre representan aproximadamente el 13.9% del total de las aguas utilizadas para riego en los cultivos del Valle. Los cultivos principales son: trigo, algodón, alfalfa, sorgo forrajero, nogal y algunas parcelas de hortalizas para el consumo local: 51% sembradas con algodón, 33% con plantas forrajeras, 9% con trigo y 7% con otros cultivos (Tabla 2.11).

El periodo de cultivo es aproximadamente de abril a octubre. (INEGI, 1993 op.cit.; Sánchez-Carlos, 1994; Somarriba, op.cit.). El agua de riego proviene de tres fuentes: (1) superficiales del Río Bravo (33%), (2) pozos profundos (26.8%), y (3) de las aguas residuales municipales mezcladas con aguas de origen industrial (40.2%) (Figura 2.1). Las aguas crudas se encuentran diluídas en una proporción promedio de 1.6:1 con aguas blancas de marzo a septiembre; y sin dilución de septiembre a marzo.

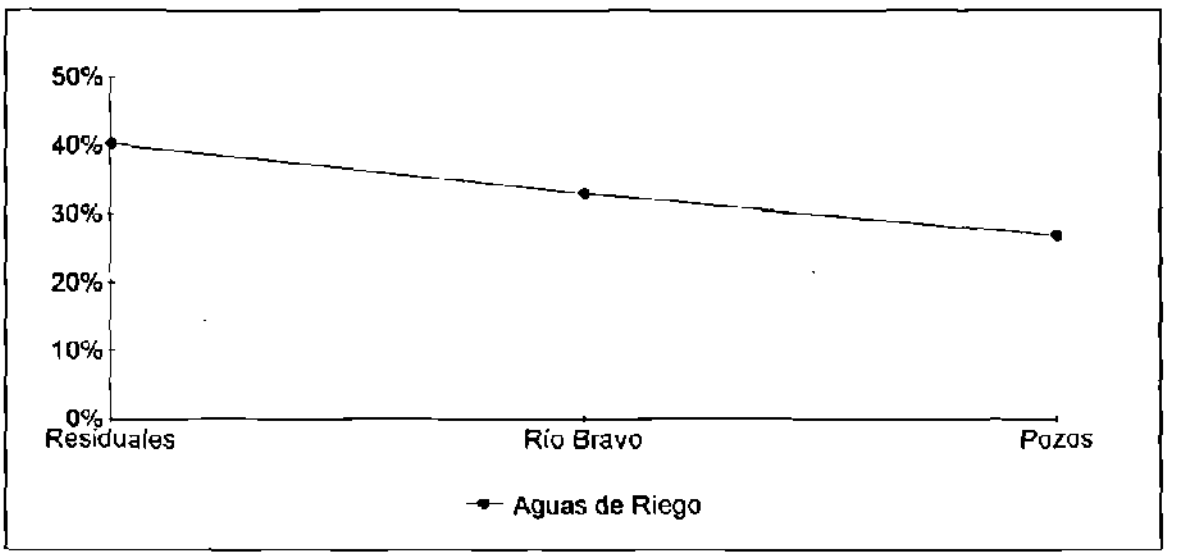

Figura 2.1

El agua del Valle de Juárez se encuentra afectada por salinidad (Díaz et al., 1994) (Tabla 2.11). Por su calidad química, de acuerdo a la concentración de sólidos totales disueltos, el agua freática entra en las categorías de agua "condicionada perjudicial" y agua "perjudicial"; además, sus suelos son salinos, salino-sódicos y sódicos (CNA, 1991) (Tabla

2.12). En Zaragoza, ubicada en la zona occidental del Valle de Juárez, que es la menos salina, se presentan las siguientes resistividades: 0.22 Ohm-m en arcilla a 0.38 m de profundidad, 4.20 Ohm-m en arena a 42 m, y 101 Ohm-m en grava-arena a 6.2 m. Al otro extremo del Valle, en El Porvenir, la relación fue de 5.0 Ohm-m en arcilla a 1.1 m de profundidad, 11 Ohm-m a 100 m, y 110 Ohm-m a 3.3 m.

Aguas Residuales y Salud

Por lo común, sobre todo en los países en vías de desarrollo, las aguas residuales contienen altas concentraciones de agentes patógenos que pueden sobrevivir y resistir la intemperancia en grandes cantidades, como para que la infección humana sea posible (Feachem et al., 1983). Los factores de riesgo para que la infección en humanos sea posible son:

- Período de supervivencia del agente patógeno en el suelo, cultivos, peces y el agua
- Presencia de huéspedes intermediarios
- Modo de empleo y frecuencia de uso de las aguas residuales no tratadas
- Tipo de cultivo al que se aplican las aguas residuales
- Forma en la que el huésped humano se expone al suelo, agua, cultivos y/o peces contaminados

De acuerdo a la norma de Engelberg, los cultivos que en el Valle de Juárez se riegan con aguas negras y aguas mezcladas son de categoría A y B (Garza, 1997) (Tabla 2.14), lo que representa un riesgo a la salud de los trabajadores, consumidores y habitantes del área.

Los riesgos de contraer infecciones y enfermedades parasitarias en el Valle de Juárez son altos, y previo a este estudio no se había hecho ningún estudio epidemiológico que permitiera reconocer la prevalencia de estos males e identificar criterios sanitarios para la prevención de la transmisión.

2.3. REFERENCIAS

Centro Meteorológico de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. 1998. Com.Pers.

Chacón D et al. 1996. *Impacto ambiental de la Acequia Madre.* México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Reporte.

CNA. 1991. Guión para el diagnóstico de la situación actual del Distrito 009. México: CNA. Doc.Oficial No Pub.

CNA. 1994. Tratado Internacional de Aguas 1906. México: Comisión Nacional del Agua

Corral-Díaz R. 1996. Listado florístico de las Dunas de Samalayuca, Chihuahua. México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. En Prensa.

Cortazar A. 1998. Curso de Economía Agrícola (Notas). México: ITESM; No Pub.

Díaz R et al.. 1994. Estudio geohidrológico de la zona de terrazas en el Valle de Juárez. México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Tesis.

Garza V. 1996a. Propuesta para el Plan Municipal de Ecología 1996-1998. México: Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Tesis.

Garza V. 1996b. Desarrollo sustentable en la frontera México-Estados Unidos. México; Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Garza V. 1997. Impacto epidemiológico ambiental del reuso de las aguas negras de Cd. Juárez en el Valle de Juárez. Proyecto Sivilla/Conacyt N° 9702072. México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Garza V. 1998. Curso de Ecología Social. México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. No Pub.

Granados A et al. 1994. Estudio bacteriológico del agua potable de Cd. Juárez, Chih. México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Reporte.

INEGI. 1993. Frontera Norte. Resultados definitivos tabulados básicos. Tomo II. XI Censo General de Población y Vivienda. México, D.F.: Instituto Nacional de Estadística, Geografia e Informática

INEGI. 1997. Cuaderno Estadístico Municipal: Juárez, Estado de Chihuahua. México; Instituto Nacional de Estadística, Geografia e Informática

Jones JK et al. 1992. Revised checklist of North American mammals of north of Mexico. U.S.: Occasional papers; Texas Tech University Press

Lemus R. JMAS. Cd. Juárez, Chih. Com.Pers.

NOM-003-ECOL-1997. 1998. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. México: Diario Oficial de la Federación. 30 de abril de 1997.

OMS. 1989. Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura. Organización Mundial de la Salud. Serie de Informes Técnicos 778

OPS/OMS. 1995. Plan maestro de inversión en ambiente y salud en el Estado de Chihuahua. Serie de estudios N° 28. Wash.DC: OPS/OMS

Padilla H. 1994. Apuntes teóricos sobre la relación medio ambiente sociedad/Dinámica socio-espacial de Cd. juárez en los años ochentas. Cuaderno de Trabajo N°18. México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Quintero R. 1997. Avance de estudio del área del Valle de Juárez, Chih. México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Reporte.

Rentería J. 1996. Diagnóstico de salud de la Jurisdicción Sanitaria II de los Servicios Coordinados de Salud Pública en el Estado de Chihuahua 1994-1995. México; Escuela de Salud Pública, Instituto Nacional de Salud Pública: Tesis.

Sánchez G et al. 1992. Sistema de drenaje en Ciudad Juárez y su impacto ambiental. México; Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Reporte.

Sánchez-Carlos J. 1993. Análisis de los procesos de inversión en ambiente y salud en la frontera norte de México. PIAS, Serie de Estudios N° 16. Wash.D.C.: Organización Panamericana de la Salud

Somarriba A. 1987. El algodón en el Valle de Juárez. México: Avances de Investigación N° 1, Colegio de Graduados; Escuela Superior de Agricultura Hermanos Escobar

SPP. s/f. Carta Geológica 1:250,000. Cd. Juárez H13-1. México; Secretaría de Programación y Presupuesto.

SPP. s/f. Carta Hidrológica de aguas superficiales 1:250,000. Cd. Juárez H13-1. México; Secretaría de Programación y Presupuesto.

SPP. s/f. Carta Uso del suelo y vegetación 1:250,000. Cd. Juárez H13-1. México; Secretaría de Programación y Presupuesto.

Tabla 2.1 **FLORA REPRESENTATIVA DEL VALLE DE JUAREZ** **FUENTE: Corral-Díaz, 1996**	
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**
Agrillo	*Rhus microphylla*
Biznaga	*Echinocereus triglochidiatus*
Cadillo	*Xanthium strumarium*
Cañagria	*Rumex hymenosepalus*
Cardenche	*Opuntia imbricata*
Cardo ruso	*Salsola iberica*
Carrizo	*Arundo donax*
Espanta vaqueros	*Tidestromia lanuginosa*
Gobernadora	*Larrea tridentata*
Hojasén	*Flourensia cernua*
Lechuguilla	*Agave lechuguilla*
Mezquite	*Prosopis glandulosa*
Ocotillo	*Fouquieiria splendens*
Plantago	*Plantago patagonica*
Pluma de apache	*Fallugia paradoxa*
Sotol	*Dasylirion wheeleri*
Toboso	*Hilaria mutica*
Tronadora	*Tecoma stans*
Verbena de las arenas	*Abronia angustifolia*
Yuca	*Yucca elata*
Zacate manchado	*Echinochloa colona*
Zacate mota	*Chloris virgata*

Tabla 2.2

FAUNA REPRESENTATIVA DEL VALLE DE JUAREZ

FUENTE: Jones et al., 1992

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Ardilla	*Spermophilus spilosoma*
Conejo	*Sylvilagus audobonii*
Coyote	*Cannis latrans*
Liebre	*Lepus californicus*
Rata canguro	*Dipodomys ordii*
Ratón	*Perognathus flavus*
Ratón	*Peromyscus difficilis*
Tejón	*Taxidea taxus*
Tuza	*Neotoma mexicana*

Tabla 2.3

PRESENCIA DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES EN POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, PUBLICOS Y DOMESTICOS, DE LAS CIUDADES DE JUAREZ, CHIH. Y EL PASO, TEXAS

FUENTE: Granados et al., 1994

CIUDAD	TIPO Y Nº DE POZOS	Nº DE POZOS POSITIVOS A COLIFORMES	
		Totales	Fecales
Juárez, Chih.	35 Públicos	24 (68.5%)	1 (02.8%)
El Paso, Tx	73 Domésticos	47 (64.3%)	13 (17.8%)

Tabla 2.4

MORBILIDAD POR IRAs e IIMDs

JURISDICCION SANITARIA II, MPIO. DE JUAREZ

FUENTE: Padilla, 1994

CAUSA	LUGAR QUE OCUPO LA ENFERMEDAD EN				
	1988	1989	1990	1991	1992
IRAs	1	1	1	1	1
Enteritis y diarreas	2	2	2	2	2
Amibiasis	4	4	7	8	7
Parasitosis	12	-	-	-	-
Salmonelosis	15	16	14	11	12

Tabla 2.5

VOLUMEN DE "AGUA DEL TRATADO" ENTREGADA MENSUALMENTE POR EL GOBIERNO DE ESTADOS UNIDOS A CIUDAD JUAREZ

FUENTE: CNA, 1994

MES	VOLUMEN (m^3)
Enero	0
Febrero	1,344,502
Marzo	6,744,847
Abril	14,801,862
Mayo	14,801,862
Junio	14,801,862
Julio	10,089,936
Agosto	5,390,345
Septiembre	4,033,507
Octubre	1,344,402
Noviembre	666,084
Diciembre	0
TOTAL	**74,009,309**

Tabla 2.6

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA AGUAS RESIDUALES DE REUSO PUBLICO

FUENTE: NOM-003-ECOL-1997

TIPO DE REUSO	COLIFORMES FECALES (NMP/100ml)
Servicio al Publico con Contacto Directo	240
Servicio al Público con Contacto Indirecto u Ocasional	1,000

Tabla 2.7

COMUNIDADES RURALES DEL MUNICIPIO DE JUAREZ EN EL VALLE DE JUAREZ

FUENTE: INEGI, 1997

LUGAR	POBLACION
Loma Blanca	552
San Isidro	1,931
San Agustín	876
Jesús Carranza	507
Tres Jacales	278
El Millón	668
Comunidades dispersas	268
TOTAL	**5,080**

Tabla 2.8

TIPOS DE CULTIVOS QUE COMENZARON A PROSPERAR EN EL VALLE DE JUAREZ A PARTIR DE LOS AÑOS 60's

FUENTE: INEGI, 1997

MACROCULTIVOS (Venta)	MICROCULTIVOS (Consumo doméstico)	
Algodón	Pepinos	Cebolla
Alfalfa	Tomate	Calabaza
Trigo	Zanahoria	Frijol
Sorgo	Espinacas	Melón
Maíz	Cilantro	Sandía

Tabla 2.9

PROBLEMAS AMBIENTALES QUE AFECTAN AL VALLE DE JUAREZ

FUENTE: Garza, 1998

Agua en cantidad insuficiente para el riego
Agua abastecida por tres fuentes: Río Bravo, pozos y aguas residuales de Cd. Juárez
Agua del Río Bravo contaminada por las aguas negras
Agua subterránea de mala calidad (salitrosa)
Acuíferos en depresión y captando cada vez menos agua
Contaminación biológica y química del suelo del Valle por aguas residuales (municipales e industriales)
Contaminación química del suelo del Valle por agroquímicos
Deterioro de la calidad ambiental del entorno humano
Pérdida de tierra fértil
Probable contaminación biológica y química de los acuíferos
Sequía
Suelos ensalitrados (por años de riego con aguas saladas y aguas negras)

Tabla 2.10 SUPERFICIE CULTIVABLE EN EL VALLE DE JUAREZ FUENTE: Quintero, 1997		
	%	Has
TOTAL	100	26,518
Por Temporal	9.7	2,507
Por Riego	87.8	23,282
Por Humedad	2.5	663

Tabla 2.11 CLASIFICACION DE CULTIVOS EN EL VALLE DE JUAREZ FUENTE: Quintero, 1997		
CULTIVO	**SUPERFICIE (Has)**	**RIEGO**
Algodón	11,873 (51%)	Aguas Mezcladas
Forrajes	7,683 (33%)	Aguas Mezcladas
Trigo	2,095 (09%)	Aguas Mezcladas
Varios	1,630 (07%)	Aguas Mezcladas

Tabla 2.12 CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO EN EL VALLE DE JUAREZ FUENTE: CNA, 1991	
FUENTE	**CALIDAD QUIMICA**
Rio Bravo	Altamente salina Baja en sodio
Pozos Profundos	Altamente salina Alta en sodio
Aguas Residuales	Altamente salina Baja en sodio

Tabla 2.13 SUELOS SALINOS EN EL VALLE DE JUAREZ FUENTE: CNA, 1991	
CLASIFICACION	**% SUPERFICIE (Has) AFECTADA**
Normal	35.50
Salino	32.90
Salino-Sódico	30.70
Sòdico	0.96

Tabla 2.14 CATEGORIA DE CULTIVOS REGADOS CON AGUAS RESIDUALES EN EL VALLE DE JUAREZ FUENTE: Garza, 1997		
Categoría	**Tipo de Cultivo**	**Grupo Expuesto**
A	Cultivos que se consumen crudos	Trabajadores Consumidores
B	Cereales, cultivos industriales árboles frutales, forrajes	Trabajadores

CAPITULO 3

EVALUACION DE RIESGO DE LOMA BLANCA, DISTRITO DE RIEGO 009 VALLE DE JUAREZ: POBLACION CASO

El agua residual cruda
es un medio contaminado
que pone en riesgo la salud pública
y el equilibrio ecológico.

SUMARIO

La población rural de Loma Blanca, Distrito de Riego 009 Valle de Juárez, está situada sobre el cauce del canal de riego que conduce las aguas residuales no tratadas producidas por Cd. Juárez, Chih. Este sitio está inmerso en un medio agrícola contaminado, con microorganismos patógenos, que a lo largo de 50 años ha sido objeto de una persistente y prolongada irrigación con aguas negras.

Las infecciones gastrointestinales son de importancia fundamental en la salud de los habitantes del sitio y, probablemente, su prevalencia está asociada a los medios agua y suelo que están sanitariamente deteriorados. Como parte de un estudio epidemiológico ambiental de casos y controles para conocer el impacto a la salud del reuso de las aguas residuales de Cd. Juárez, se evaluó el riesgo a la salud pública de Loma Blanca por exposición al agua y suelo microbiológicamente poluido con patógenos humanos. Se visitó el lugar y se aplicó una encuesta que permitió conocer el perfil de saneamiento básico del poblado. Para la evaluación se utilizó la metodología desarrollada por la Agency for Toxic Substances and Diseases Registry, modificada para evaluaciones que involucren patógenos, y una matriz de análisis del Department of Defense de los Estados Unidos. El resultado de la evaluación señala que la categoría de riesgo es alta. La conclusión se basa en el análisis de datos sobre el medio ambiente, características de vivienda, hábitos de consumo de agua y vegetales, percepción del riesgo por parte de la comunidad, y niveles de morbilidad.

EVALUACION DE RIESGO DE LOMA BLANCA, DISTRITO DE RIEGO 009 VALLE DE JUAREZ.
POBLACION CASO

3.1. INTRODUCCION

En México, la práctica del reuso agrícola de las aguas residuales no tratadas provenientes de los centros urbanos próximos a los campos de cultivo, tiene desde 1886 (Tejeda, 1991). En la actualidad, en 1999, la agricultura de reuso de aguas residuales es practicada en la mayoría de los campos agrícolas del país cercanos a las ciudades que cuentan con sistemas de drenaje sanitario ya que, la competencia por el uso del agua, sobre todo en las zonas desérticas y semidesérticas -que abarcan el 67% del territorio nacional-, es relevante.

El mayor reciclaje de desechos humanos en México se realiza en los Distritos de Riego 003 y 100, situados en el Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo. También las aguas residuales de las ciudades mexicanas de Aguascalientes, Comarca Lagunera (Torreón, Gómez Palacio y Lerdo), Durango, Guadalajara, Cd. Juárez, León, Monterrey, Morelia, Cd. Obregón, Puebla y Querétaro, entre otras, son reutilizadas (Cortéz et al., 1993).

El Distrito de Riego 003 Valle del Mezquital, con aproximadamente 130,000 has. regadas con las aguas residuales de la Ciudad de México, es el mayor territorio del mundo regado con esta clase de aguas. Se considera que el Distrito de Riego 009 Valle de Juárez, Edo. de Chihuahua, con aproximadamente 26,000 has, es el mayor campo agrícola regado con aguas servidas en el norte de México y el segundo en el país.

A nivel mundial, México es el segundo país que más hectáreas irriga con aguas residuales, después de China Popular. En América Latina, países como Brasil, Chile, Guatemala y Perú hacen uso de este recurso. En algunos países, como Israel y Sudáfrica, es una política nacional el aprovechamiento de este recurso (Kandiah, 1993).

Las aguas residuales domésticas tienen un valor agregado para el agricultor: su riqueza en nutrimentos (Tabla 3.1); y una carga de riesgo: contaminantes biológicos (Tabla 3.2) y químicos -cuando las aguas domésticas están mezcladas con aguas residuales industriales-.

Considero que la carga de riesgo es el exceso de contaminantes químicos o biológicos en un medio -agua, aire o suelo-, a partir de la cual una población expuesta comienza a sufrir daño.

La carga de riesgo de las aguas residuales crudas suele acentuarse cuando las medidas de control sanitario de las aguas no funcionan y las características de saneamiento básico rural de la localidad agrícola son pobres. Esto se manifiesta con una alta prevalencia de infecciones y enfermedades gastrointestinales, además de otras enfermedades, como micosis, enfermedades vectoriales o algunas causadas por agentes químicos.

En México existen más de 30 escenarios agrícolas donde se reusan aguas servidas; sin embargo, a pesar de que la cultura del reuso del agua está muy arraigada en México, los estudios realizados sobre su impacto a la salud son sólo cuatro (Cortéz et al., op.cit.):

- Distrito de Riego 003 Valle del Mezquital, Edo.de Hidalgo. Estudio sobre amibiasis en los pobladores del área.

  Realizado en la década de los 70's

- Guadalajara, Jalisco. Estudio de salud ocupacional en los trabajadores agrícolas que utilizaban los efluentes de las lagunas de estabilización de la ciudad. Realizado en la década de los 70's

- Distrito de Riego 003 Valle del Mezquital, Edo.de Hidalgo. Estudio sobre ascariasis en los pobladores del área.

  Realizado a principios de los 90's

- Distrito de Riego 003 Valle del Mezquital, Edo.de Hidalgo. Estudio para evaluar el impacto del reuso de las aguas residuales en los niveles de plomo, cadmio y manganeso en trabajadores agrícolas.

  Realizado a principios de los 90's.

Como puede observarse, de este grupo dos estudios se realizaron en poblaciones expuestas y dos en grupos de trabajadores expuestos; tres de estos estudios fueron biológicos y uno toxicológico. Tres se efectuaron en el Valle del Mezquital y uno, sobre el impacto de aguas residuales tratadas, en Guadalajara. Es decir, los únicos estudios realizados en México sobre el impacto de las aguas residuales sin tratar en la población rural, se han hecho en el Valle del Mezquital.

En un medio rural como Loma Blanca, a donde llegan las aguas negras del alcantarillado de Cd. Juárez y los agricultores las aprovechan para irrigar sus campos de cultivo, el estilo de vida y hábitos higiénicos de sus habitantes se conjugan para favorecer la transmisión de enfermedades gastrointestinales asociadas a la cultura del reuso de las aguas negras.

Como parte de un estudio de casos y controles, conducente a la evaluación del impacto del reuso de las aguas residuales de Cd. Juárez en la comunidad agrícola del Valle de Juárez, se caracterizó el perfil de saneamiento básico rural de Loma Blanca, población representativa de esa zona. El propósito de esta actividad fue el de identificar aquellos factores culturales que contribuyen a facilitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales, y evaluar el riesgo a la salud de los pobladores al exponerse a las aguas contaminadas.

El estudio, realizado en el Distrito de Riego 009 Valle de Juárez, es el primero en su tipo en el norte de México. En este capítulo se presenta el perfil de saneamiento básico de Loma Blanca y una evaluación de riesgo por exposición a las aguas servidas de Cd. Juárez y al entorno agrícola contaminado.

Problema

Las aguas servidas de Ciudad Juárez, constituidas por aguas cloacales -contaminadas biológicamente con excretas humanas- y aguas residuales de la industria -contaminadas biológica, química y físicamente- son vertidas crudas, desde la década de los 40's, a través del sistema de drenaje y alcantarillado de la ciudad, al sistema de riego del Distrito de Riego 009 del Valle de Juárez. Los pobladores del Valle de Juárez emplean estas aguas, sin asesoría ni criterios técnicos de protección, en la irrigación de sus campos de cultivo. En este proceso, los suelos, aguas superficiales y profundas, y los productos cultivados se contaminan, con lo que se convierten en un factor de riesgo a la salud de los trabajadores y habitantes de la zona.

Objetivos

- Caracterizar el perfil de saneamiento básico rural de Loma Blanca, Distrito de Riego 009 Valle de Juárez.

- Evaluar el riesgo a la salud de la población de Loma Blanca por exposición a las aguas servidas de reuso agrícola, provenientes del colector municipal de Cd. Juárez, y al suelo contaminado.

3.2. MATERIALES Y METODOS

Descripción del Sitio de Riesgo

Para la descripción del sitio ambientalmente vulnerado se siguió la metodología de evaluación de riesgo por exposición a residuos peligrosos de la Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (ATSDR, 1991) y la Norma Oficial Mexicana NOM-048-SSA1-1993 (1995) que establece el método para la evaluación de riesgos por exposición a contaminantes ambientales.

Factores de riesgo

Las aguas residuales sin tratar o "aguas negras", son una importante fuente de infecciones y enfermedades gastrointestinales. De acuerdo a Mará y Cairncross (1990) los factores microbiológicos de riesgo por uso de aguas servidas crudas, son:

- Período de supervivencia del agente patógeno en el suelo, cultivos, peces y agua
- Presencia de huespedes intermediarios
- Modo de empleo y frecuencia de uso de las aguas residuales no tratadas
- Tipo de cultivo al que se aplican las aguas residuales
- Forma en la que el huesped humano se expone al suelo, agua, cultivos y/o peces contaminados

Fuente Primaria de Riesgo

El canal de riego, que conduce las de aguas residuales no tratadas generadas por Cd. Juárez, es la más importante fuente de riesgo en la transmisión de enfermedades gastrointestinales en la zona. El persistente uso de este recurso por casi 50 años, ha traído consigo la contaminación del suelo, aguas superficiales y subterráneas, y cultivos del Valle de Juárez.

De tal forma, la exposición a las aguas negras, a las aguas blancas de baja calidad sanitaria, al suelo contaminado o a los cultivos regados con estas aguas, significa un riesgo.

Fuente Secundaria de Riesgo

En la transmisión de enfermedades gastrointestinales hay otra serie de factores de riesgo, que se denominarán factores culturales de riesgo, que contribuyen a la prevalencia de parasitosis e infecciones gastrointestinales y que, en el caso de zonas donde se reutilizan las aguas negras, ya sea para para agricultura o acuacultura, potencian la transmisión de enfermedades. En este caso, los factores culturales de riesgo en la transmisión de enfermedades gastrointestinales están caracterizados por el perfil de saneamiento básico y son:

- Abastecimiento y manejo del agua de bebida
- Disposición de excretas
- Manejo de residuos sólidos
- Características de la vivienda
- Manejo y consumo de alimentos (verduras)
- Animales (mascotas y de cría)
- Percepción de riesgo

El conocimiento de estos factores de riesgo permite advertir cuales son los de mayor y menor relevancia, y jerarquizarlos por orden de prioridad.

Grupos de Riesgo

Los más importantes grupos de riesgo son los trabajadores del campo, seguidos de los niños y amas de casa. Pero en general, la población total que habita la zona regada con aguas negras está expuesta a los riesgos microbiológicos que estas producen.

Encuesta Directa

El perfil de saneamiento básico rural del poblado de Loma Blanca se estableció mediante la aplicación de un censo-encuesta directa en diferentes etapas, de modo tal que se cubrieron alrededor del 70% de las viviendas.

La encuesta aplicada fue diseñada por el Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", para los estudios realizados por el Dr. E. Cifuentes en el Valle del Mezquital, y adaptada por el autor para el Valle de Juárez (Apendice 2).

La encuesta, que consta de 32 preguntas, fue aplicada por estudiantes de la carrera de Trabajo Social de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, quienes previamente fueron informados y preparados para este trabajo.

Análisis de la información

Para la evaluación de la información obtenida se siguieron los procedimientos de la metodología del ATSDR y se aplicó la matriz para la ponderación de riesgos relativos de sitios contaminados, componente escencial de la metodología de evaluación de riesgo del Department of Defense (DOD, 1997).

3.3. RESULTADOS

Descripción del Area de Estudio

1. Nombre de la comunidad en riesgo

Loma Blanca, Ejido San Isidro. Municipio de Juárez.

2. Ubicación del sitio

Esta comunidad está situada al sureste de Cd. Juárez, a unos 20 km de distancia, y a unos 2 km al sur del Río Bravo. La parte sur de Loma Blanca está inserta en arenas de los medanos. Esta región está inserta en la provincia biogeográfica del desierto chihuahuense.

3. Tipo de sitio

Eminentemente agrícola. Corresponde a la Primera Unidad del Distrito de Riego 009 Valle de Juárez.

4. Descripción del proceso contaminante

Las aguas residuales no tratadas de Cd. Juárez llegan al subsistema de riego de Loma Blanca a través de la Acequia Madre o canal principal del sistema de riego del Valle de Juárez. En este punto hay una serie de derivaciones de agua hacia los campos agrícolas

situados entre Loma Blanca y el Río Bravo, pero el canal principal cruza la población y continúa hacia las otras poblaciones del Valle.

El canal de riego no sólo lleva aguas crudas, sino que arrastra sólidos disueltos que, como lodos (alrededor del 0.5%), se depositan a lo largo del cauce. Los lodos están químicamente contaminados con metales pesados, solventes y otros materiales químico orgánicos, y biológicamente poluidos de microorganismos patógenos y parásitos.

Los agricultores desazolvan con regularidad el canal y depositan los lodos a la vera. Al secarse los lechos de lodos, el material se pulveriza y se integra a los campos agrícolas, corrales y patios de las viviendas.

Durante la época de fuertes vientos o tolvaneras, vientos de hasta 65 km/h o más-en los meses de febrero, marzo y abril-, el polvo contaminado es dispersado y se deposita en los interiores de las viviendas. Como la forma más común de regar es por inundación de parcelas, el viento también levanta microgotas de los campos y los canales de riego.

Es preciso destacar que en esta zona desértica del norte de México, en la época de vientos, una ama de casa puede limpiar hasta dos veces al día los muebles y pisos del hogar y encontrarlos empolvados, nuevamente, al día siguiente. Esto es de suma importancia como factor de riesgo asociado a la transmisión de enfermedades.

5. Actividades que se desempeñan en el sitio

Además de la agricultura existe producción de animales domésticos para el consumo familiar. Parte de la población económicamente activa del municipio de Juárez y zonas circunvecinas ha hecho de Loma Blanca su residencia dormitorio ya que, durante el día, van a trabajar a Cd. Juárez o al vecino país y regresan al anochecer.

6. Barreras para impedir el acceso al sitio

El canal de aguas negras está descubierto y no tiene barreras de contensión que impida el acercamiento a los pobladores de la zona -niños y adultos-, animales de cría o animales silvestres. Además, durante los fines de semana es común ver a miembros de la población cruzar por los campos de cultivo para divertirse o ir de día de campo

7. Remediaciones en el sitio

La calidad del agua del canal de riego no es apta para las actividades agrícolas de la región y representa un alto riesgo sanitario para los trabajadores y habitantes del Valle, y

ecológico contra el medio ambiente. Sin embargo, a la fecha, a pesar de lo que dispone la norma oficial mexicana NOM-001-ECOL-1996, no se ha registrado una sola acción legal contra quien genera este recurso contaminado y contamina el Valle de Juárez: Ciudad Juárez. Las autoridades CNA, CILA, SEMARNAP y otras, cifran sus esperanzas para controlar este problema en la construcción de plantas tratadoras.

Características Hidrológicas

1. Agua

Las fuentes de agua de Loma Blanca, al igual que el resto del Valle de Juárez, son tres:

- Aguas derivadas del Río Bravo que son conducidas al Valle de Juárez por la Acequia Madre;
- Aguas residuales crudas, generadas por Cd. Juárez, que descargan en la Acequia Madre y se mezclan con las aguas blancas del Bravo;
- Agua de pozos. Abastece el acuífero "Bolsón del Hueco", único que provee de agua a las poblaciones de Cd. Juárez y El Paso, y a las comunidades agrícolas de la zona binacional del Valle.

2. Calidad del Agua

La salinidad del agua subterránea en la Primera Unidad del Distrito de Riego 009 se encuentra entre 500 y 1,200 ppm (Tabla 3.3)

El agua de lluvia no representa una fuente de importancia para el desarrollo regional, ya que la precipitación pluvial media anual es de 250 mm. De tal forma, los arroyos están secos la mayor parte del año.

3. Acceso al agua potable

La mayoría de la población recibe el agua a través de un pequeño sistema de abastecimiento que toma el recurso de un pozo ubicado en el centro de la comunidad. Los habitantes que viven hacia el norte, junto al canal de riego, tiene el gradiente a su favor, por lo que casi siempre tienen agua de la llave; los habitantes que viven hacia el sur, junto a los arenales, tienen el gradiente en contra y cuentan con agua cuando hay suficiente presión, por tal motivo acostumbran almacenar agua para bebida o servicios. El pozo se encuentra ubicado a unos 120 m del canal principal.

Características Litológicas

1. Composición del Suelo

Los cortes litológicos realizados por Díaz (Diaz, 1999), arrojan una composición estratigráfica del terreno a base de materiales de arcilla, arena, grava-arena y limo-arcilla.

2 Superficie del Suelo

El Valle de Juárez ha perdido muchas de los rasgos biogeográficos que lo catalogaban como tal; la agricultura intensiva, a partir del comienzo del cultivo del algodón en la década de los 10's, generó un cambio en el ambiente y acentuó la desertificación. El suelo en la zona tiene poca cubierta vegetal. El viento es un elemento erosionante de importancia.

Información de la Población

1. Características de las Calles

La carretera Juárez-Porvenir, que corre de noroeste a sureste, divide al poblado de Loma Blanca en dos. Este es el único camino asfaltado de la localidad. Las calles del poblado no están pavimentadas ni poseen cubierta vegetal alguna.

2. Localización de Centros Escolares

Existe una escuela primaria junto a la carretera Juárez-Porvenir, hacia el lado sur. Esta escuela está ubicada a unos 120 m del canal principal.

3. Centro Comunitario

En materia de salud, Loma Blanca cuenta con un pequeño dispensario que por años fue atendido por una TAP (Técnica en Atención Primaria) dependiente de la SS, y desde abril de 1998 por una doctora en medicina. Este puesto está adscrito a la Jurisdicción Sanitaria II del municipio de Juárez. Las prioridades de este Centro son las indicadas por el nivel federal, mismas que están basadas en un paquete básico de salud que atiende:

- hipertensión arterial
- diabetes

- planificación familiar

4. Religión

La localidad cuenta con una iglesia católica.

5 Recreación y Cultura

Cerca de Loma Blanca existen tres balnearios públicos que, en temporada de calor, son muy concurridos.

6. Transporte

Por la carretera Juárez-Porvenir hay transporte público suburbano cada media hora. Además, los obreros que trabajan en la industria maquiladora tienen servicio de transportación a las plantas y de regreso a sus hogares.

7. Electricidad

La mayoría de las viviendas cuentan con energía eléctrica.

Vivienda y Saneamiento Básico Rural

Los factores culturales de riesgo más relevantes a la transmisión de enfermedades gastrointestinales que se detectaron en Loma Blanca, son aquellos relacionados a la falta de potabilización del agua, disposición inadecuada de basuras, no desinfección de la verdura cruda que sirve de alimento, a la presencia de animales domésticos o de cría en el interior de las viviendas o en los patios de las mismas, y a la falta de percepción del riesgo que representa el canal de aguas negras que cruza por la comunidad.

1. Población

Número de habitantes: 552

Promedio de habitantes por vivienda: 4.5

2. Características de la vivienda

La mayoría de las viviendas están construídas con block de cemento. El 85.2% de la población encuestada tiene el piso de cemento y el 14.8% de las viviendas tienen piso de tierra (Fig. 3.1).

Casi todas las casas tienen patios exteriores de tierra.

3. Agua de bebida

La población en general recibe por tubería el agua en sus casas. Por ese sólo hecho la gente "cree" que, por tener el abasto de agua a través de un sistema de tubería, el agua es potable.

Por lo anterior, únicamente el 64.3% de los encuestados le dan algún tipo de tratamiento al agua, como hervirla, clorarla o filtrarla; y el restante 35.7% la bebe o utiliza para la cocina como viene por la tubería (Fig. 3.2). La responsabilidad del abastecimiento de agua potable a las poblaciones del Valle de Juárez, recae en la Junta Central de Agua y Saneamiento del Estado de Chihuahua.

4. Almacenamiento del agua de bebida

Debido a que en ocasiones el flujo de agua hacia las viviendas no es continuo, en el 76% de los hogares las amas de casa almacenan el agua en ollas, tambos o garrafones. En el 24% restante no acostumbran hacerlo porque tienen la pendiente a su favor y rara vez les falta el agua (Fig. 3.3).

5. Disposición de excretas

En Loma Blanca no hay drenaje. La disposición de las excretas humanas se hace en fosas sépticas, el 81.5% de la población, y en letrinas, el 18.5% (Fig. 3.4). Sin embargo, se detectó fecalismo al aire libre.

De esa población, e. 70.3% tiene excusado en el interior de la vivienda -con fosa exterior-, y el 29.7% fosa o letrina en el exterior (Fig. 3.5).

Algunos de los habitantes de Loma Blanca, que tienen sus viviendas a un lado del canal de riego, pretenden que el municipio les permita poner drenaje y descargarlo en el canal. Lo que se advirtió es que algunos de ellos descargan sus aguas grises a ese canal.

6. Residuos sólidos

La dirección de limpieza urbana de Cd. Juárez presta regularmente su servicio a las comunidades del Valle de Juárez que están dentro de la jurisdicción municipal. El 55.1% de la población hace uso de ese servicio, mientras que el 44.9% (Fig. 3.6) restante la arroja al campo o la quema.

7. Actividades Laborales

A pesar de que gran parte de la gente de la localidad no trabaja en actividades de campo. Los animales que habitan el intra o el peridomicilio de las viviendas, representan un riesgo para la salud de sus dueños y vecinos por la tierra y excrementos que transportan hacia el interior. En las zonas rurales, la cría de animales es más una necesidad que una costumbre. En Loma Blanca, el 70.4% de los hogares tienen animales domésticos y de cria -perros, gatos, cerdos, aves, caballos, etc.-. El 29.6% carece de ellos (Fig. 3.7).

8. Alimentación

Los hábitos alimenticios juegan un papel preponderante en la transmisión de enfermedades gastrointestinales; sobre todo, las frutas y verduras que se producen en el suelo o a ras de suelo. En la encuesta se observó que la población de Loma Blanca es buena consumidora de verdura fresca, pues el 82% la come frecuentemente y el 18% la tiene fuera de su dieta (Fig. 3.8). Sin embargo, el 80.5% las comen crudas y el 19.5% la desinfectan y, los menos, la cocen (Fig. 3.9).

Percepción de Riesgo

1. Preocupaciones de la comunidad

Se identificó que las preocupaciones de la comunidad relacionadas con el canal de riego eran las siguientes:

- Pestilencia del agua en los meses de calor, acentuándose durante la noche
- Alta densidad de mosquitos (*Culex pipiens*) durante el verano
- como el agua está contaminada, algunos desean conectar un pequeño sistema de drenaje de sus casas al canal

Por otro lado, se detectó:

- una falta de conciencia sobre el riesgo que las aguas del canal representan a la salud
- falta de entendimiento de los riesgos que representa a la salud el pasear o jugar en los campos de cultivo

2. Preocupaciones de autoridades de gobierno u ONG's

No se detectó interés de parte de las autoridades de salud, ambiente, recursos hidráulicos o agricultura; ni ninguna ONG interesada en apoyar a las comunidades del Valle de Juárez para promover una cultura del agua y la higiene respecto al agua residual.

Tampoco existe programa alguno para interrumpir la transmisión de enfermedades gastrointestinales, controlar el problema y educar a la población.

Contaminación

1. Medios contaminados

Los medios contaminados en el Valle de Juárez son:

- aguas de riego que conduce el canal
- suelo
- aire (en tiempo de vientos fuertes)

2. Rutas de exposición

Las rutas por las cuales los pobladores de Loma Blanca se exponen a los microorganismos patógenos y parásitos intestinales que transportan las aguas negras de Cd. Juárez, son:

- Ruta agua residual
- Ruta polvo casero
- Ruta tierra del campo
- Ruta aire (cuando hace viento)
- Ruta animales
- Ruta productos del campo

Prevalencia de Enfermedades Gastrointestinales

1. Durante la encuesta se aplicaron unas preguntas recordatorio en relación a por lo menos un caso por hogar registrado en el momento de la encuesta, en la semana anterior y en la semana antepasada. Al momento de la encuesta había enfermos en más del 15% de las viviendas; pero en las últimas tres semanas, el 86% de los hogares habían tenido uno o más casos (Tabla 3.4).

2. Los síntomas señalados fueron:

- diarreas
- mucosidad con sangre
- calambres en el estómago
- dolores de cabeza
- pérdida de apetito
- mareos y náuseas

Estimación del Riesgo a la Salud

1. Las aguas negras y el suelo contaminado son un factor importante en la prevalencia de las infecciones y enfermedades gastrointestinales en el Valle de Juárez.

2. La ruta de exposición más importante en el sitio es, en primer término el agua residual; le sigue en importancia el suelo regado con esta agua

3. Es altamente posible que los microorganismo patógenos y párasitos se transporten de un medio a otro. El escenario que constituye el Valle de Juárez permite la exposición a un mismo agente patógeno de forma simultánea por múltiples medios.

4. La población sensible la conforman los trabajadores del campo, los niños y las amas de casa; pero, en general, todos los habitantes del lugar están expuestos en menor o mayor grado.

5. La exposición ocurre de diversas maneras porque el entorno en sí es insalubre; por tanto, la exposición es crónica y contínua.

6. Los efectos más comunes advertidos son los arriba mencionados.

7. Las aguas residuales pueden estar afectando la salud de los niños y su rendimiento escolar.

8. La recreación infantil o familiar en las acequias y los campos de cultivo, implica un riesgo de exposición a los patógenos y parásitos.

Evaluación de Riesgo Relativo

Por la información recolectada en las diferentes visitas al sitio y por la evaluación de la misma, siguiendo la metodología Relative Site Risk Evaluation (DOD, op.cit.) puedo inferir que:

1. El riesgo que el lugar representa a la salud pública de los habitantes de Loma Blanca es evidente;

2. Tiene un potencial de riesgo microbiológico prospectivo de al menos 15 años si el sitio se deja de regar con aguas negras; en caso contrario, es una fuente permanente de riesgos a la salud y al ambiente;

3. Las aguas negras han contaminado las más de 26,000 hectáreas regadas con ellas, por lo que el problema es amplio y no está confinado;

4. No hay evidencias de que el problema esté limitado al Valle de Juárez y no exista exportación de microorganismos patógenos fuera del área;

5. En tal sentido, el potencial hacia fuera de la zona es mediana.

La conclusión de la evaluación arroja una categoría de riesgo alta. Esto significa que se tiene un problema de salud y ambiente de especial atención.

Conclusiones

1. La ruta de mayor importancia es agua residual el suelo, principalmente en las áreas agrícolas, bordos del canal y patios de las casas aledañas a ese canal.

2. La rutas que involucran aire y agua subterránea requieren ser analizadas en futuros estudios para establecer su real magnitud.

3. La población de mayor riesgo son los trabajadores del campo por estar en contacto directo con el agua y suelo contaminados.

4. Los niños constituyen el segundo grupo en riesgo por su constante deambular por los terrenos contaminados, juegos, y alta susceptibilidad.

5. Los patrones culturales de la población y su calidad de vida están profundamente asociados con la transmisión de las infecciones y enfermedades gastrointestinales

6. Los lodos representan un riesgo indeterminado a la salud pública que requiere de mayor estudio. También debe mencionarse que no existe suficiente información sobre la composición química y biológica de los lodos y la superficie del suelo.

Con fundamento en los puntos anteriores se concluye que ;

El sitio implica un riesgo de salud pública urgente que requiere remediación inmediata.

3.4. REFERENCIAS

ATSDR. 1991. Health Assessment Methodology. Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Diseases Registry

Bouwer H et al. 1987. Quality requirements for irrigation with sewage water. J. Irrig. & Drainage Eng. 113: 516-535

Cortéz JE et al. 1993. Aprovechamiento de aguas residuales en agricultura: Situación actual en México. Cuernavaca, Mor.: Comisión Nacional del Agua. No Pub.

Díaz MR. 1999. Estudio de resistividad en la zona de terrazas del Valle de Juárez. Tesis de Maestría en Hidrología Subterránea. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. No Pub.

DOD. 1997. Relative risk site evaluation primer. Wash.D.C.: Department of Defense.

Kandiah A. 1993. The use of wastewater in the context of overall water resources policy and planning. Cuernavaca, Mor.: WHO/FAO/UNEP/UNCHS Workshop on Health, Agricultural and Environment Aspects of Wastewater Reuse

Mará D y Cairncross S. 1990. Directrices para el uso sin riesgos de aguas residuales y excretas en agricultura y acuicultura. España: OPS/PNUMA

NOM-048-SSA1-1993. 1995. Que establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de agentes ambientales. México: Diario Oficial de la Federación. 9 de enero de 1996.

Tejeda C. 1991. El riego con aguas residuales en México: Efectos en la salud y propuesta de soluciones técnicas. Ing.Amb. 4(10): pp 6-15

Tabla 3.1
APORTE DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS NO TRATADAS A LAS AREAS AGRICOLAS
FUENTE: Bouwer et al., 1987

SALES (150-400 mg/l)	TIPO		UNIDAD DE MEDIDA
	Sodio		mg/l
	Cloruros		mg/l
	Carbonatos		mg/l
MICROORGANISMOS			
	Virus		
	Bacterias		NMP/100 ml
	Protozoos		
	Helmintos		NHH/l
ELEMENTOS TRAZA			
	Arsénico	Boro	mg/l
	Cadmio	Cobre	mg/l
	Fierro	Mercurio	mg/l
	Molibdeno	Niquel	mg/l
	Plomo	Zinc	mg/l
NUTRIENTES			
	Nitrógeno		mg/l
	Fósforo		mg/l
COMPUESTOS ORGANICOS			
	Hidrocarburos halogenados		mg/l
	Hidrocarburos aromáticos		mg/l
DETERGENTES			
	No biodegradables		mg/l
	Biodegradables		mg/l
SOLIDOS			
	En suspensión		mg/l
	Disueltos		mg/l
DEMANDA DE OXIGENO			
	Biológica		mg/l
	Bioquímica		mg/l

Tabla 3.2
BACTERIAS Y PARASITOS PATOGENOS QUE PUEDEN ENCONTRARSE EN AGUAS RESIDUALES
FUENTE: Gerba, 1993

GRUPO	PATOGENO	ENFERMEDAD
Bacteria	*Salmonella* spp (numerosos serotipos)	Tifoidea, paratifoidea, salmonelosis
	Shigella spp.	Disentería bacilar
	E. coli enteropatogénica (varios serogrupos)	Gastroenteritis
	Yersinia enterocolitica	Gastroenteritis
	Campylobacter jejuni	Gastroenteritis
	Vibrio cholerae	Cólera
Protozoa	*Entamoeba coli*	Amibiasis
	Entamoeba histolytica	Disentería amibiana, absceso hepático, ulceración del colon
	Giardia lamblia	Diarrea, malabsorción
	Balantidium coli	Diarrea, ulceración del colon
	Cryptosporidium parvum	Diarrea
Helmintos	*Ascaris lumbricoides*	Ascariasis
	Ancylostoma duodenale	Anemia
	Himenolepis nana	
	Necator americanus	Anemia
	Taenia saginata	Teniasis
	Taenia solium	Cisticercosis
	Trichuris trichiura	Diarrea, dolor abdominal
	Toxocara spp.	Fiebre, dolor abdominal
	Strongyloides stercoralis	Diarrea, dolor abdominal

Tabla 3.3 SALINIDAD EN EL DISTRITO DE RIEGO 009 VALLE DE JUAREZ FUENTE: Díaz, 1999	
UNIDAD DE RIEGO	**Concentración ppm**
Primera	500-1,200
Segunda	1,500-2,000
Tercera	1,000-5,000

Tabla 3.4 PREVALENCIA DE ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES EN LOMA BLANCA (Preguntas Recordatorio)	
PERIODO	**PREVALENCIA**
durante la encuesta	15.7% (8/51)
semana anterior	29.4% (15/51)
semana antepasada	41.1% (21/51)
acumulado	86.3% (44/51)

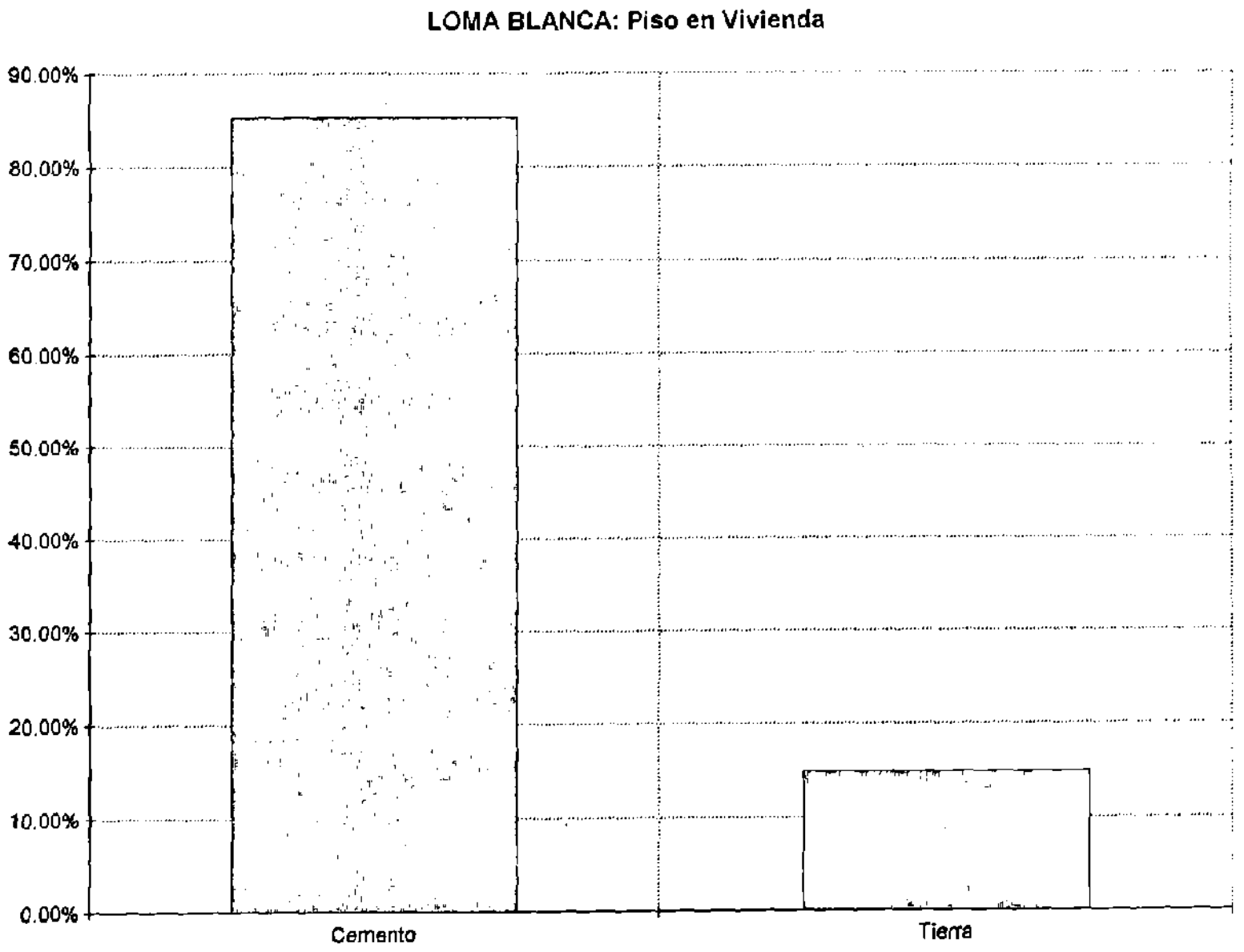
LOMA BLANCA: Piso en Vivienda
90.00%
80.00%
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
Cemento
Tierra

Fig. 3.1

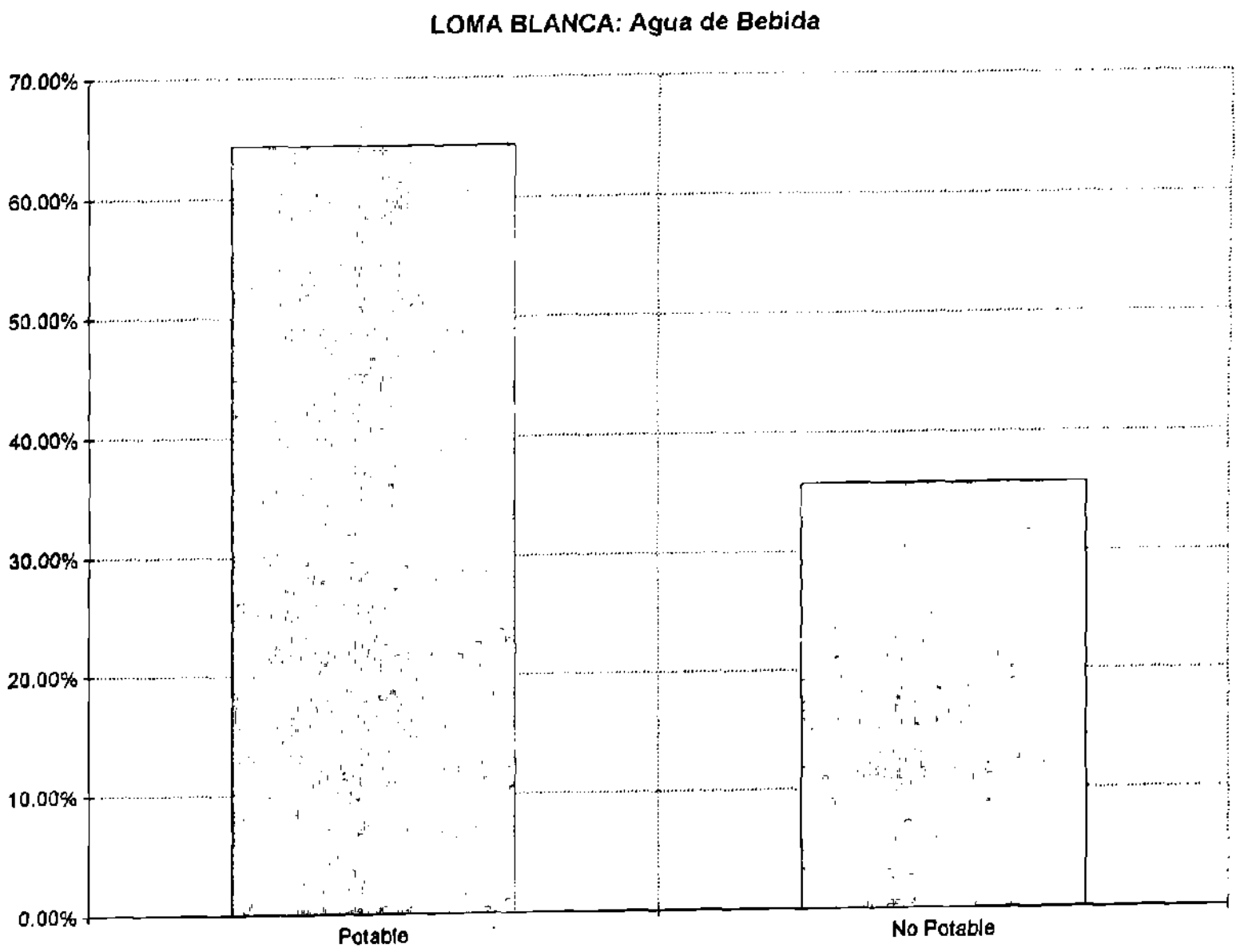
LOMA BLANCA: Agua de Bebida
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
Potable
No Potable

Fig. 3.2

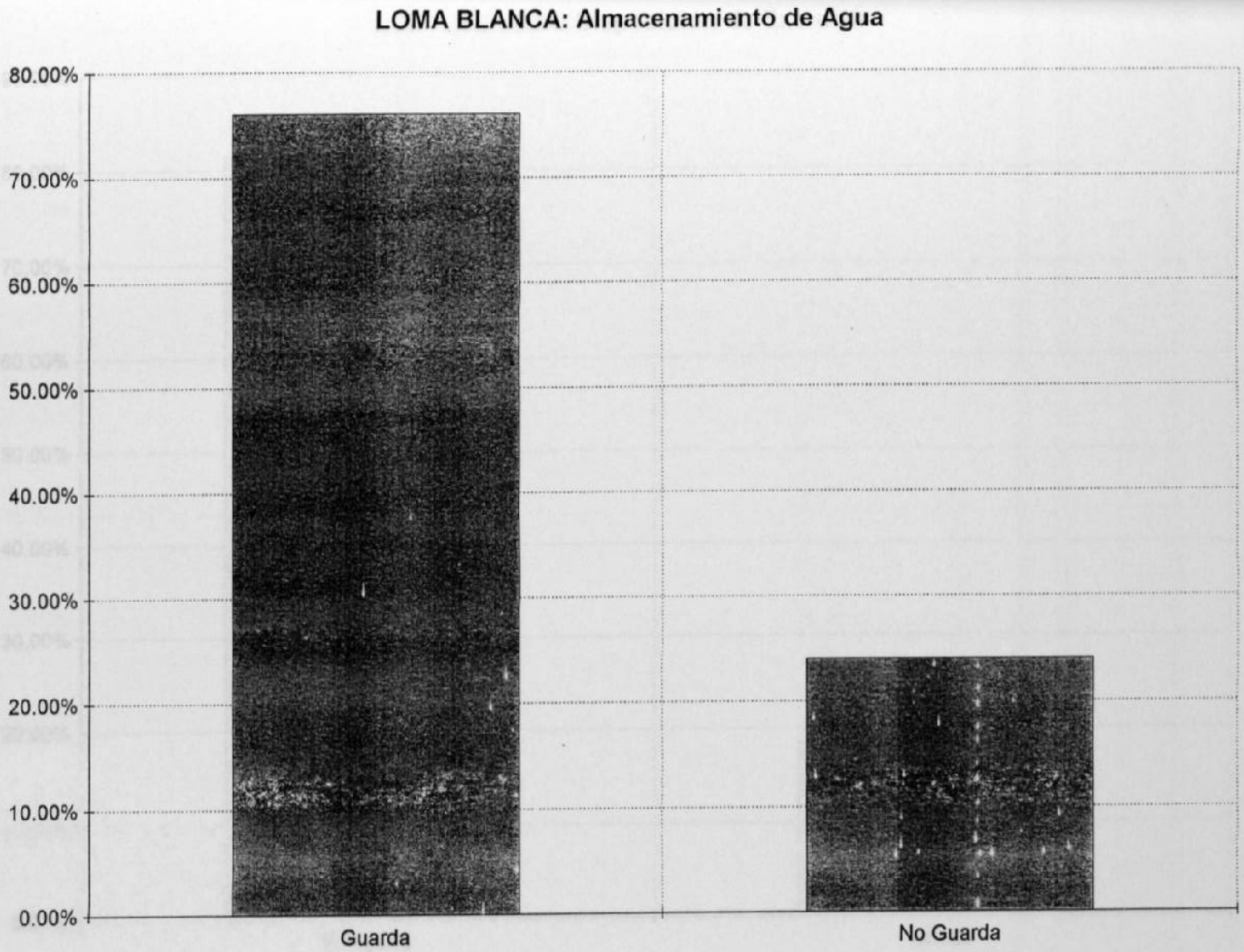
LOMA BLANCA: Almacenamiento de Agua
80.00%
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
Guarda
No Guarda

Fig. 3.3

LOMA BLANCA: Disposición de Excretas

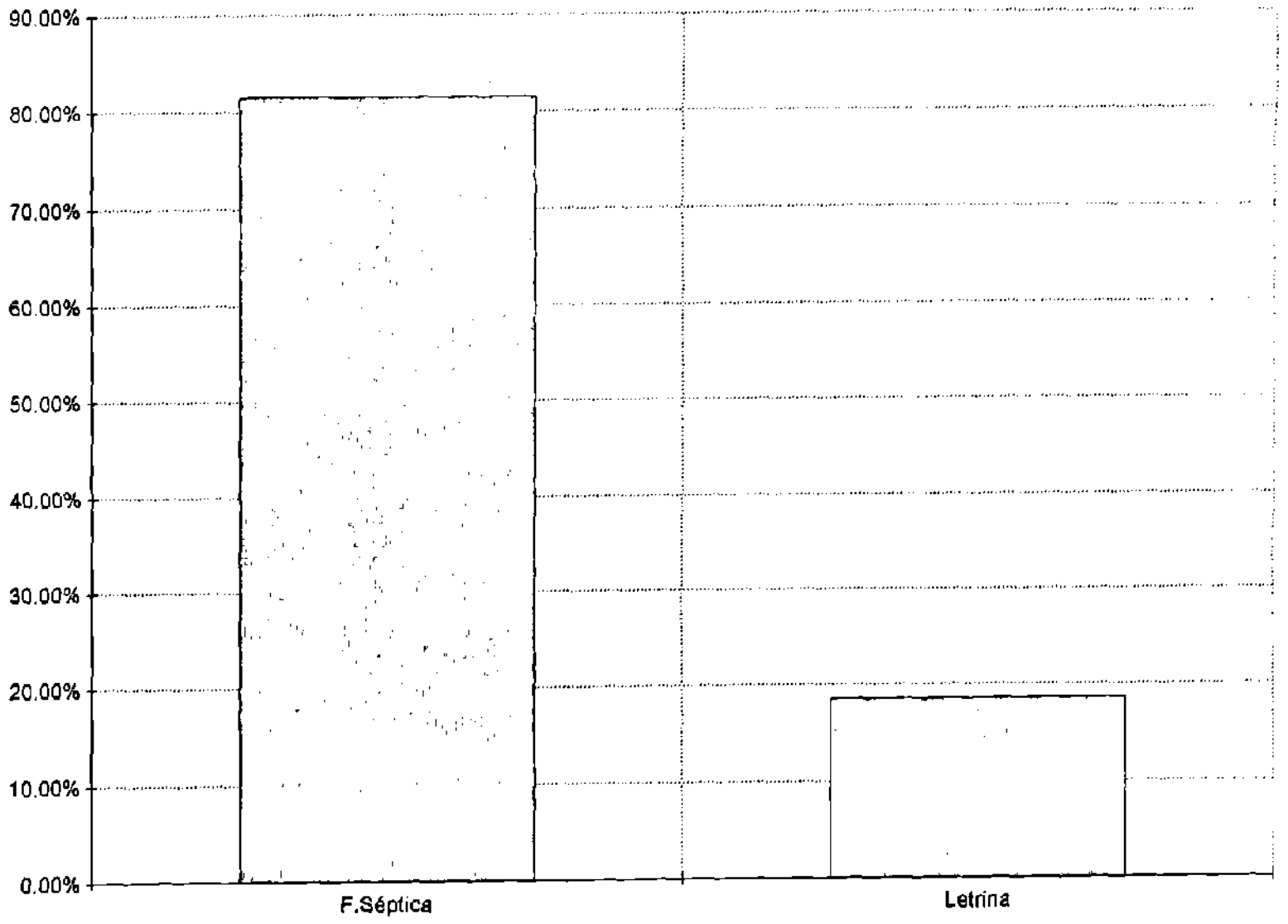

Fig. 3.4

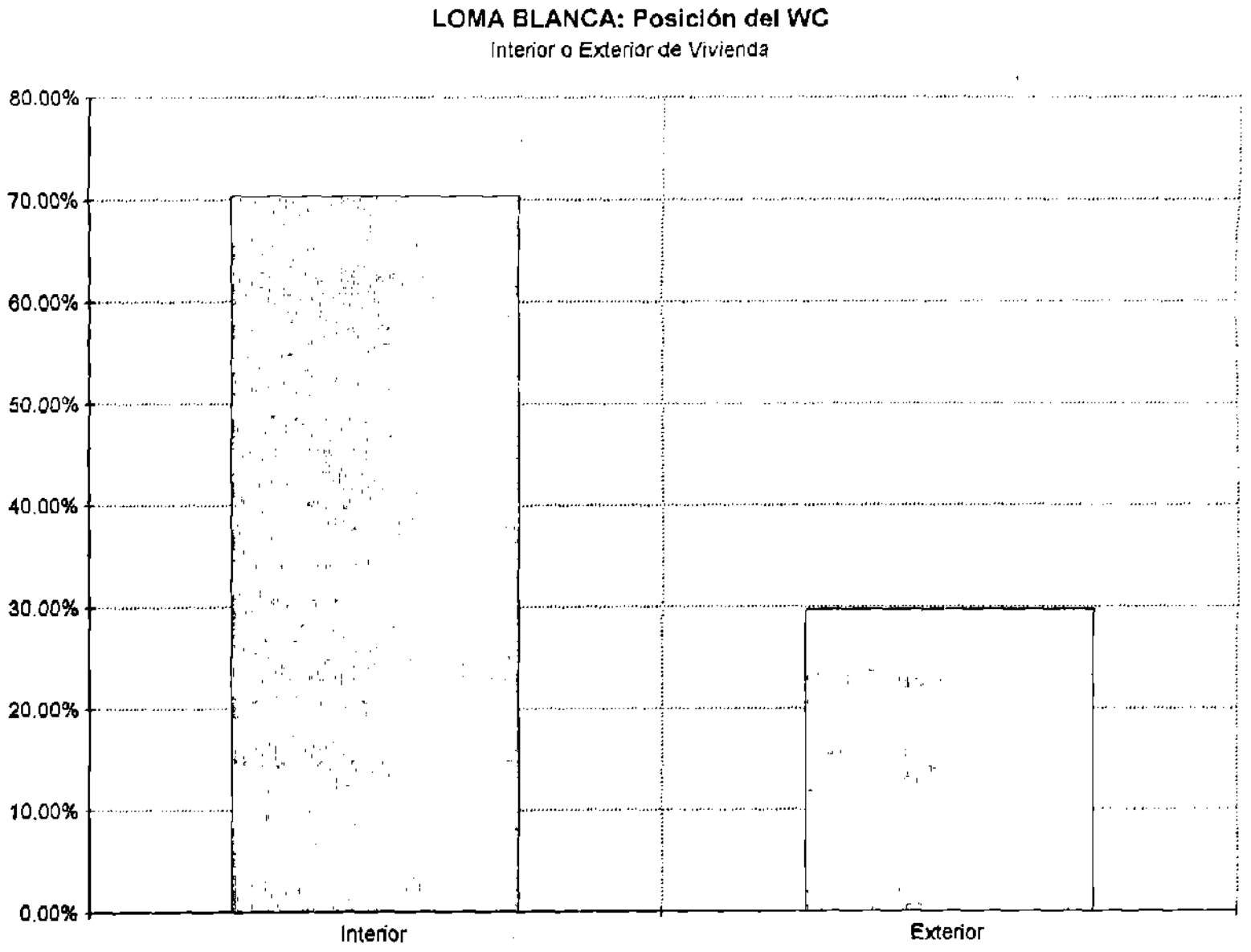
LOMA BLANCA: Posición del WC
Interior o Exterior de Vivienda
80.00%
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
Interior
Exterior

Fig. 3.5

LOMA BLANCA: Residuos Sólidos

Disposición de Basura

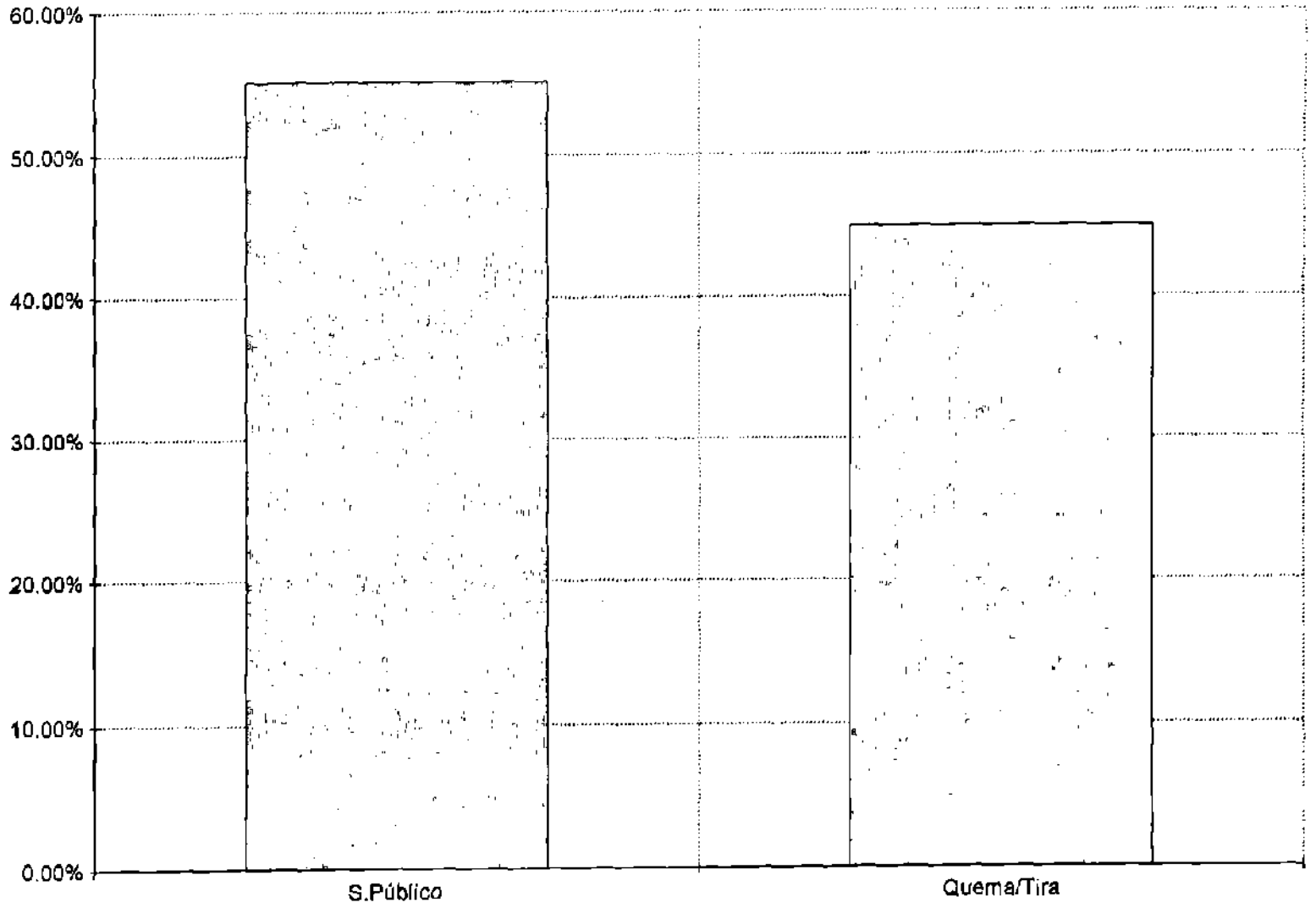

Fig. 3.6

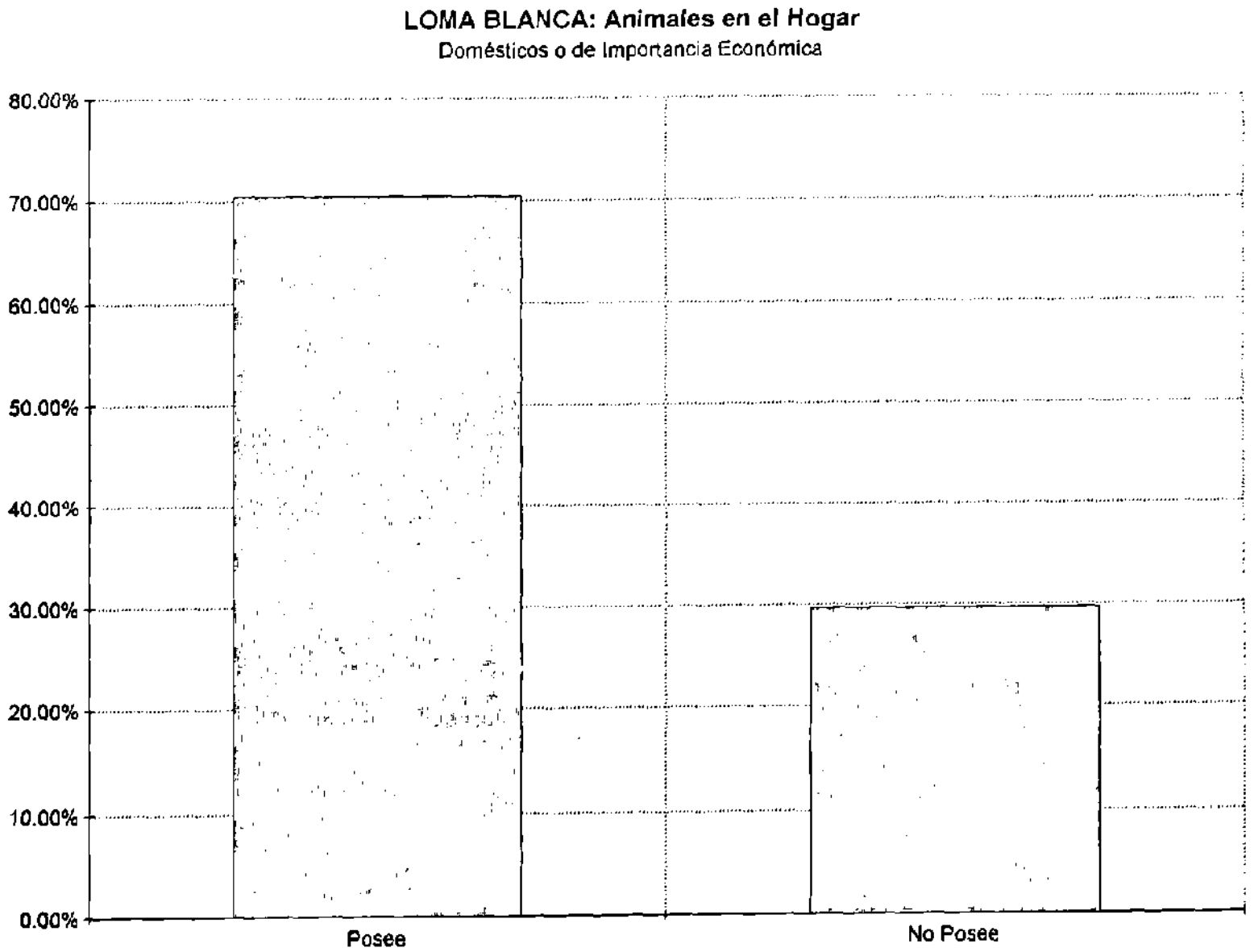
LOMA BLANCA: Animales en el Hogar
Domésticos o de Importancia Económica
80.00%
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
Posee
No Posee

Fig. 3.7

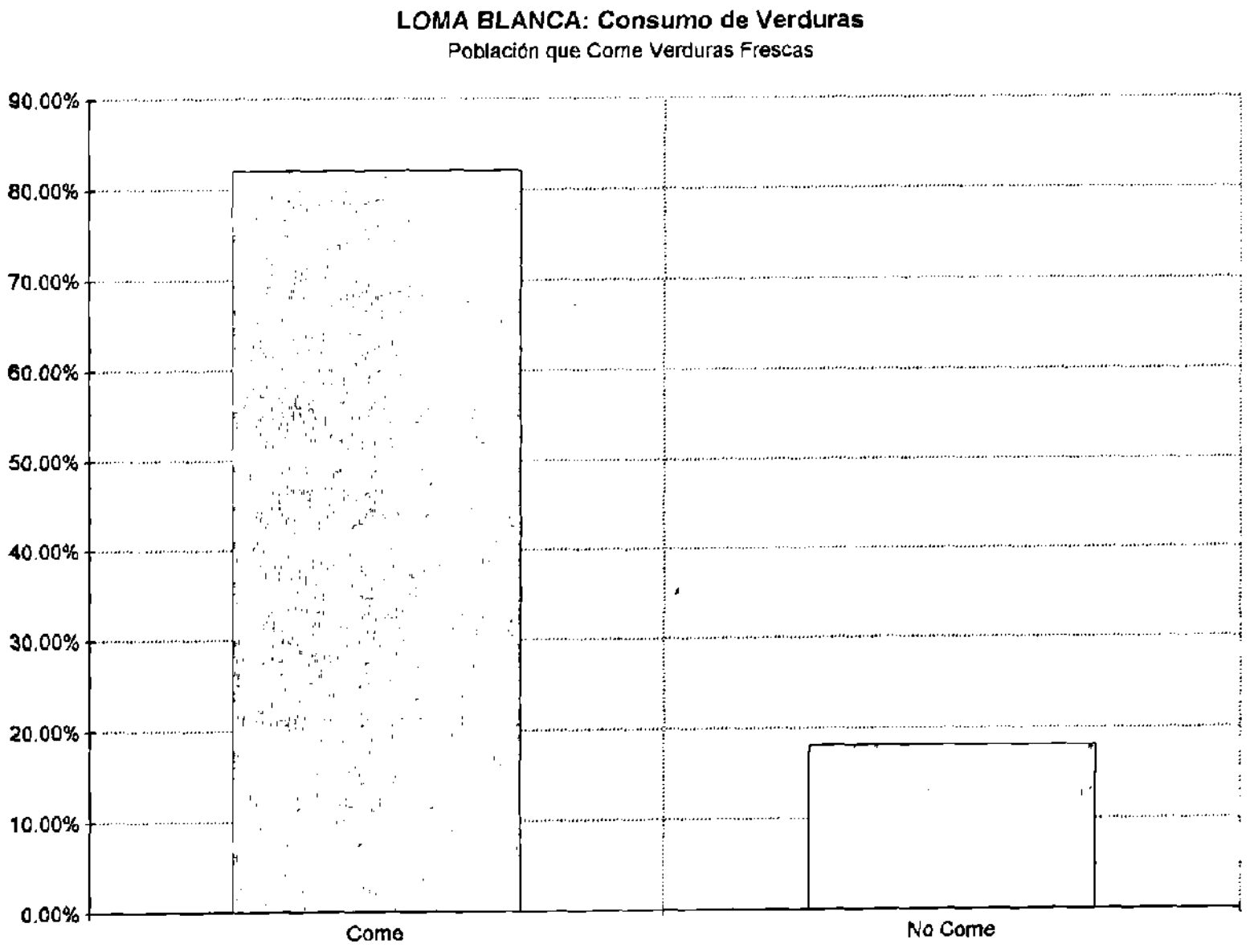
LOMA BLANCA: Consumo de Verduras
Población que Come Verduras Frescas
90.00%
80.00%
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
Come
No Come

Fig. 3.8

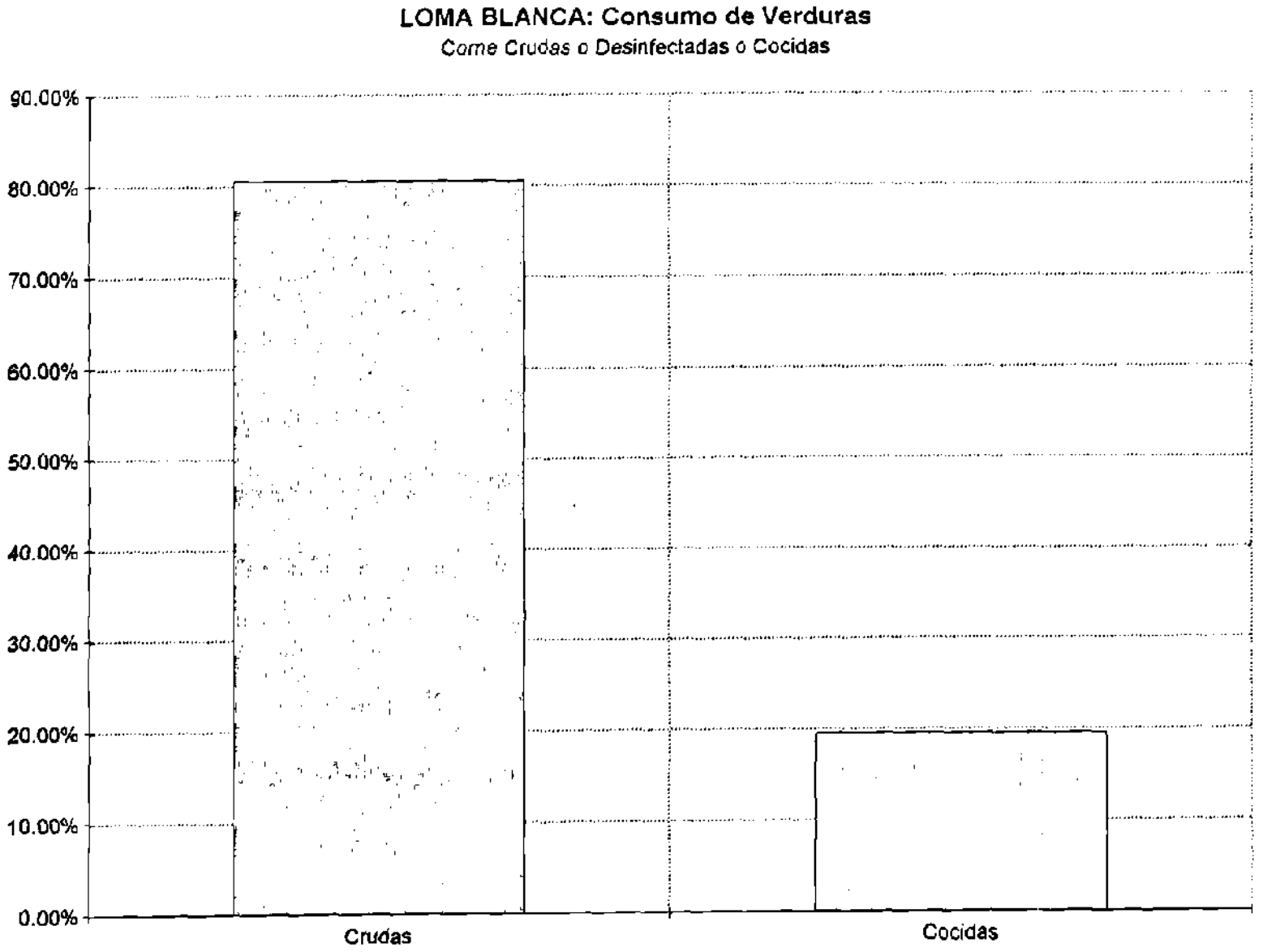
LOMA BLANCA: Consumo de Verduras
Come Crudas o Desinfectadas o Cocidas
90.00%
80.00%
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
Crudas
Cocidas

Fig. 3.9

RIESGO CONTAMINANTE DE LAS AGUAS RESIDUALES

Evidente	A	A	B
Potencial	A	A	M
Confinado	B	M	B
	Identificado	Potencial	Limitado

A = Alto M = Mediano B = Bajo

Categoría de Riesgo: Alta

Fig. 10 Evaluación de Riesgo Relativo de Loma Blanca

CAPITULO 4

EVALUACION DE RIESGO DE SAMALAYUCA, MEDANOS DE SAMALAYUCA.

POBLACION CONTROL

SUMARIO

Se llevó a cabo una evaluación de riesgo a la salud pública por exposición a fuentes de contaminación biológica en la población de Samalayuca. Esta evaluación es parte complementaria del estudio epidemiológico ambiental de casos y controles sobre el reuso de aguas residuales no tratadas en el Valle de Juárez.

Se identificó como fuente de riesgo a una letrina escolar que se encuentra a unos 10 m del pozo que abastece de agua a la comunidad.

Debido a que las infecciones gastrointestinales son una representación morbil común en la zona rural de México, se sospechaba que la letrina podría estar contaminando el agua de pozo y causando daños a la salud. Se hizo un reconocimiento del sitio y se aplicó una encuesta que permitió conocer el perfil de saneamiento básico de Samalayuca. Para la evaluación se utilizó la metodología desarrollada por la Agency for Toxic Substances and Diseases Registry, modificada para evaluaciones que involucren patógenos, y una matriz de análisis del Department of Defense de los Estados Unidos.

La evaluación indica que el riesgo que la letrina representa en estos momentos a la comunidad es bajo, pero potencialmente peligroso. La conclusión se basa en el análisis de datos sobre el medio ambiente, características de vivienda, hábitos de consumo de agua y vegetales, percepción del riesgo por parte de la comunidad, y niveles de morbilidad.

EVALUACION DE RIESGO DE SAMALAYUCA, MEDANOS DE SAMALAYUCA.

POBLACION CONTROL

4.1. INTRODUCCION

Las condiciones de higiene y saneamiento básico en el medio rural mexicano, representan un serio problema de salud pública por su estrecha asociación con la transmisión de infecciones y enfermedades gastrointestinales. En 1995, estas enfermedades fueron la cuarta causa de mortalidad infantil (127 por 100,000 nacidos vivos) y la tercera en mortalidad prescolar (15 por 100,000 en este grupo). Este problema fue más evidente en aquellos lugares con condiciones de pobreza extrema como Oaxaca y Chiapas (Reyes et al., 1998).

Aunque se sabe que el estilo de vida y el tipo de vivienda son factores predisponentes para la transmisión, y a pesar del grave problema que estas enfermedades representan en México y el mundo, no existe una metodología rápida y barata que permita establecer la asociación entre las características del saneamiento de un lugar y la prevalencia de enfermedades gastrointestinales (Medina et al., 1995). Una metodología de evaluación rápida y estandarizada daría la posibilidad de hacer análisis expeditos en comunidades pobres o poco desarrolladas, y pauta para el establecimiento de una estrategia de intervención.

Con el propósito de identificar los factores de riesgo cultural asociados a la transmisión de enfermedades gastrointestinales mediante la aplicación de un procedimiento de evaluación rápida, se revisó y ajustó una encuesta tipo y se articularon dos metodologías de evaluación de riesgo.

Samalayuca fue seleccionada como sujeto de estudio porque se trata de una población rural eminentemente agrícola y porque el riego de sus cultivos los realiza con aguas blancas de pozo.

En el presente trabajo, componente fundamental del estudio de casos y controles para la evaluación del impacto epidemiológico ambiental del reuso de las aguas residuales de Cd. Juárez en el Valle de Juárez, se presenta el perfil de saneamiento básico producido por la encuesta aplicada al poblado de Samalayuca, y los resultados de la evaluación de riesgo.

Es preciso destacar que al inicio del estudio de esta población, al procederse a recorrer el lugar y hacer un inventario de posibles inseguridades sanitarias, como la Organización Mundial de la Salud recomienda (Lloyd, 1992; OMS, 1988), se identificó un elemento de riesgo fuertemente asociado al abastecimiento del agua potable, elemento que no estaba mencionado en las fuentes de información documental sobre Samalayuca ni en los datos que reportan las instituciones gubernamentales.

Al examinar sobre el terreno el pozo que provee de agua a los habitantes del poblado, se observó que las instalaciones tenían una proximidad peligrosa a una gran letrina escolar y que el agua era extraída e inyectada, sin tratamiento desinfectante alguno, al sistema que la distribuye a las viviendas.

Problema

Las enfermedades gastrointestinales son un grave problema en México, siendo mayor la prevalencia de estas en las comunidades rurales que carecen o tienen deficientes servicios públicos de abastecimiento de agua potable y drenaje. El pozo que suministra agua a la localidad rural de Samalayuca, no tiene equipo ni materiales químicos que permitan la potabilización del agua cuando se extrae y entrega a la comunidad; tiene unos 30 m de profundidad y, además, se encuentra a unos 10 m de la letrina común de la escuela primaria del lugar. Existe la posibilidad de que el agua de pozo esté contaminandose con microorganismos patógenos procedentes de la letrina. El riesgo de contraer infecciones intestinales puede aumentar o disminuir según los hábitos de higiene y disposición de saneamiento básico de los pobladores.

Objetivos

- Caracterizar el perfil de saneamiento básico rural del poblado de Samalayuca, Medanos de Samalayuca.
- Evaluar el riesgo que a la salud de la población de Samalayuca representa la letrina escolar adyacente al pozo de agua que abastece a la comunidad.

4.2. MATERIALES Y METODOS

Descripción del Sitio de Riesgo

Para la descripción del sitio ambientalmente vulnerado se siguió la metodología de evaluación de riesgo por exposición a residuos peligrosos de la Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (ATSDR, 1991) y la Norma Oficial Mexicana NOM-048-SSA1-1993 (1995) que establece el método para la evaluación de riesgos por exposición a contaminantes ambientales.

Fuente Primaria de Riesgo

La escuela primaria de Samalayuca alberga, en el patio de recreo posterior al edificio, el pozo de agua que sirve de suministro a la población. A unos diez metros de distancia, se encuentra la letrina que da servicio a niños y profesores de la institución. La letrina puede dar lugar a una importante contaminación fecal. No existe pendiente alguna.

Fuente Secundaria de Riesgo

En ausencia de un riesgo primario que ponga en peligro la salud de un grupo humano, hay otros factores de riesgo, dados por las deficiencias de saneamiento básico, que se denominarán factores culturales, que contribuyen a la prevalencia de parasitosis e infecciones gastrointestinales.

En este caso, los factores culturales de riesgo en la transmisión de enfermedades gastrointestinales están caracterizados por el perfil de saneamiento básico y son:

- Abastecimiento y manejo del agua de bebida
- Disposición de excretas
- Manejo de residuos sólidos
- Caracteristicas de la vivienda
- Manejo y consumo de alimentos (verduras)
- Animales (mascotas y de cría)
- Percepción de riesgo

El conocimiento de estos factores de riesgo permite advertir cuales son los de mayor y menor relevancia, y jerarquizarlos por orden de prioridad.

Grupos de Riesgo

El grupo sensible entre los habitantes de Samalayuca, está conformado por los niños. Otros grupos de riesgo son las amas de casa, los trabajadores del campo, resto de la población.

Encuesta Directa

El perfil de saneamiento básico rural del poblado de Samalayuca se estableció mediante la aplicación de una encuesta directa sobre una muestra representativa de la población.

La encuesta aplicada fue diseñada por el Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", para los estudios realizados por el Dr. E. Cifuentes en el Valle del Mezquital, y adaptada por el autor para el Valle de Juárez y Samalayuca (Apendice 2).

La encuesta, que consta de 32 preguntas, fue aplicada por estudiantes, asistentes y profesores de la Maestría en Ingeniería Ambiental de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Análisis de la información

Para la evaluación de la información obtenida se siguieron los procedimientos de la metodología del ATSDR y se aplicó la matriz para la ponderación de riesgos relativos de sitios contaminados, componente esencial de la metodología de evaluación de riesgo del Department of Defense (DOD, 1997).

4.3. RESULTADOS

Descripción del Area de Estudio

1. Nombre de la comunidad testigo

Samalayuca, Medanos de Samalayuca. Municipio de Juárez

2. Ubicación del sitio

La localidad se encuentra a 40 km al sur de Cd. Juárez, a un kilometro de la carretera Panamericana Juárez-Chihuahua. Samalayuca se encuentra situada al norte de los medanos del mismo nombre.

3. Tipo de sitio

La principal actividad de la población trabajadora es la agricultura.

4. Actividades que se desempeñan en el sitio

Además de la agricultura existe producción de animales domésticos para el consumo familiar, tales como cerdos, ganado vacuno y aves de corral. También, debido a la instalación de una termoeléctrica y una cementera en las inmediaciones del lugar, muchas personas han abandonado la labor para integrarse al trabajo en las plantas.

5. Producción Agrícola

En la zona agrícola de Samalayuca se produce maíz, frijol, pepinos, calabazas, cebolla, rábano, zanahoria, tomate, entre otras cosas.

Características Hidrológicas

1. Agua

La única fuente de agua de Samalayuca es el acuifero Conejos-Medanos, acuífero que se encuentra en las inmediaciones de los medanos de Samalayuca.

2. Calidad del Agua

La calidad de sus aguas resulta mejor que la de los pozos del Valle de Juárez. Los rangos de salinidad varían entre 1-655 ppm (Tabla 4.1)

El agua de lluvia no representa una fuente de importancia para la agricultura del lugar, pues la precipitación pluvial media anual es de 250 mm.

3. Acceso al agua potable

El suministro de agua se hace mediante un pequeño sistema de entubado plástico que abastece a unas 190 viviendas.

El entubado se rompe con regularidad debido al acomodamiento del terreno o por tránsito pesado. En estos casos, el responsable local del agua busca el desperfecto abriendo zanjas en el terreno hasta dar con la rotura.

El pozo de agua esta situado dentro de los límites de la escuela primaria.

El motor que extrae y distribuye el agua tiene múltiples fugas selladas precariamente con tiras de goma.

A un lado del pozo existe una letrina de cierre hidráulico que da servicio a la comunidad escolar de aproximadamente 90 niños.

Las heces fecales son enviadas por tubería a un foso que está a unos 35 m de distancia.

Entre el pozo de agua y la letrina, y alrededor de ambos, el suelo es de tierra y sirve de patio recreacional a los alumnos de la escuela.

Características Litológicas

1. Composición del Suelo

Los cortes litológicos arrojan una composición estratigráfica del terreno a base de materiales de arena y grava-arena.

2. Superficie del Suelo

La zona se conforma por llanuras de dunas propias de arenas no consolidadas. La cubierta vegetal es exigua. En la temporada de vientos, febrero-abril, son comunes las tolvaneras que, al levantar toneladas de arena, nublan la visión.

Información de la Población

1. Características de las Calles

La antigua carretera Panamericana, que pasaba en medio de Samalayuca, quedó, al construirse a principios de los 90's la nueva autopista, como la calle principal. Esta avenida y el entronque a la carretera Panamericana son las únicas vías pavimentadas. El resto de las calles de la localidad son de terracería. No existe cubierta vegetal.

2. Localización de Centros Escolares

La escuela primaria está a un flanco de la antifua carretera Panamericana.

Además, cuenta con una telesecundaria.

3. Dispensario Médico

Los habitantes reciben el servicio de una Técnica en Atención Primaria. Cuando requieren el servicio médico se dirigen a Cd. Juárez. El dispensario está adscrito a la Jurisdicción Sanitaria II del municipio de Juárez. Las prioridades de este Centro son las indicadas por el nivel federal, mismas que están basadas en un paquete básico de salud que atiende:

- hipertensión arterial
- diabetes
- planificación familiar

Los que tienen parientes trabajando en la termoeléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), que se encuentra adjunta al pueblo, eventualmente son atendidos por el médico de la empresa.

4. Religión

La localidad cuenta con una iglesia católica.

5. Recreación y Cultura

Una biblioteca y un centro deportivo.

6. Transporte

Samalayuca se encuentra a unos diez kilometros de la garita aduanal. Por tal motivo, no recibe los beneficios del resto de las localidades del municipio de Juárez que están ubicadas sobre la franja fronteriza. Los bienes y servicios que recibe vienen del sur.

La carretera Panamericana es ruta de tránsito de vehículos de trasnporte privado como público. Las vias del ferrocarril cruzan por el lugar.

7. Electricidad

La mayoría de las viviendas cuentan con energía eléctrica.

8. Fuentes de Trabajo

Además de la agricultura, la termoeléctrica de la CFE emplea personal procedente de Samalayuca.

La compañía Cementos de Chihuahua, a unos 4 km al norte de la localidad, da trabajo a unos pocos residentes del lugar.

El comercio local ha prosperado y se han abierto numerosas tiendas de abarrotes y restaurantes.

Vivienda y Saneamiento Básico Rural

Los factores culturales de riesgo más relevantes a la transmisión de enfermedades gastrointestinales que se detectaron en Samalayuca, están relacionados a la falta de potabilización del agua, no desinfección de la verdura cruda que sirve de alimento, a la presencia de animales domésticos o de cría en el interior de las viviendas o en los patios de las mismas, y a la falta de percepción del riesgo que representa el la letrina escolar ubicada a un lado del pozo comunitario.

1. Población

Número de habitantes: 824. Promedio de habitantes por vivienda: 4.3

2. Características de la vivienda

En general, las viviendas son construcciones de block de cemento.

El 94.1% tienen piso de cemento o mosaico, y el 5.9% piso de tierra (Fig. 4.1).
Son comúnes los patios y corrales de tierra.

3. Agua de bebida

El abastecimiento de agua se hace sin que se reunan las condiciones sanitarias adecuadas, pues al pozo le falta el equipamiento necesario para tratar el agua.

Por las respuestas obtenidas en la encuesta, el 36% de la población le da algún tipo de tratamiento germicida al agua, y el 64% restante la bebe tal y como la recibe (Fig. 4.2).

4. Almacenamiento del agua de bebida

Algunas de las viviendas tienen la toma del agua en el exterior del domicilio; esto, aunado a la eventual rotura del sistema de tubería que aprovisiona de agua, hace que algunas amas de casa almacenen agua para uso doméstico. En el 23.5% de los hogares se almacena agua en tambos, cubetas o envases de leche; en el 29.4% se compra agua electropura (varias marcas); y en el 47% no se almacena ni se compra (Fig. 4.3).

5. Disposición de excretas

En Samalayuca no existe drenaje. La disposición de las excretas se hace mediante el uso de fosas sépticas, el 94.1%, y de letrinas, el 5.9% (Fig. 4.4).

El 76.4% tiene el WC en el interior de la vivienda y el 23.6% en el exterior.

Dentro del poblado se observan numerosos pozos de antiguas letrinas, abandonados y descuidados (Fig. 4.5).

6. Residuos sólidos

La comunidad cuenta con servicio de limpieza que recoge la basura dos veces a la semana. Los residuos son llevados al relleno sanitario de Cd. Juárez.

A pesar de la existencia de este servicio, el 82.4% dispone su basura correctamente y el 17.6% la quema en su patio o la tira al campo (Fig. 4.6).

7. Animales Domésticos o de Cría

Se observó producción a pequeña escala de animales de importancia doméstica, como aves de corral, cerdos o vacas. Es común la presencia de animales domésticos como gatos o perros. El 88.3% de las viviendas tiene animales domésticos o de cría, y el 11.7% no posee nada (Fig. 4.7).

8. Alimentos

La dieta alimentaria que contempla las verduras, así como la forma de comerlas, es de gran importancia en la transmisión de enfermedades gastrointestinales. Como Samalayuca es un importante centro productor de hortalizas y verduras en la zona, además de consumirlas localmente, este factor es importante epidemiológicamente. Cabe destacar que esos vegetales son regados con agua de pozo.

En el 88.2% de las viviendas se consumen verduras y hortalizas, y en ninguna época en el 11.8% restante (Fig. 4.8). De los que consumen, el 86.6% la come cruda y el 13.4% la cocina (Fig. 4.9). De los que la comen cruda el 92.3% solamente la enjuaga con agua de la llave y el 7.7% la enjuaga con agua y desinfectantes (Fig. 4.10).

Percepción de Riesgo

1. Preocupaciones de la comunidad

Las autoridades del poblado están conscientes del riesgo que representa la letrina escolar que está a un lado del pozo de agua, pero piensan que, como el foso que recibe las excretas está a unos metros de distancia el riesgo es sólo aparente.

En general, los pobladores encuestados no tiene un concepto claro de lo que la asociación pozo de agua/letrina escolar significa. De hecho, el nivel de escolaridad entre la población encuestada tiene como promedio primaria.

2. Preocupaciones de autoridades de gobierno u ONG's

Las autoridades mencionaron que se ha visto la posibilidad de perforar un nuevo pozo en otra parte del pueblo, para reducir el riesgo.

El gobierno del Estado de Chihuahua, el gobierno federal, algunos investigadores de las universidades de Chihuahua y de Cd. Juárez, e iniciativa privada hacen estudios,

explotan recursos de la zona o aprovechan la ubicación de Samalayuca para instalarse pero no retribuyen con infraestructura o programas a la comunidad.

No se encontró información sobre ONG alguna que aporte apoyo a sus habitantes.

Riesgos a la Salud

1. Fuente Primaria de Riesgo

La letrina anexa al pozo que abastece de agua al poblado de Samalayuca.

2. Otras fuentes de Riesgo

Alimentos, falta de higiene, pica en los niños.

3. Rutas de exposición para la fuente primaria

La ruta por la cual los pobladores de Samalayuca se exponen a la inseguridad del agua de pozo es:

- Ruta agua de bebida

4. Fuente de exposición para los otros riesgos

- Ruta productos del campo
- Ruta tierra
- Ruta animales

Prevalencia de Enfermedades Gastrointestinales

1. De acuerdo a las respuestas de la encuesta, los hogares que habían tenido casos de diarreas u otra enfermedad gastrointestinal en las última tres semanas: el 64.7% respondió positivamente y el 35.3% dijo que no (Fig. 4.11) (Tabla 4.2). De los enfermos, el 54.5% eran menores de 5 años; el 27.3% niños entre 5-12 años; ninguno entre 12-18 años; y el 18.2% mayor de 18 años (Fig. 4.12).

2. Los síntomas señalados fueron:

- diarreas

- mucosidad con sangre
- calambres en el estómago
- dolores de cabeza
- pérdida de apetito
- mareos y náuseas

Estimación de los Riesgos a la Salud

1. La exposición ocurre directamente al consumir el agua del pozo.

2. Las abras de la tierra o las zanjas que realiza el operador del agua local para arreglar las fugas del líquido, son focos de contaminación microbiana.

3. Las rutas de exposición a los otros factores de riesgo deben de ser tomados en cuenta.

4. Toda la población está expuesta, pero la población más sensible la conforman los niños y las amas de casa.

5. Samalayuca es productor y autoconsumidor de hortalizas y verduras. Gran parte de la población la consume obviando los cuidados que se deben tener al preparar los vegetales para un consumo seguro.

4.4. CONCLUSIONES

Por la información recolectada en las diferentes visitas al sitio y por la evaluación de la misma, siguiendo la metodología Relative Site Risk Evaluation (DOD, op.cit.) se infiere lo siguiente:

1. Es evidente que la letrina junto al pozo de agua representa un riesgo a la salud pública de los habitantes de Samalayuca;

2. El riesgo potencial de la letrina está dado en función de contaminación microbiológica, y puede ser fuente de brotes epidémicos de cólera, hepatitis 'A", o criptosporidiosis, entre otras enfermedades.

3. El riesgo potencial puede ser de corto plazo si el problema se controla mediante una intervención; a saber: con equipamiento para potabilizar o un nuevo pozo;

4. Otra forma de reducir el riesgo es por la implementación de un programa de información y educación a la comunidad;

5. Si no se toma ninguna medida -sobre el pozo, sobre la letrina o integral-, el peligro persistirá indefinidamente;

6. La educación sanitaria es un complemento a las medidas preventivas de transmisión de enfermedades gastrointestinales, el problema es la cercanía que el pozo y la letrina tienen entre sí.

7. La evaluación por la matriz de riesgo relativo del DOD indica una categoría de riesgo mediana; es decir, se trata de un problema de ingeniería sanitaria sencillo pero que potencialmente representa una amenaza si hay contaminación fecal.

4.5. REFERENCIAS

ATSDR. 1991. Health assessment methodology. Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Diseases Registry

DOD. 1997. Relative risk site evaluation primer. Wash.D.C.: Department of Defense.

Lloyd B. 1992. Inventario de riesgos. Sal.Mund.: Jul-Ag.; pp 24-25

Medina G et al. 1995. Incidencia del saneamiento en la presencia de enfermedades diarreicas en niños menores de cinco años. Ing.Sanit.Amb. 19 (4); pp 34-41

NOM-048-SSA1-1993. 1995. Que establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de agentes ambientales. México: Diario Oficial de la Federación. 9 de enero de 1996.

Reyes H et al. 1998. La mortalidad por enfermedad diarréica en México: ¿problema de acceso o calidad de atención? Sal.Pub.Mex. 40 (4); pp 316-323

OMS. 1988. Mejoramiento de las condiciones de higiene del medio en los asentamientos de bajos ingresos: identificación de necesidades y prioridades de la comunidad. Ginebra: Organización Mundial de la Salud

Tabla 4.1
SALINIDAD EN LA CUENCA HIDROLOGICA DE SAMALAYUCA
FUENTE: Gerba, 1993

SALES		partes por millón		
Sólidos disueltos	de	119	a	655
Calcio	de	27	a	125
Magnesio	de	1	a	29
Sodio	de	1	a	29
Bicarbonato	de	65	a	148
Sulfato	de	22	a	350
Cloruro	de	3	a	18

Tabla 4.2
PREVALENCIA DE ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES EN SAMALAYUCA
(Preguntas Recordatorio)

PERIODO	PREVALENCIA
durante la encuesta	17.6% (03/17)
semana anterior	23.5% (04/17)
semana antepasada	23.5% (04/17)
acumulado	64.7% (11/17)

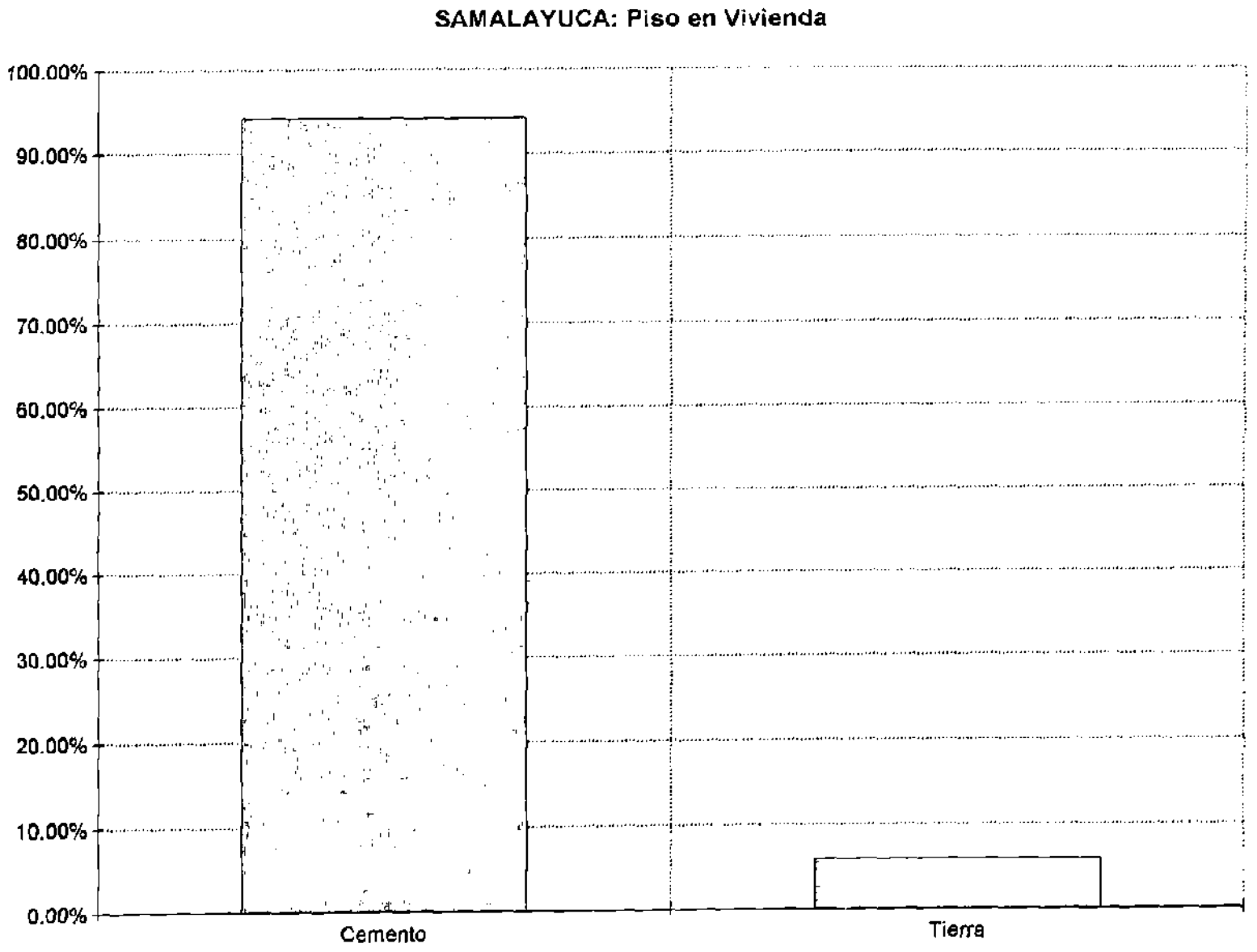
SAMALAYUCA: Piso en Vivienda
100.00%
90.00%
80.00%
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
Cemento
Tierra

Fig. 4.1

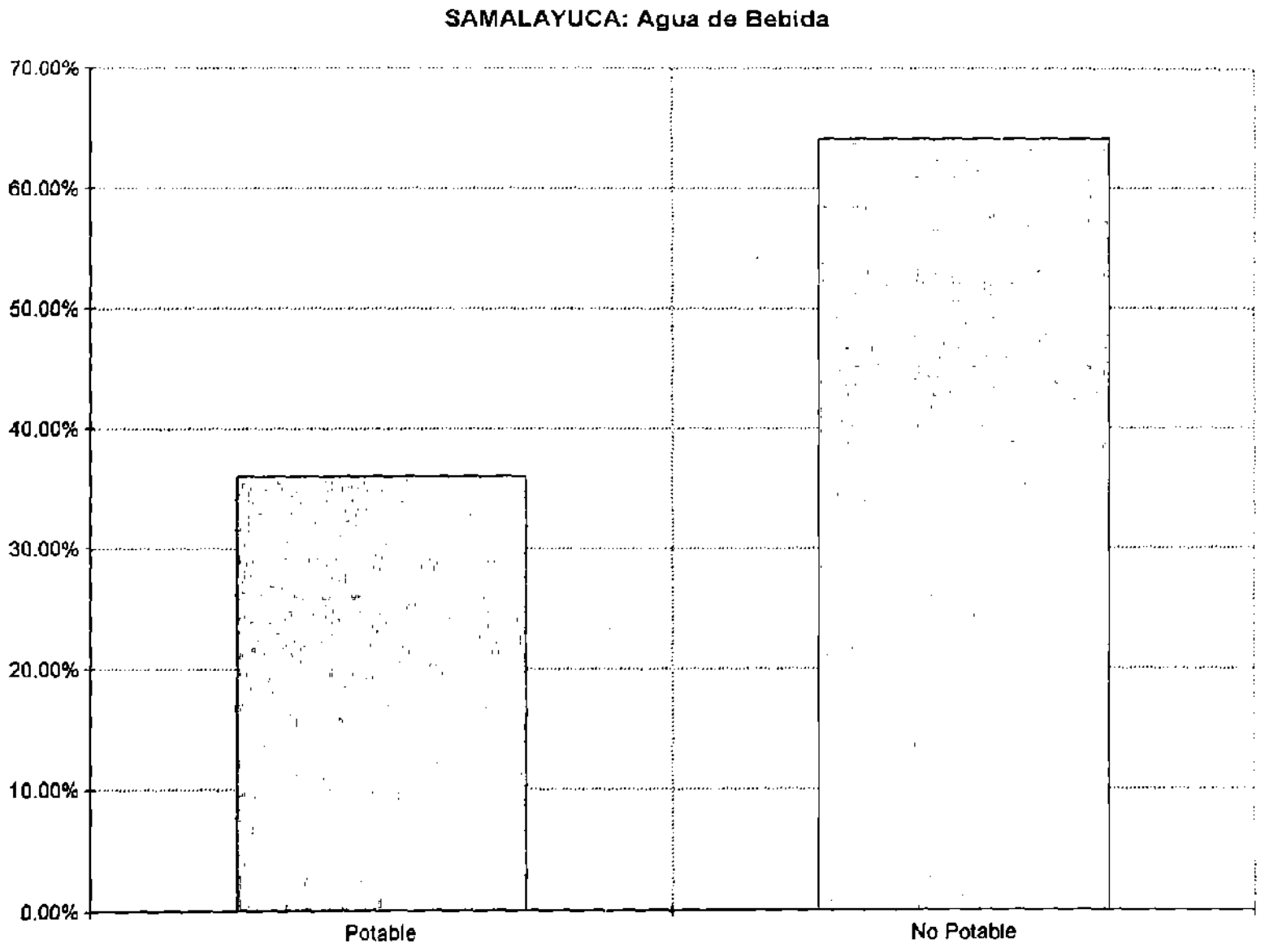
SAMALAYUCA: Agua de Bebida
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
Potable
No Potable

Fig. 4.2

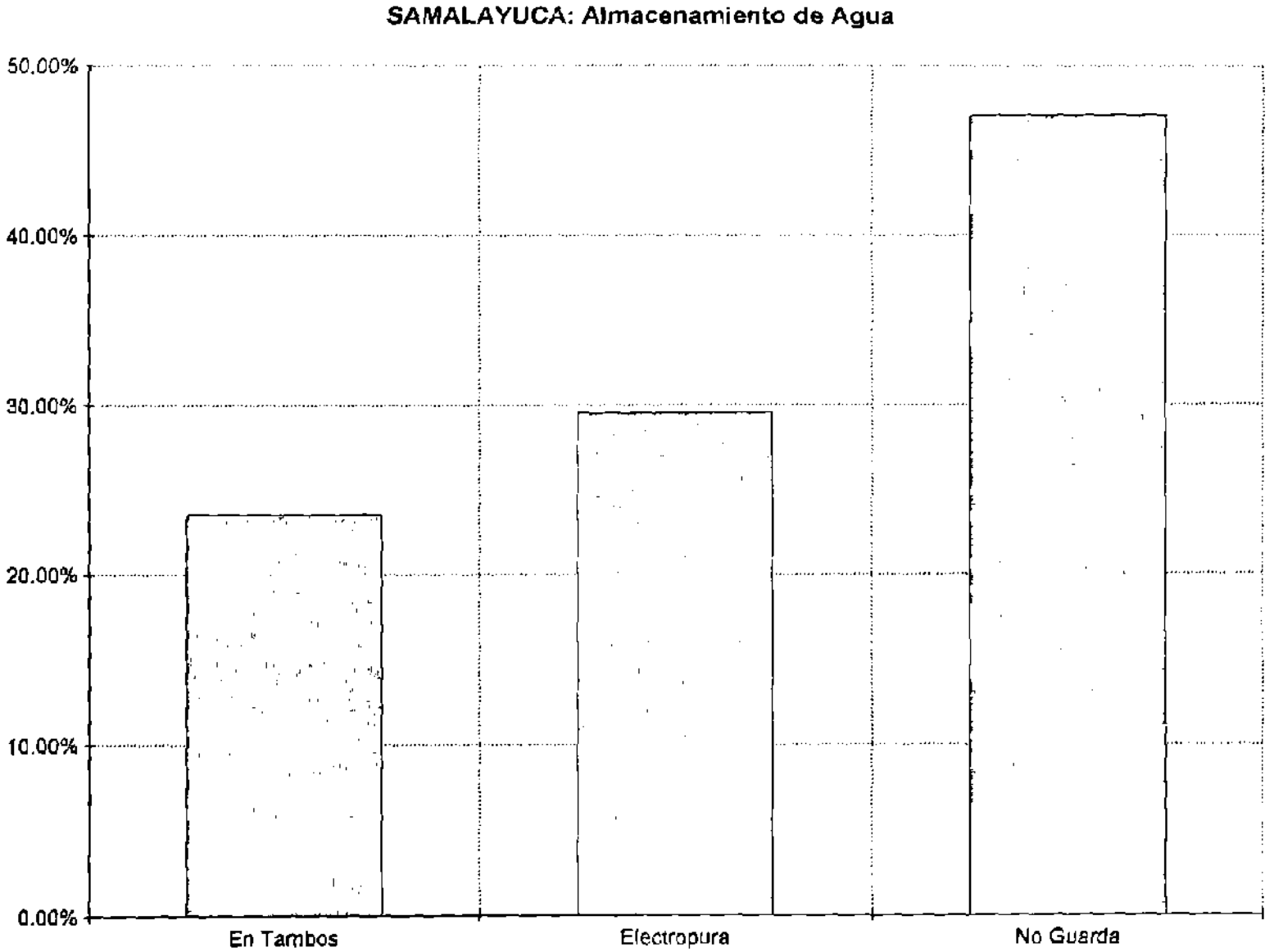
SAMALAYUCA: Almacenamiento de Agua
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
En Tambos
Electropura
No Guarda

Fig. 4.3

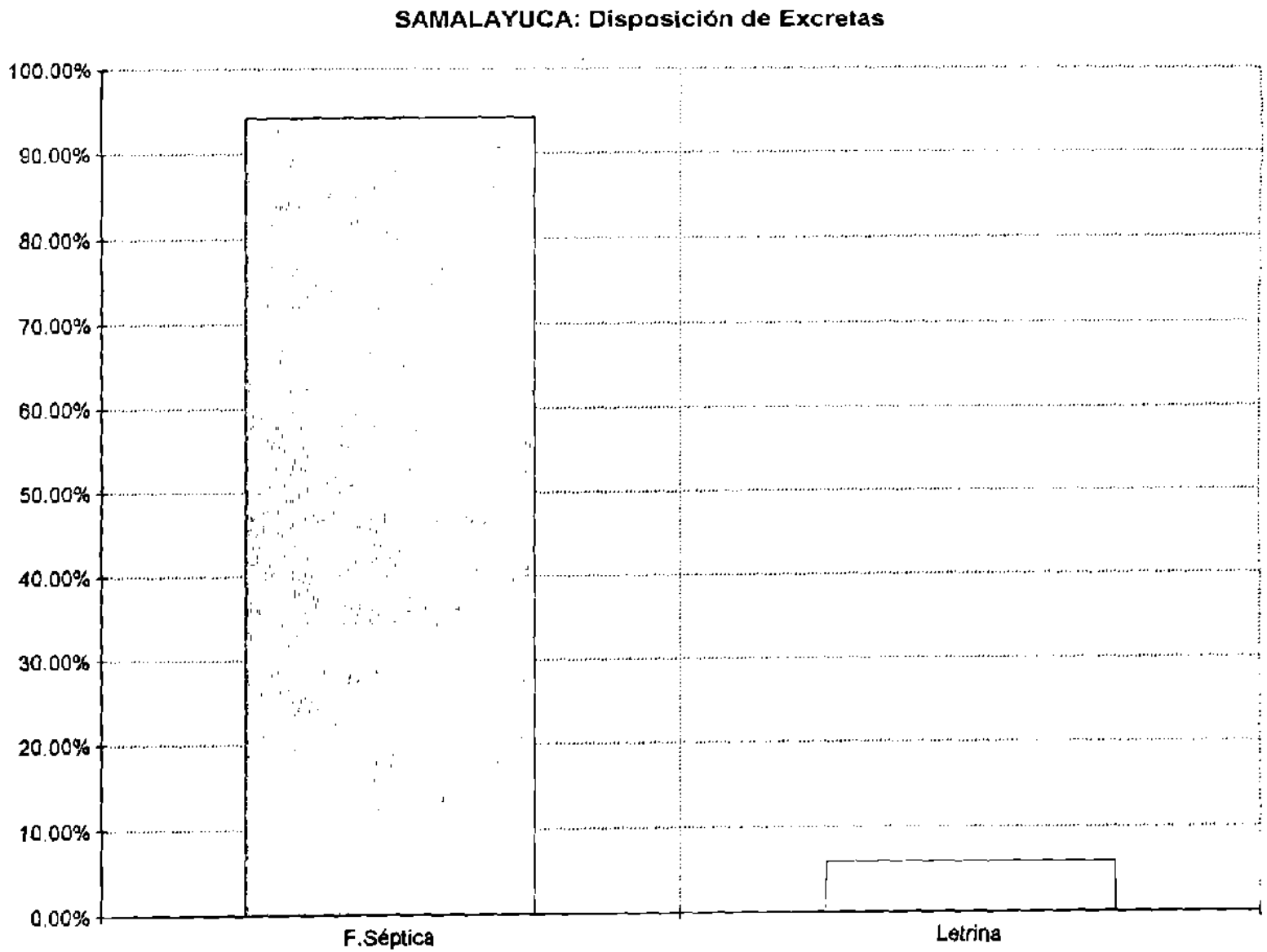
SAMALAYUCA: Disposición de Excretas
100.00%
90.00%
80.00%
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
F.Séptica
Letrina

Fig. 4.4

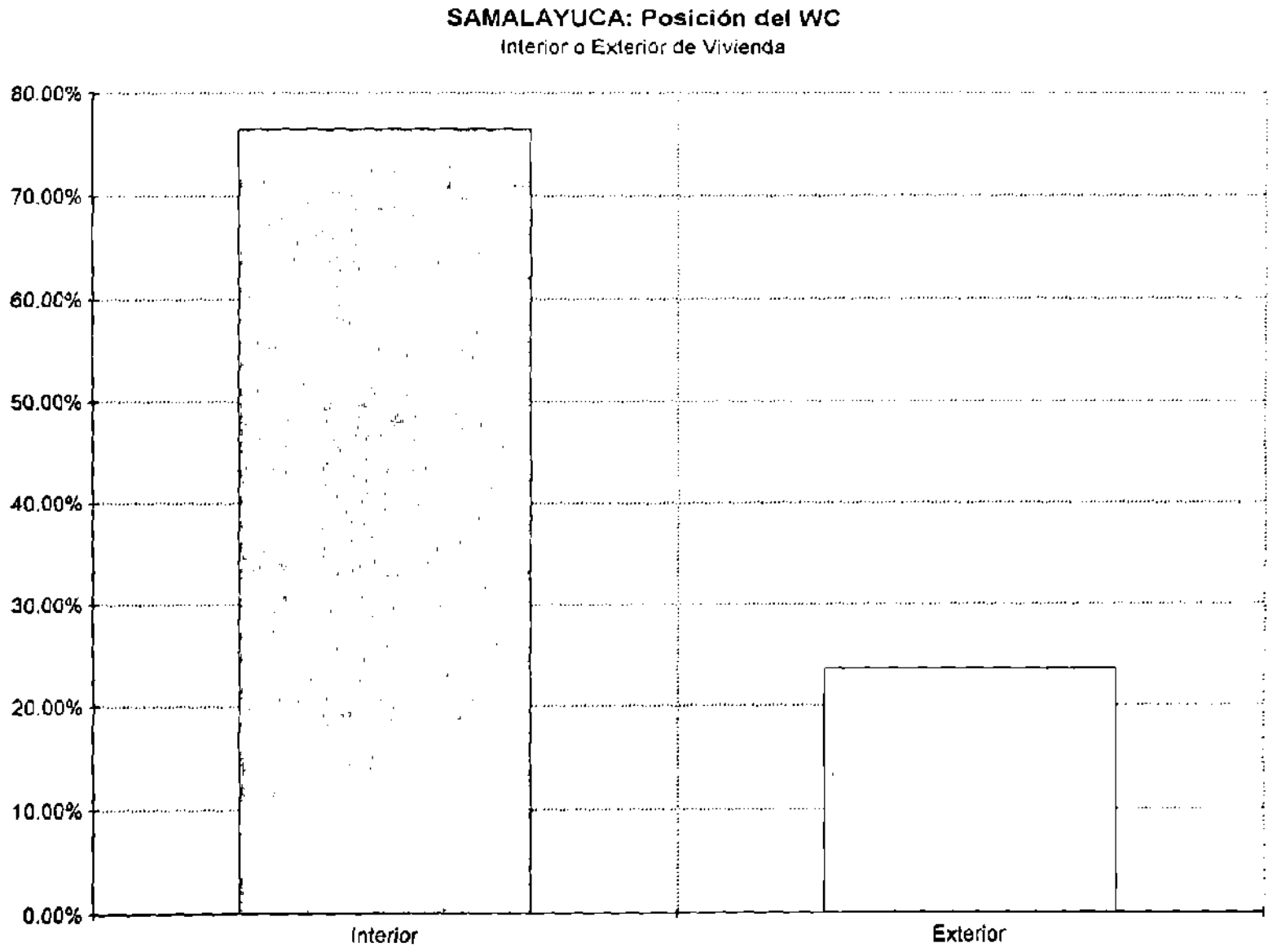
SAMALAYUCA: Posición del WC
Interior o Exterior de Vivienda
80.00%
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
Interior
Exterior

Fig. 4.5

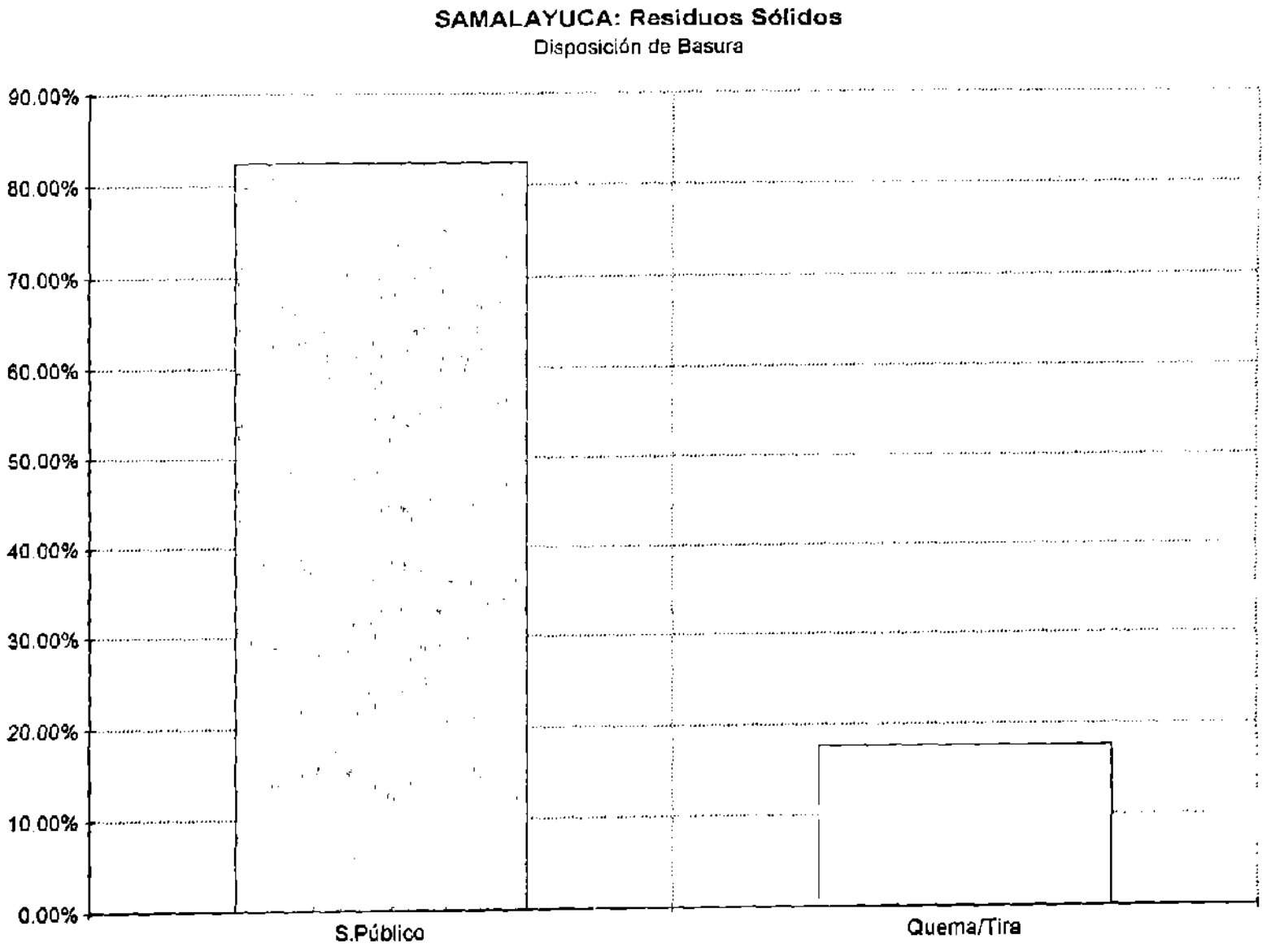
SAMALAYUCA: Residuos Sólidos
Disposición de Basura
90.00%
80.00%
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
S.Público
Quema/Tira

Fig. 4.6

SAMALAYUCA: Animales en el Hogar

Domésticos o de Importancia Económica

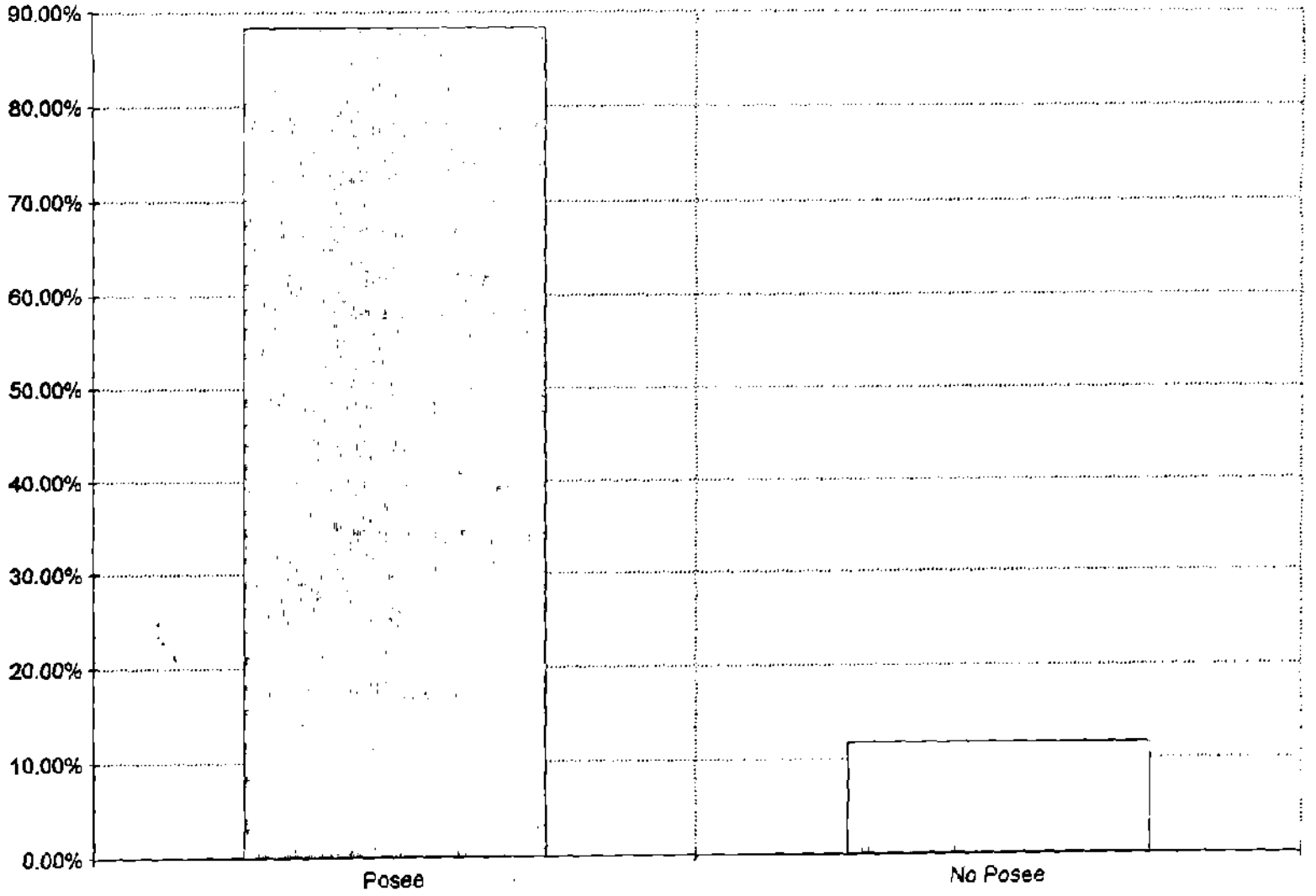

Fig. 4.7

SAMALAYUCA: Consumo de Verduras

Población que Come Verduras Frescas

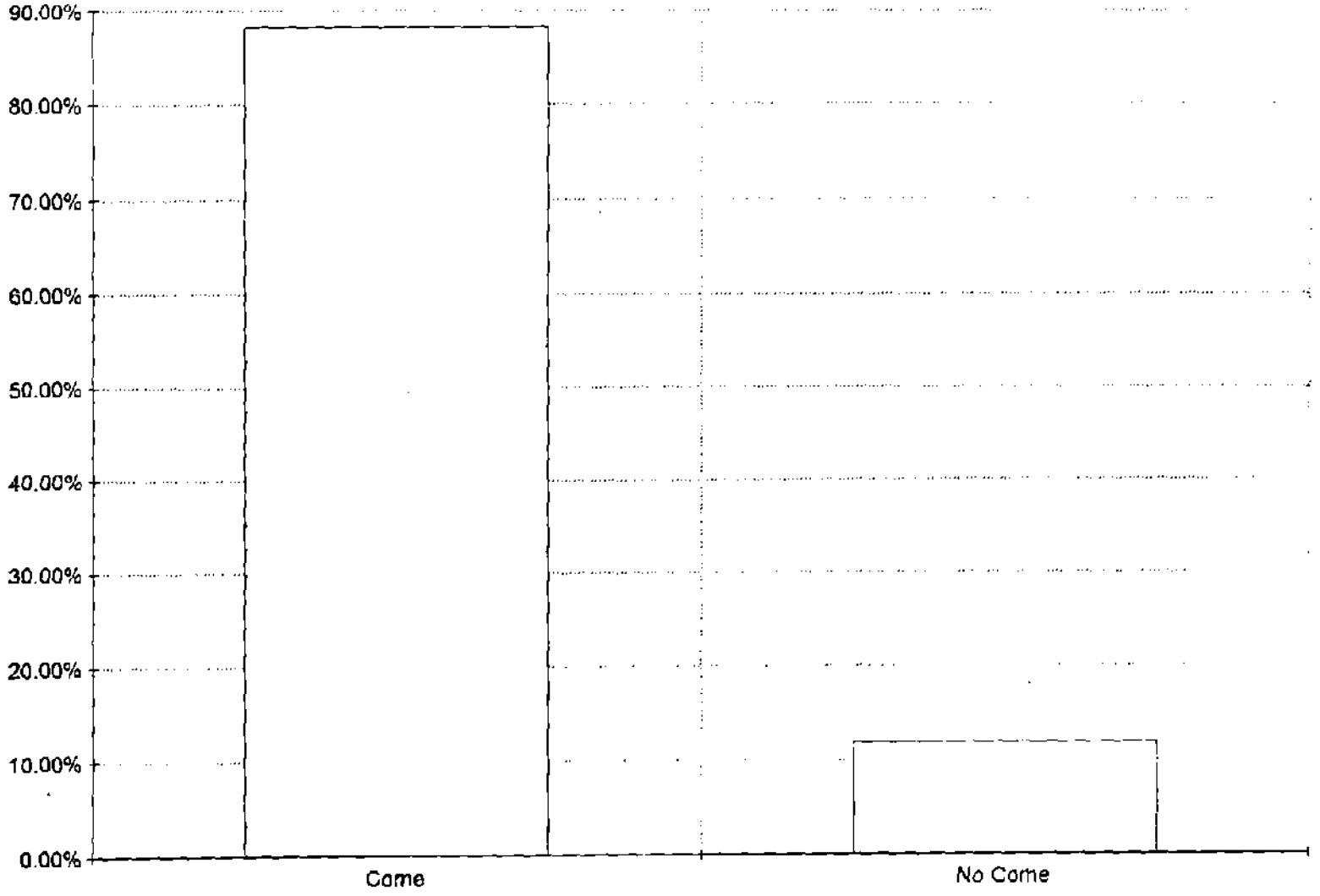

Fig.4.8

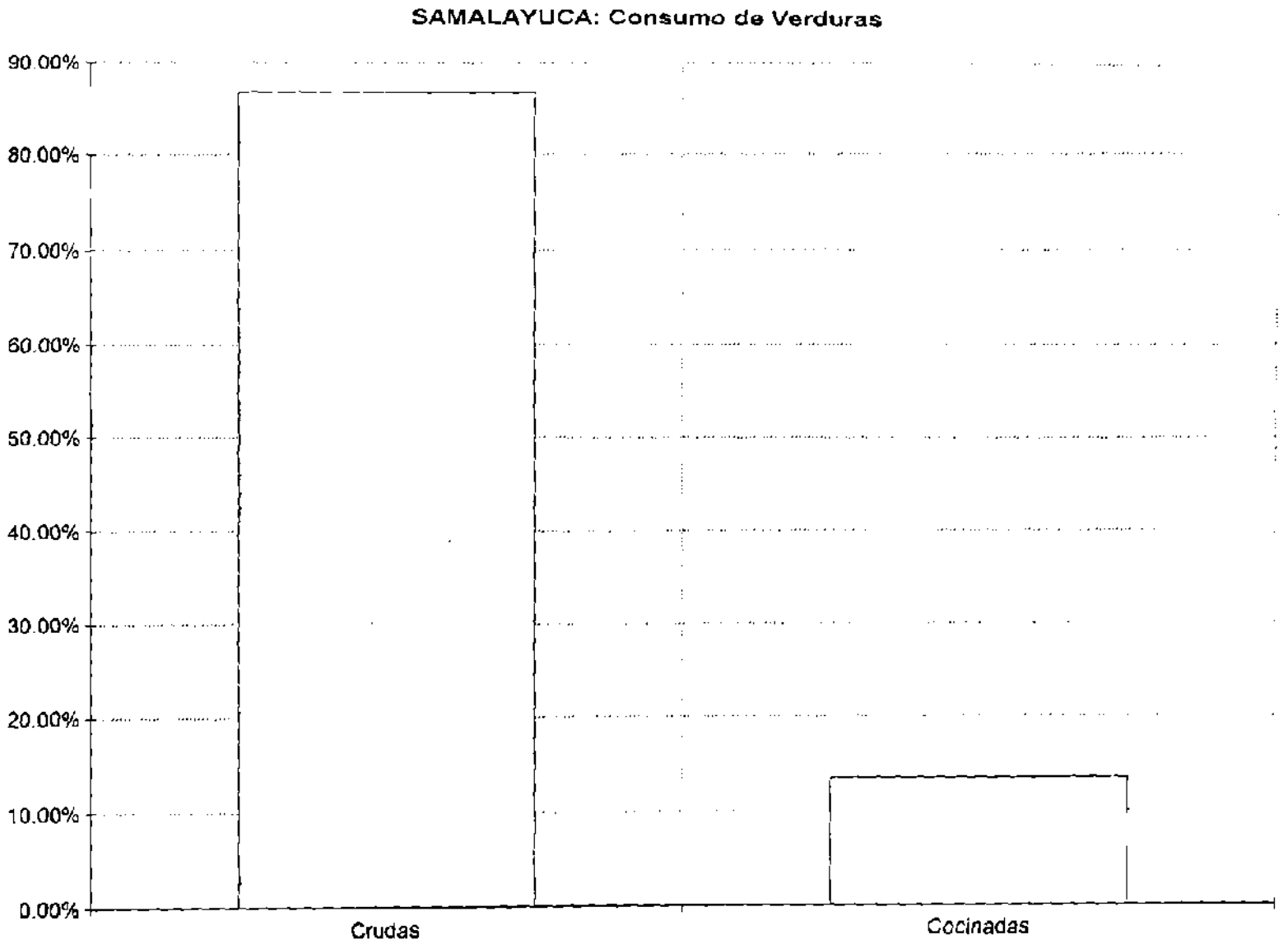
SAMALAYUCA: Consumo de Verduras
90.00%
80.00%
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
Crudas
Cocinadas

Fig. 4.9

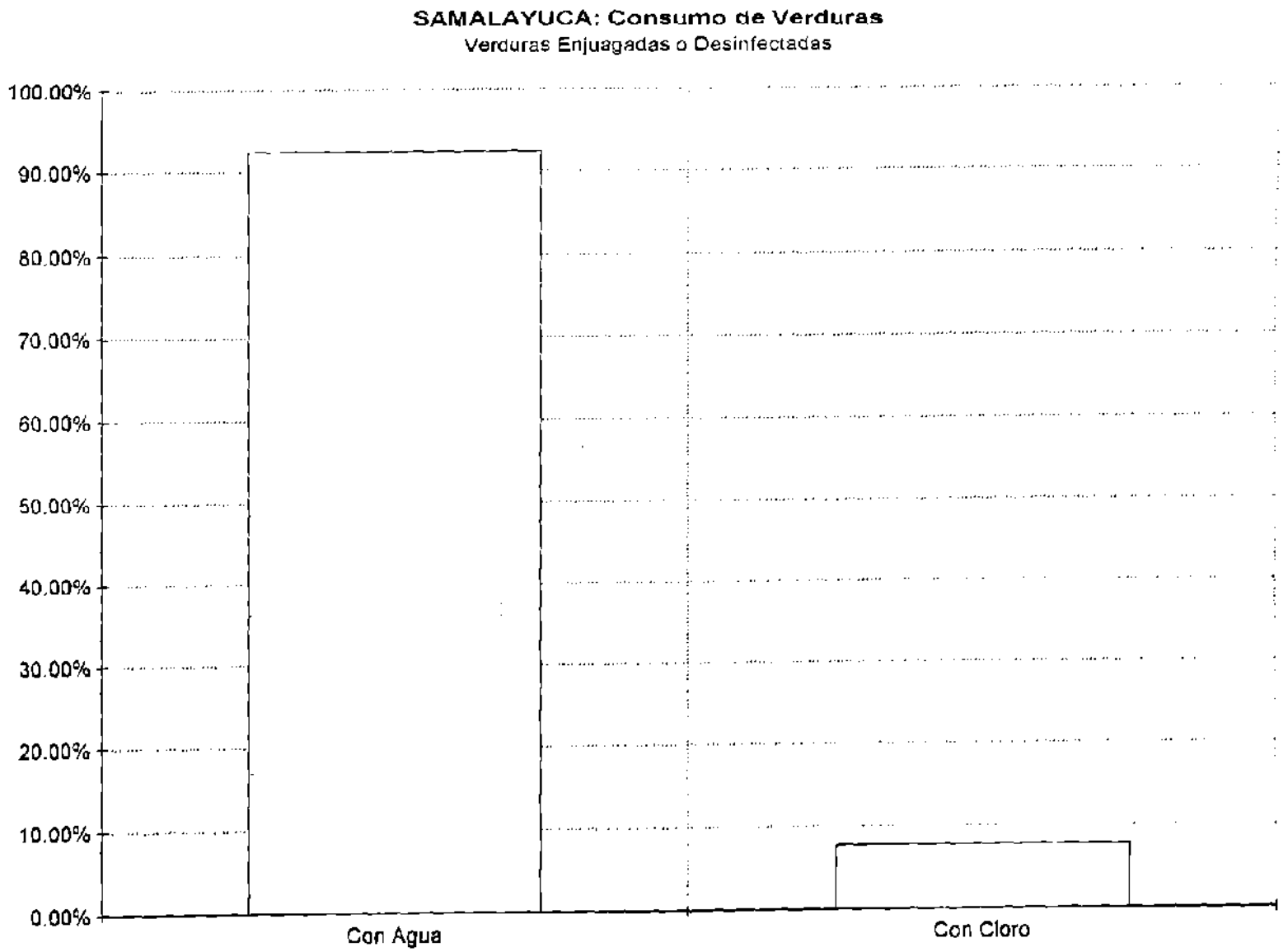
SAMALAYUCA: Consumo de Verduras
Verduras Enjuagadas o Desinfectadas
100.00%
90.00%
80.00%
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
Con Agua
Con Cloro

Fig. 4.10

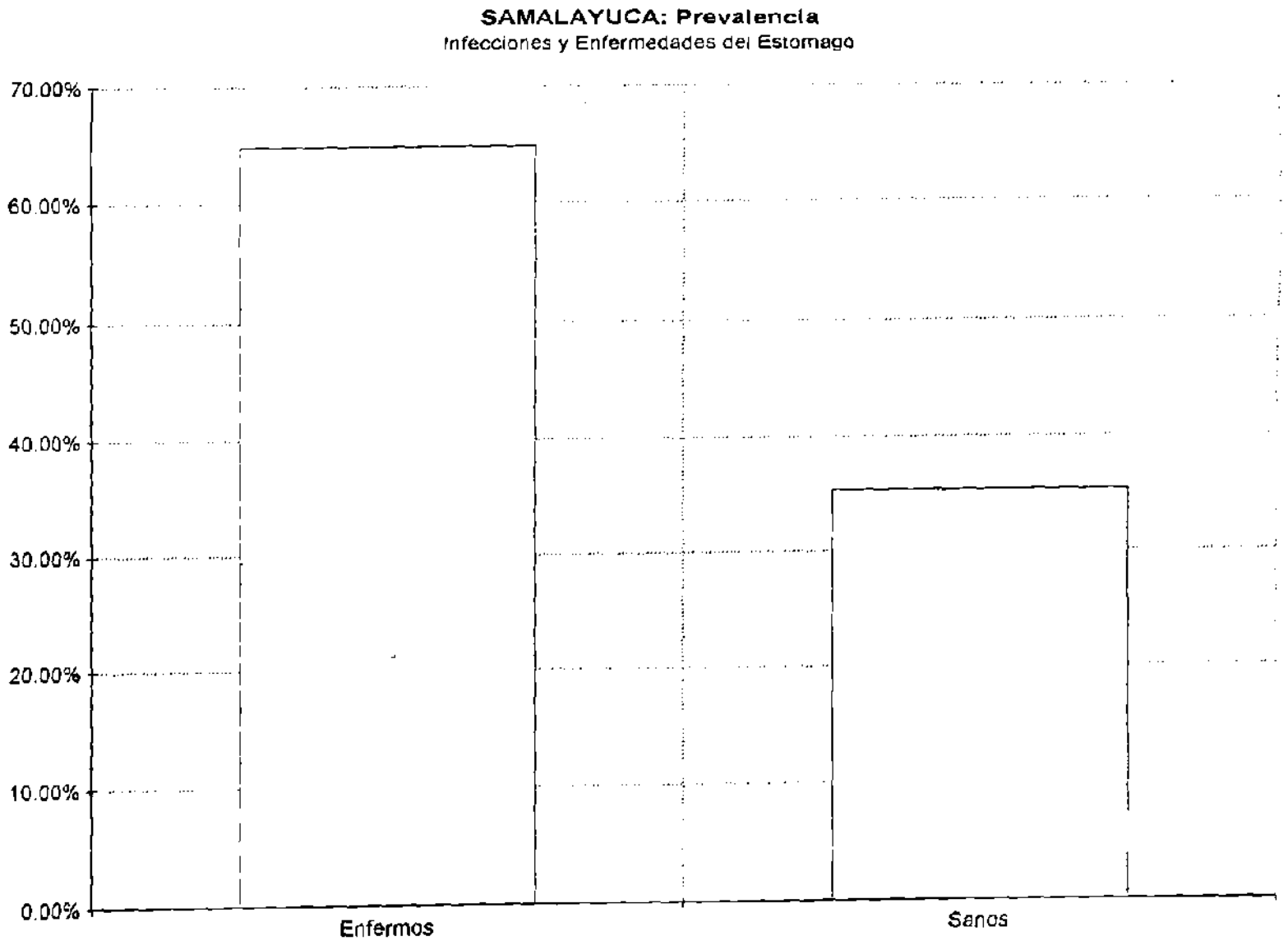
SAMALAYUCA: Prevalencia
Infecciones y Enfermedades del Estomago
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
Enfermos
Sanos

Fig. 4.11

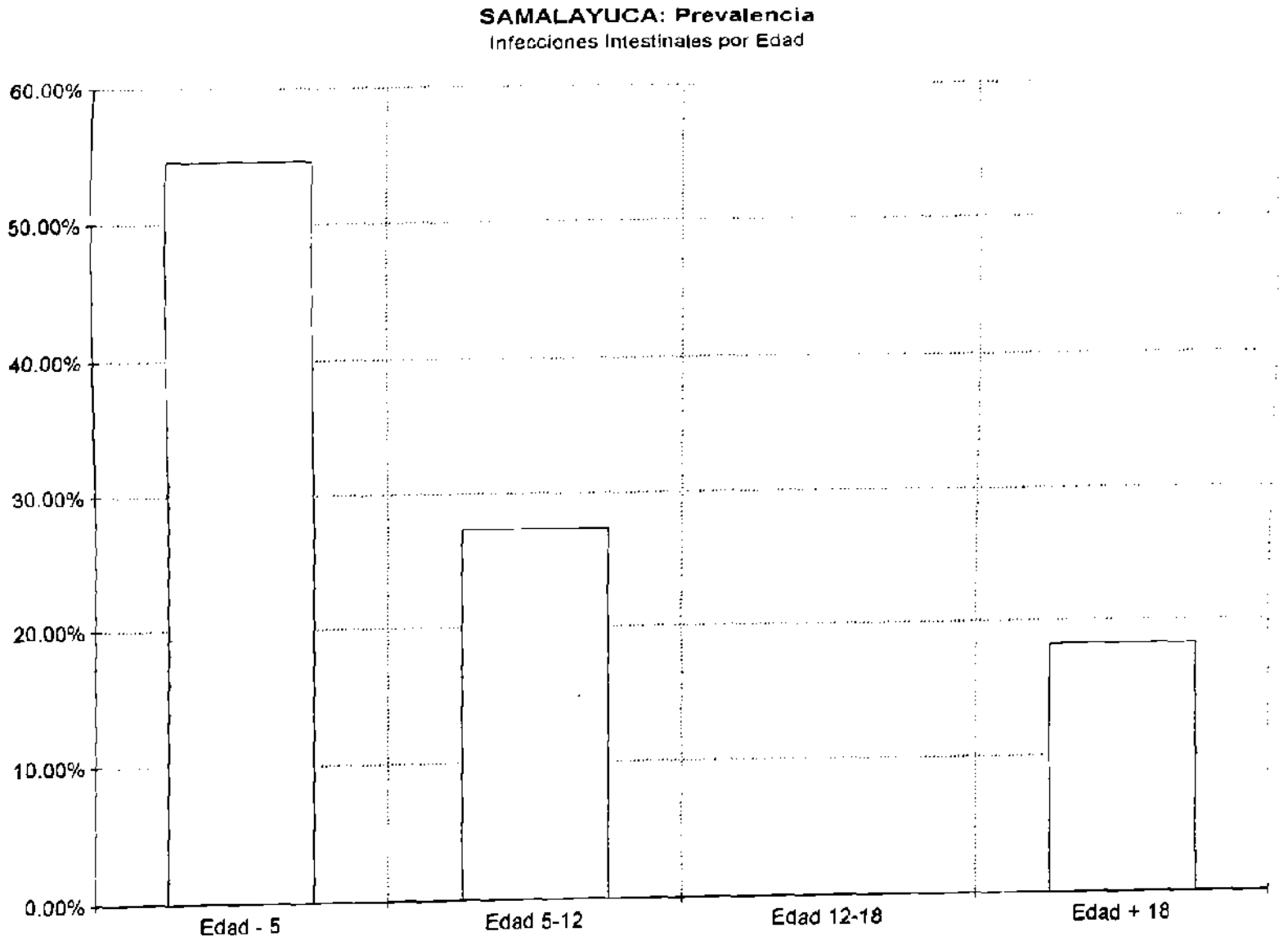
SAMALAYUCA: Prevalencia
Infecciones Intestinales por Edad
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
Edad - 5
Edad 5-12
Edad 12-18
Edad + 18

Fig. 4.12

RIESGO CONTAMINANTE DE LETRINA ESCOLAR RESPECTO AL POZO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Evidente	M	A	B
Potencial	A	M	B
Confinado	B	B	M
	Identificado	Potencial	Limitado

A = Alto M = Mediano B = Bajo

Categoria de Riesgo: Mediana

Fig. 4.13 Evaluación de Riesgo Relativo de Samalayuca

CAPITULO 5

PARASITOSIS INTESTINALES ASOCIADAS AL REUSO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE CD. JUAREZ, CHIHUAHUA, EN EL VALLE DE JUAREZ

Estudio de Casos y Controles

SUMARIO

Objetivo: Investigar la asociación entre el uso de las aguas residuales en una localidad representativa del Valle de Juárez (Juárez, México) y la prevalencia de parasitosis intestinales.

Diseño: Consistió en un estudio transversal de casos y controles no apareados, en el que se contó con la participación de una población expuesta (Loma Blanca) y una población no expuesta (Samalayuca). El estudio se realizó en dos fases: la primera que fue una encuesta de tamizaje en la población caso; y la segunda, en las poblaciones caso y control, que implicó encuesta, recolección y análisis de muestras de heces fecales.

Escenario: Valle de Juárez y Médanos de Samalayuca, ubicados sobre la frontera México-Estados Unidos.

Sujetos: Individuos de ambos sexos y todas las edades que residen permanentemente en el Valle de Juárez. Los controles fueron individuos de características similares y residentes de Samalayuca.

Resultados: Se identificaron nueve especies de parásitos intestinales: *Ascaris lumbricoides, Cryptosporidium parvum, Endolimax nana, Entamoeba coli, Entamoeba hystolitica, Giardia lamblia, Hymenolepis nana, Iodamoeba butschlii, Strongyloides stercoralis*. En ambas localidades se registró la presencia de *Cryptosporidium parvum* en humanos. La razón de disparidad fue de 2.75 (95% intervalo de confianza 0.99 a 7.62).

Conclusiones. El uso de las aguas residuales no tratadas en el Valle de Juárez, confiere un riesgo alto a la transmisión de enfermedades gastrointestinales.

PARASITOSIS INTESTINALES ASOCIADAS AL REUSO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE CD. JUAREZ, CHIHUAHUA, EN EL VALLE DE JUAREZ

Estudio de Casos y Controles

5.1. ANTECEDENTES

Agua Potable y Aguas Residuales

El aprovisionamiento de agua por una comunidad y la consecuente generación de desechos líquidos, son componentes esenciales para sus procesos de crecimiento y desarrollo.

Cuando el agua está en el ámbito humano se le requiere con ciertas características físicas, químicas y biológicas de pureza. La potabilidad del agua de bebida es tan importante para la salud de la comunidad, como la calidad del agua que desecha lo es para el bienestar del entorno natural.

Por razones de salud, no es extraño que en las zonas urbanas la gente ponga en duda la calidad del agua que, para uso doméstico, recibe del sistema de abastecimiento público; pero casi nunca piensa que las aguas cloacales producidas por ellos deben tener una calidad sanitaria apropiada, de forma tal que no ponga en riesgo la salubridad del ecosistema donde se disponen.

De tal manera, para prevenir enfermedades y epidemias, el agua de abastecimiento público debe ser potabilizada y entregada al usuario como un líquido química y biológicamente inócuo. Tiene que ser agua segura para beber. Por otro lado, las aguas negras y grises producidas por esos usuarios, descargadas al drenaje y conducidas por colectores comúnes, también deben de ser tratadas; es decir, aligeradas de su carga química y biológica contaminante antes de ser liberadas en el ambiente.

Son las ciudades que cuentan con drenaje y alcantarillado las que generan miles de metros cúbicos de aguas residuales y, como efluentes, son vaciados en los ecosistemas aledaños. Las poblaciones que no cuentan con este servicio, como las rurales, disponen sus excretas en fosas sépticas, letrinas o al aire libre.

Generación de Aguas Residuales

La población de América Latina que vivía en zonas urbanas en 1995 era, aproximadamente, el 74.5%; el restante 25.5% se encontraba en el área rural. De la población urbana, únicamente el 80% estaba conectada al drenaje municipal o tenía otro tipo de servicio (Garza, 1999).

En este caso, el problema más grave fue -y sigue siendo- que la mayoría de las descargas de aguas residuales no fueron tratadas, pues se estima que menos del 10% de los sistemas de drenaje de América Latina y el Caribe tienen plantas de tratamiento de aguas servidas, y sólo del 5-10% de las aguas colectadas reciben un tratamiento que es deficiente o inadecuado. En 1990, en la región latinoamericana se generaron aproximadamente 350 m^3/segundo de aguas negras no tratadas, de las cuales un 87.7% fueron arrojadas al medio (PAHO/WHO, 1994).

Las aguas residuales urbanas no solamente se constituyen de desechos domésticos y comerciales, sino que a menudo están contaminadas por residuos tóxicos que las industrias arrojan a la red municipal de alcantarillado, y por residuos bioinfecciosos procedentes de clínicas y hospitales. En la *Agenda 21* (Sitarz, 1993), se señala que las aguas residuales sin tratamiento son uno de los factores que más influye en la calidad del agua superficial y profunda, por lo que los ecosistemas acuáticos se ven perturbados y los recursos vivos del agua dulce amenazados. Pero, además de dañar la vida silvestre terrestre que vive a expensas de esos cuerpos de agua, son fuente de enfermedades que directamente afectan a las poblaciones rurales e, indirectamente, a través de productos del campo, inciden en la salud pública de los residentes urbanos (Merla, 1998).

Agua y Salud

Las aguas contaminadas pueden ser vehículo de más de 500 especies de microorganismos patógenos al humano (HMSHL, 1988). Las enfermedades transmitidas por agua son más comúnes en aquellos países o regiones en vías de desarrollo donde la infraestructura de servicios básicos es inadecuada o inexistente.

En América Latina, el cólera es la enfermedad transmitida por agua que mayormente a afectado a los habitantes de la región. La Organización Panamericana de la Salud estima que desde enero de 1991, fecha en que comenzó la pandemia, hasta julio de 1997, el cólera había afectado a más de 1.2 millones de personas, y que unas 12,000

habían muerto a causa de la enfermedad, cifras que por subregistros y fallas en el sistema de vigilancia no reflejan el efecto verdadero de la pandemia (OPS/OMS, 1998).

Este suceso puso en evidencia la fragilidad de los servicios de abastecimiento de agua potable y drenaje para la disposición de excretas, así como la inoperancia de los sistemas de vigilancia epidemiológica. Se calcula que las inversiones en materia de agua, saneamiento y servicios de salud necesarias en los próximos años para eliminar el riesgo del cólera en la región sobrepasan los $200.000 millones de dolares (OPS/OMS, op.cit.).

Reuso de Aguas Residuales

La reutilización de las aguas servidas producidas por las ciudades, ha sido fenómeno común en países europeos como Alemania, Inglaterra, Italia o Portugal; asiáticos como la India; africanos como Marruecos o Nigeria; o americanos como Chile, Estados Unidos, México o Perú. Sin embargo, dado el riesgo que estas aguas representan, algunos paises evaluaron los riesgos a la salud pública y comenzaron a imponer restricciones de tipo legal sobre su uso (Shuval, 1970; WHO, 1968).

En general, en los años por venir, incluyendo la década de los 80's, los paises en vias de desarrollo no tomaron medidas restrictivas para controlar el uso de las aguas residuales y aminorar riesgos. Ante tal situación, la Organización Mundial de la Salud convocó a un grupo de expertos que, en 1985, se reunieron en Engelberb, Suiza, con el propósito de discutir los aspectos sanitarios que representa el uso de excretas y aguas residuales en la agricultura y acuacultura (CEPIS, 1998).

La reunión fue convocada por el Banco Mundial y la Organización Mundial de la Salud. En esta reunión se revisó la literatura existente sobre aspectos epidemiológicos, microbiológicos, sociológicos y técnicos que presenta el uso de excretas y aguas residuales en la agricultura y acuacultura, y dio como resultado la formulación de un modelo de riesgos (CEPIS, op.cit.).

El marco teórico de Engelberg comenzó a producir interés en las autoridades de salud, agricultura, pesca y ambiente de las naciones donde se reusan las aguas residuales y, algunas, como México, aplicaron sus criterios para crear las normas del pais.

Debido a que el punto fuerte de este modelo es la tratabilidad de las aguas servidas, esta situación atrapó a muchos paises en la insuficiencia de capital para solventar el costo de la infraestructura, o en la ineficiencia operativa de las plantas existentes para rendir agua de la calidad demandada.

Los criterios de calidad más relevantes para el uso de aguas residuales, *externados* por el grupo de expertos de Engelberg, radican en la remoción de huevecillos de nemátodos intestinales (<1/litro), y la reducción de coliformes fecales (<100/100 ml) (Mará y Cairncross, 1990).

México, por su parte, dentro de la Ley Nacional de Aguas, adoptó un marco jurídico y legal, que prevalece sobre la generación, tratamiento y reuso de las aguas residuales, para la protección del recurso hidráulico, la salud pública y el ambiente (CNA, 1992). En cuanto a las descargas municipales desarrolló la norma 002-ECOL-1996; y sobre el reuso del recurso la norma 001-ECOL-1996.

Sin embargo, a pesar de que legalmente se exige el tratamiento de las aguas residuales municipales y urbanas en México, y de que existen normas que obligan al usuario a que las aguas residuales que reutilice cumplan con un estandar de calidad química y microbiológica, en la realidad esto no se cumple. Más de la mitad de los cultivos del país crecen en zonas desérticas y semidesérticas donde el agua, cualquiera que sea su procedencia, es vital para el desarrollo rural. En esas zonas áridas, más de 350,000 has. se riegan con aguas residuales no tratadas o parcialmente tratadas. Esto representa un riesgo a la salud de productores y consumidores.

Estudios de Caso

El estudio original de casos y controles sobre el impacto epidemiológico del reuso de las aguas residuales en la salud fue realizado en Israel, a principio de la década de los 70's (Kazenelson et al., 1976). En el se evaluó la prevalencia de enfermedades entéricas en comunidades que riegan con aguas residuales parcialmente tratadas y comunidades que riegan con aguas de pozo y superficiales no contaminadas. Los resultados denotaron una prevalencia de shigelosis, salmonelosis, fiebre tifoidea y hepatitis "A", en una proporción dos a cuatro veces mayor en comunidades expuestas respecto a comunidades no expuestas. Ante esto recomendaron que, para regar con aguas negras, se incluyan procedimientos desinfectantes a la luz de los riesgos que este recurso contaminado biológicamente entraña.

Otros estudios epidemiológico ambientales sobre este tema han sido efectuados por Fattal (1986) y Shuval (1989) en Israel; Blumenthal (1991) en Indonesia; y últimamente Bouhoum (1998) en Marruecos.

En México, salvo los estudios epidemiológicos realizados por Sánchez (1976, no pub.), Cifuentes (Cifuentes et al., 1991, 1993, 1994) y Cortéz (1993, no pub.) en el Valle

del Mezquital, no hay referencias, sobre el impacto del reuso de las aguas residuales no tratadas en la salud de los trabajadores agrícolas y residentes rurales, en otros distritos de riego diferentes al 03 y 100.

5.2. OBJETIVOS

Los objetivos planteados para el estudio de casos y controles en el Distrito de Riego 009 Valle de Juárez fueron:

- Caracterizar la calidad microbiológica de las aguas residuales generadas por Cd. Juárez, Chih.
- Establecer la prevalencia de enfermedades gastrointestinales y helmintiasis en una muestra representativa de la población del Valle de Juárez.
- Detectar en humanos la presencia de la nueva enfermedad "cryptosporidiosis" producida por el *Cryptosporidium parvum*
- Identificar la asociación entre las aguas residuales municipales no tratadas generadas por Cd. Juárez, Chih., y la salud de los habitantes del Valle de Juárez
- Caracterizar el marco conceptual para un programa de saneamiento básico rural de protección a la salud

5.3. SUJETOS Y METODOS

Area de Estudio

El Valle de Juárez se localiza hacia el este-sureste de Cd. Juárez, Chihuahua entre los meridianos 105°30' y 106°30' longitud oeste, y 30°56' y 31°45' latitud norte.

La llanura fluvial del Valle de Juárez se encuentra limitada por abanicos aluviales y llanuras de dunas. Sin contar las zonas urbanizadas o de posible crecimiento urbano, el territorio del Valle consiste en una área de 27,200 has. 25,456.73 has están consignadas como el área agricola del distrito, de las cuales 5,966.41 corresponden a pequeños propietarios y 19,490.32 a ejidatarios.

En la zona del Distrito de Riego 009, México recibe anualmente 70 millones de metros cúbicos de agua proveniente del Río Bravo, cantidad que resulta insuficiente para las necesidades de los agricultores y que propició la explotación de los mantos acuíferos y de las aguas residuales de Cd. Juárez.

El Valle de Juárez es la segunda zona agrícola de mayor dimensión en México (aprox. 26,000 has), después del Valle del Mezquital (aprox. 130,000 has), irrigada con aguas servidas municipales no tratadas.

En la actualidad el número de usuarios de aguas de riego asciende a 2,412 y, de acuerdo a INEGI (1996), la población economicamente activa relacionada con actividades agropecuarias en el Municipio de Juárez era de 3,965 personas.

Como caracteristicas generales del Valle de Juárez cabe mencionar que:

- la zona recibe aproximadamente 90,000 m^3 de aguas residuales/año
- el flujo de este recurso es perenne
- por más de 50 años el Valle ha recibido, en caudales cada vez mayores y propocionales a su población y sistema de drenaje, agua contaminada
- los suelos que han recibido este recurso se han transformado en un medio contaminado

Tipo de Diseño

El estudio consiste en una evaluación epidemiológico ambiental transversal de casos y controles no apareados (Florez, 1991; Guerrero et al., 1986; Martínez, 1990).

Se divide en dos partes la primera es una fase de tamizaje que se realiza mediante la aplicación de un censo-encuesta practicado exclusivamente a la población caso (Loma Blanca); la segunda, donde participa tanto el caso como el control, se aplica la encuesta rediseñada y contempla la recolección y análisis de muestras de materia fecal.

Sujetos

La población seleccionada como caso de estudio es Loma Blanca, Valle de Juárez, que cuenta con una población de 552 habitantes (sujetos expuestos).

La población identificada como control del estudio es Samalayuca, municipio de Juárez, que tiene una población de 824 habitantes (sujetos no expuestos).

La caracterísica básica de la población caso es que el riego de los campos de cultivo se hace con aguas residuales no tratadas.

La población control tiene como rasgo fundamental que el riego de los campos agrícolas se realiza con aguas de pozo no contaminadas.

Criterios de inclusión para sujetos expuestos:

- Residencia de un año o más en la zona del Valle de Juárez
- Ambos sexos
- Sin límite de edad
- Aceptación para la participación en el estudio

Criterios de inclusión para sujetos no expuestos:

- Residencia de un año o más en la población control
- Ambos sexos
- Sin límite de edad
- Aceptación para la participación en el estudio

Instrumentos y Técnicas

Instrumentos

- Cuestionario de tamizaje para el censo-encuesta.
- Cuestionario para la evaluación del perfil de saneamiento básico e identificación de prevalencia de enfermedades gastrointestinales en un período de una a más semanas previas a la encuesta (preguntas recordatorio).

Técnicas

- Técnica de Faust (adaptada con iodo y formalina) para el diagnóstico general de parásitos intestinales
- Técnica de ELISA para detección de antígenos de *Cryptosporidium parvum* en heces fecales (Color Vue® *Cryptosporidium* II, Seradyn Inc.).
- Técnica del número más probable para la detección y cuantificación de colonias de coliformes fecales en agua

Instrumentos de Análisis

Para el análisis de la información se utilizó la última versión del sistema de estadísticas para epidemiología **Epi Info** publicada por el U.S. Department of Health and Human Services (CDC, 1997).

5.4. RESULTADOS

Fuente de Riesgo

Aguas Residuales

Los aforos que realiza la Junta Municipal de Agua y Saneamiento al canal de riego, indican que la cantidad de aguas negras crudas que Cd. Juárez envía al Valle de Juárez es del orden de 2.9-3.2 m^3/seg (Lemus, 1999).

Se estima que en promedio las aguas residuales crudas tienen alrededor de $1x10^{7-9}$/100 ml coliformes fecales (Hespanhol, 1990; WHO, 1991).

Los resultados de los análisis de aguas negras no tratadas, realizados por el laboratorio de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Cd. Juárez y que gentilmente fueron puestos a disposición del autor para la realización de este estudio, arrojan concentraciones que van desde los 30,000 a los $1.4x10^6$ coliformes fecales/100 ml en agosto de 1998, o de los 200,000 a los $15x10^6$ coliformes fecales/100 ml en diciembre del mismo año (Tabla 5.1).

Loma Blanca recibe el caudal de aguas negras, procedentes de la mancha urbana de Cd. Juárez, aproximadamente una hora después de haber sido arrojada al canal de riego por el útimo dren. Este flujo es continuo todos los días del año.

Pozo de Agua

En Samalayuca se detectó una letrina próxima al pozo de abastecimiento de agua potable de la localidad, y se identificó como fuente de riesgo para la población.

El pozo se encuentra dentro de los linderos de la escuela primaria del lugar, y adyacente está la letrina de los niños y maestros.

En Samalayuca, se tomaron siete muestras de agua -dos del bebedero de la escuela y cinco de diferentes hogares-, y se buscó, por la técnica del número más probable, la presencia de coliformes fecales. El resultado en todas las muestras fue <2/100ml coliformes fecales. De acuerdo a estos valores, el agua de bebida cumple con la norma oficial.

Diseño de Muestra

El diseño de la muestra se hizo partiendo de la base de que se haría un estudio de casos y controles no apareados (1:0.5).

Se calculó el tamaño de muestra asumiendo que la prevalencia de enfermedades intestinales en México es del 7.8% (OPS/OMS, op.cit.), y esperando una frecuencia del 16.5% en el grupo expuesto. El nivel de confianza fue del 95%.

De acuerdo a la formula:

Tamaño de muestra = n/(1-(n/población))
n = z * z (P(1-P))/(D * D)
(Kish, 1965)

y considerando que el tamaño de la población de Loma Blanca es de 552 habitantes, el *cálculo arrojó un tamaño de muestra de 62 individuos.*

Para Samalayuca, población control, la muestra requerida fue de 36 sujetos.

Debo resaltar que fue preciso encuestar a una población de 360 individuos -casos y controles-, para reunir el número necesario de donadores que permitieran completar el tamaño de muestra. Para este propósito, en la segunda fase del estudio, se tuvieron que visitar 51 viviendas en Loma Blanca y 17 en Samalayuca.

Muchas de las personas encuestadas regresaron los recipientes sin muestra; incluso, dentro de un mismo hogar, hubo donadores y no donadores.

La explicación a lo anterior se debe a varios factores: (a) que su religión no se los permitía, (b) cansados de tantos estudios agrícolas y económicos que no les retribuye en nada, y (c) que en un mismo hogar unos no donaban por vergüenza.

En Loma Blanca, las encuestas y recogidas de recipientes con heces fecales se repitieron cada 15 días, durante cuatro meses, hasta completar la muestra.

En Samalayuca, la gente fue más abierta e interesada en colaborar que en Loma Blanca, aunque también hubo hogares en los que algunos de sus miembros participaron mientras que otros se abstuvieron.

Evaluación de Encuestas

Tamizaje: Censo-Encuesta

Se realizó un censo-encuesta para probar la técnica y conocer las características de la población del grupo expuesto, actividad denominada: tamizaje. Se tomó como unidad de análisis a la vivienda.

De las 137 viviendas de Loma Blanca (INEGI, 1997) se encuestaron a 87 (63.5%); del resto de las viviendas (36.5%), algunos de sus moradores rehusaron cooperar y, en otras, su habitantes no se encontraron al momento de la visita o las casas estaban vacías.

De los 552 habitantes registrados por el censo de INEGI, 302 (54.7%) residían en las viviendas visitadas.

A las personas entrevistadas se les informó sobre el estudio que se estaba realizando y su significado para la población. También se les preguntó si estarían dispuestas a participar donando una muestra de materia fecal para realizar análisis coproparasitológicos. En ese momento, poco más del 90% (79 viviendas) respondieron positivamente.

Esta primera fase del estudio permitió rediseñar la encuesta, a partir de una serie de observaciones, y se reorientó hacia la identificación del perfil de saneamiento básico vivienda/población rural.

Encuesta Transversales

Para la segunda etapa del estudio, las unidadades de análisis fueron los individuos.

Al final de cada entrevista se hizo entrega de un recipiente con formalina al 10% -teñida de azul para evitar accidentes- para cada uno de los miembros de la familia. Se

dieron instrucciones para la manipulación de las heces fecales y se les pidió una muestra del tamaño de una nuez.

Al tercer día de cada encuesta pasó una brigada de encuestadores a recoger los recipientes con las muestras.

Las encuestas de la segunda fase y el levantamiento de muestras, se realizaron durante la época tardía del verano y a lo largo de todo el otoño.

Dentro de la caracterización del perfil de saneamiento básico en la segunda etapa de encuestas, se hicieron algunas preguntas conducentes a explorar el estado de salud de los habitantes de cada una de las viviendas así como de la ingesta de verduras crudas.

Las respuestas verbales obtenidas a las preguntas de recordatorio sobre enfermedades intestinales padecidas -al menos- por algún miembro de la familia en las categorías:

(a) en la presente semana,

(b) durante la semana pasada, o

(c) en la semana antepasada

mostró que la prevalencia más elevada -en todas las semanas- fue en Loma Blanca, Valle de Juárez (Tabla 5.2).

En la primer categoría, la razón de disparidad (odd ratio) fue de 0.87 (IC 95% = 0.20-3.73). En este caso parece no existir asociación entre la prevalencia de enfermedades gastrointestinales y la exposición o no a la presencia de las aguas residuales. En la segunda categoría, la razón de disparidad aumentó a 1.35 (IC 95%=0.38-4.83). En la última categoría la diferencia fue aún mayor, la razón de disparidad fue de 2.28 (IC 95%=0.65-7.95). De tal forma, en la segunda y tercer categorías, la asociación entre presencia o ausencia de aguas residuales y prevalencia se presenta con mayor consistencia (Tabla 5.3).

En las respuestas referentes a la inclusión de verduras crudas en la dieta familiar, la razón de disparidad encontrada es menor a 1, y esto indica que no hay diferencia entre su posible efecto sobre la salud de los casos o de los controles (Tabla 5.4).

Diagnóstico Parasitológico

Las muestras fueron fueron transportadas al laboratorio de aguas residuales de la U.A.C.J. y procesadas mediante la técnica de Faust. Para la identificación de *C. parvum* se utilizó la técnica de Elisa (Color Vue® *Cryptosporidium* II, Seradyn Inc.).

La mayor prevalencia de parásitos en Loma Blanca fue de *Giardia lamblia* (17.7%), *Entamoeba coli* (9.7%), y *Cryptosporidium parvum* (6.5%).

En Samalayuca, la mayor prevalencia fue del 5.5% en *Ascaris lumbricoides*, *Cryptosporidium parvum*, *Entamoeba coli*, *Giardia lamblia* y *Iodamoeba butschlii*.

Se identificaron nueve especies de protozoarios y helmintos parásitos (Tabla 5.5).

Es preciso mencionar que este es el primer estudio, sobre reuso de aguas residuales no tratadas en la agricultura de México, que involucra la búsqueda del *Cryptosporidium parvum* en poblaciones humanas y la identificación preliminar de su prevalencia. El resultado positivo de esta búsqueda (tanto en casos como en controles), es el primer registro en su tipo en México.

Asociación entre el Uso de Aguas Residuales No Tratadas y la Prevalencia Parasitaria

Poliparasitismo

El índice de poliparasitismo encontrado es escasamente mayor en Loma Blanca que en Samalayuca (Tabla 5.6)

Tabla de Contingencia

La tabla de contingencia que surgió de los análisis coproparasitológicos de Loma Blanca (expuestos) y de Samalayuca (No Expuestos) es la siguiente:

	Enfermos	No Enfermos	
Expuestos	22	40	62
No Expuestos	6	30	36
	28	70	98

Proporción de Exposición

La proporción de exposición encontrada es mayor entre los pobladores de Loma Blanca (casos) que la proporción de exposición entre los pobladores de Samalayuca (controles):

% entre casos = 78.57/100
% entre controles = 57.14/100

Medidas de Asociación y Límites de Confianza

La razón de disparidad es del orden del 2.75 (0.99, 7.62), lo que indica una asociación entre la prevalencia de las enfermedades parasitarias y la exposición a las aguas residuales en la población de Loma Blanca.

El riesgo atribuible a los expuestos es del 63.6% (-0.8, 86.9), lo que significa que, al residir en Loma Blanca, el riesgo de contraer alguna enfermedad intestinal aumenta en esa proporción.

Pruebas de Significancia

La prueba ji cuadrada de Mantel-Haenszel, para los productos cruzados, es de 3.91, con una p=0.0479628.

Los resultados del estudio permiten establecer la existencia de una asociación, estadísticamente significativa, entre el riego de los campos agrícolas del Valle de Juárez con las aguas residuales no tratadas provenientes de Cd. Juárez, y la prevalencia de enfermedades gastroentéricas entre los pobladores del Valle.

5.5. DISCUSION

Este trabajo presenta los resultados del primer estudio que sobre el impacto epidemiológico ambiental del reuso de las aguas "negras" se realiza en el norte de México. La investigación se desarrolló en una región agrícola -el Valle de Juárez- cuya productividad y economía dependen en gran medida de las aguas residuales generadas por Cd. Juárez, Chih.

Los resultados obtenidos indican que la exposición al agua residual no tratada aumenta los riesgos de infección por *Giardia lamblia*, *Entamoeba coli* y *Cryptosporidium parvum* en los pobladores del Valle de Juárez. Si bien, se considera al *Ascaris lumbricoides* uno de los parásitos mayormente asociados a las aguas "negras", no se detectaron casos en el grupo estudiado de la población expuesta; por el contrario, en la población no expuesta se registraron dos casos.

Los grupos etarios de mayor exposición encontrados fueron los niños.

La fuente del problema de las aguas residuales son los residentes de Cd. Juárez, quienes ignoran el daño que el drenaje de la ciudad estácausando en el Valle.

Un hecho significativo en los estudios epidemiológico ambientales sobre reuso de aguas "negras", es que las aguas procedentes de la Ciudad de México que se reutilizan en el Valle del Mezquital pasan por una fase de pretratamiento natural, en las presas que las retienen, y permanecen allí por un período que varias de días a semanas antes de que sean entregadas al usuario. En el caso del Valle de Juárez, esta zona recibe el caudal generado por Cd. Juárez en cuestión de minutos u horas, y es distribuido por el sistema de riego a lo largo de los campos agrícolas. Mientras que Cifuentes reporta para el Valle del Mezquital una agua residual pretratada con una calidad de 108 coliformes fecales/100 ml, en la "acequia Madre" que va al Valle de Juárez se registran coliformes fecales en cantidades superiores al $1x10^7$.

Por otro lado, los receptores de esas aguas, la población del Valle de Juárez, desconoce los riesgos que entraña regar los campos agrícolas con aguas "crudas", estar expuestos a esas aguas y vivir en un medio insalubre.

Por ser México una nación donde el uso de las aguas residuales es una necesidad, y por carecer de la suficiente infraestructura para tratar apropiadamente las aguas "negras", al menos se deberían de programar y aplicar métodos adecuados para el manejo cuidadoso del recurso, y de esta forma reducir sus riesgos.

La realidad es que esto no es así. Las normas vigentes sobre el reuso de las aguas "negras" para proteger la salud pública y el ambiente, no son suficientes por sí mismas si tampoco se aplican. En el Valle de Juárez es notoria la ausencia de las autoridades de salud, ambiente, agricultura y de relaciones exteriores, a través de la Comisión Internacional de Límites y Aguas, puesto que se trata de un territorio situado en la zona de protección ecológica México-Estados Unidos -componente básico del Tratado de Libre Comercio-.

Por otro lado, si bien la "estatal" Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Cd. Juárez tiene contratada la construcción de dos plantas tratadoras de aguas residuales -iniciativa que actualmente no tiene ningún peso en el problema porque las aguas "negras" siguen fluyendo como hace 25 o 50 años-, el ayuntamiento municipal de Juárez no tiene agendado, dentro de su programa de ecología, el problema del agua.

En 1999, México padece una endemia de cólera. La reutilización de las aguas "crudas" sin vigilancia ni control, puede ser un factor coadyuvante a que esa endemia permanezca mayor tiempo en las zonas rurales del país, y sea una amenaza latente de un brote epidémico de mayores consecuencias.

Se espera que los resultados de esta investigación aporten evidencia epidemiológica para evaluar el impacto que las futuras plantas tratadoras de Cd. Juárez tengan en la salud y el ambiente de los pobladores del Valle de Juárez, y den las bases para la definición de criterios de reuso cuidadoso del agua y ayuden a producir salud.

Habida cuenta la importancia que para el desarrollo rural de muchas regiones del país tienen las aguas residuales, la Secretaría de Salud, la Secretaría de Agricultura y la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca deben de hacer una evaluación global del impacto que están teniendo sobre la salud y el ambiente, y su significado en costos y vidas.

5.6. REFERENCIAS

Blumenthal UJ et al. 1991. Recent epidemiological studies to test microbiological quality guidelines for wastewater use in agriculture and aquaculture. Public Health Rev;19(1-4):237-42

Bouhoum K et al. 1998. Epidemiological study of intestinal helminthiasis in a Marrakech raw sewage spreading zone. Zentralbl Hyg Umweltmed;200(5-6):553-61

CDC. 1994. *Cryptosporidium* infections associated with swimming pools - Dane County, Wisconsin, 1993. U.S. Dept. of Health and human Services. Morbidity and Mortality Weekly Report; (43)31

CDC. 1997. Epi Info: version 6.04 for Epidemiology on Microcomputers. U.S.A. U.S. Department of Health and Human Services

CEPIS. 1998. Aspectos sanitarios de la utilización de aguas residuales y excretas en la agricultura y acuicultura: La declaración de Engelberg. HDT 37. Perú: CEPIS, OPS/OMS

Cifuentes E et al. 1991. Health impact evaluation of wastewater use in Mexico. Public Health Rev;19:243-50

Cifuentes E, et al. 1993. Problemas de salud asociados al riego agrícola con agua residual en México. Sal.Pub.Mex.; 35(6):614-619

Cifuentes E, et al. 1994. Escenario epidemiológico del uso agrícola del agua residual: El Valle del Mezquital, México. Sal.Pub.Mex.; 36(1):3-9

CNA. 1992. Ley Nacional de Aguas. México: Comisión Nacional del Agua

Cortéz JE. 1993. Metales pesados en agricultores expuestos a aguas residuales crudas en el Distrito de Riego 03, Tula. Tesis de Maestría en Ciencias en Salud Ambiental. Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca: No Pub.

Falkenmark M. 1993 Water scarcity: Time for realism. Populi; 20(6): pp11-12.

Fattal B et al. 1986. Health risks associated with wastewater irrigation: an epidemiological study. Am J Public Health;76(8): 977-9

Florez JA. 1991. Curso Modular de Epidemiología Básica. Colombia: Universidad de Antioquia

Garza V et al. 1999. Evaluación del impacto al ambiente y la salud de las aguas residuales municipales no tratadas. En Rev.

Guerrero R et al. 1986. Epidemiología. E.U.A.: Addison-Wesley Iberoamericana

Hespanhol I. 1990. Guidelines and integrated measures for public health protection in agricultural reuse systems. J.Water SRT-Aqua; 39(4): pp237-249
HMSHL. 1988. Water and health. Harvard Medical School Health Letter; 14(1):1-5

INEGI. 1996. Chihuahua: Resultados definitivos tabulados básicos. México: Instituto Nacional de Estadistica, Geografía e Informática

INEGI. 1997. Cuaderno Estadístico Municipal: Juárez, Estado de Chihuahua. México: Instituto Nacional de Estadistica, Geografía e Informática

Katzenelson E ET AL. 1976. Risk of communicable disease infection associated with wastewater irrigation in agricultural settlements. Science; 194(4268): 944-6

Kish L. 1965. Survey sampling. New York: John Wiley & Sons

Lemus R. 1999. Junta Municipal de Agua y Saneamiento. Cd. Juárez, Chih. Com.Pers.

Mara D y Cairncross S. 1990. Directrices para el uso sin riesgos de aguas residuales y excretas en agricultura y acuicultura. España: OPS/PNUMA

Martínez L. 1990. Métodos epidemiológicos. México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS/OMS; pp 187

Merla A. 1998. A Commitment to the global environment: The role of GEF and international waters. Presented at the International Conference of Water and Sustainable Development, Paris.

NOM-001-ECOL-96. 1998. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y bienes nacionales. México: Diario Oficial de la Federación

NOM-002-ECOL-96. 1998. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. México: Diario Oficial de la Federación

OPS/OMS. 1998. Condiciones de Salud en las Américas: Vol. I y II. Wash. D.C.: Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud

PAHO/WHO. 1994. Health Conditions in the Americas: Vol. I & II. Wash. D.C.: Pan American Health Organization/ World Health Organization

Sánchez R. 1976. Uso de agua residual en riego y su impacto en la salud pública. Tesis de Maestría. Escuela de Salud Pública. México: No Pub.

Shuval HI. 1970. Problemas sanitarios que plantea el aprovechamiento de aguas residuales en la agricultura, la industria y los servicios públicos. En Problemas de evacuación y tratamiento de desechos en las colectividades. Cuadernos de Salud Pública N° 38. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; pp 87-101

Shuval HI et al. 1989. Transmission of enteric disease associated with wastewater irrigation: a prospective epidemiological study. Am J Public Health;79(7):850-2

Sitarz D. 1993. Agenda 21: The Earth Summit strategy to save our planet. Boulder, CO; Earthpress

WHO. 1968. Water pollution control in developing countries: Report of a WHO Expert Committee. Tech. Rep. Series N° 404. Geneve: World Health Organization; pp 40

WHO. 1991. Provisional code of practice for treated domestic sewage effluent used for irrigation. Geneve: World Health Organization; No Pub.

RESULTADOS DE COLIFORMES FECALES DEL MUESTREO EN VARIOS PUNTOS DEL DREN GENERAL DEL DRENAJE DE CIUDAD JUAREZ
Agosto-Diciembre, 1998
Tabla 5.1

Período	Concentración (UFC/100ml)	
	Mínima	*Máxima*
Agosto	$3.0x10^4$	$1.4x10^6$
Septiembre	$1.1x10^7$	$3.7x10^7$
Octubre	$24x10^5$	$34x10^6$
Noviembre	$29x10^5$	$29x10^6$
Diciembre	$2.0x10^5$	$3.7x10^6$

PREVALENCIA DE ENFERMEDADES INTESTINALES EN VIVIENDAS
Tabla 5.2

Período	Casos	Controles
Durante la Encuesta	15.7 (08/51)	17.6 (03/17)
Semana Anterior	29.4 (15/51)	23.5 (04/17)
Semana Antepasada	41.2 (21/51)	23.5 (04/17)

RIESGO ASOCIADO A LA EXPOSICION DE LAS AGUAS NEGRAS REUSADAS EN EL VALLE DE JUAREZ Tabla 5.3				
Período	**Casos**	**Controles**	**R.D.**	**IC 95%**
Durante la Encuesta	8	3	0.87	0.20-3.73
Semana Anterior	15	4	1.35	0.38-4.83
Semana Antepasada	21	4	2.28	0.65-7.95

RIESGO POR CONSUMO DE VERDURAS FRESCAS Tabla 5.4		
Localidad	**Consume**	**No Consume**
Loma Blanca (Caso)	**42**	**9**
Samalayuca (Control)	**15**	**2**
R.D. 0.62 Fisher: 0.4426457- 0.7175587	IC 95% = 0.08-3.69	

PREVALENCIA DE PARASITOSIS Tabla 5.5		
Especie	**Casos**	**Controles**
Ascaris lumbricoides	**0** (0/62)	**5.5** (2/36)
Cryptosporidium parvum	**6.5** (4/62)	**5.5** (2/36)
Endolimax nana	**4.8** (3/62)	**0** (0/36)
Entamoeba coli	**9.7** (6/62)	**5.5** (2/36)
Entamoeba hystolitica	**4.8** (3/62)	**0** (0/36)
Giardia lamblia	**17.7** (11/62)	**5.5** (2/36)
Hymenolepis nana	**0** (0/62)	**2.8** (1/36)
Iodamoeba butschlii	**1.6** (1/62)	**5.5** (2/36)
Strongyloides stercoralis	**1.6** (1/62)	**0** (0/36)

INDICE DE POLIPARASITISMO Tabla 5.6	
Casos	**Controles**
8.1 (5/62)	**5.5** (2/36)

CAPITULO 6

PERSPECTIVA INTEGRAL DEL REUSO DE LAS AGUAS NEGRAS DE CD. JUAREZ, CHIHUAHUA, EN EL DISTRITO DE RIEGO 009 VALLE DE JUAREZ, Y SU IMPACTO EN LA SALUD Y EL AMBIENTE:

Conclusiones y Recomendaciones

PERSPECTIVA INTEGRAL DEL REUSO DE LAS AGUAS NEGRAS DE CD. JUAREZ, CHIHUAHUA, EN EL DISTRITO DE RIEGO 009 VALLE DE JUAREZ, Y SU IMPACTO EN LA SALUD Y EL AMBIENTE

6.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de esta investigación aportan nuevo conocimiento sobre el impacto del reuso agrícola de las aguas "negras" en la salud pública de los pobladores del Valle de Juárez, frontera México-Estados Unidos. Asimismo, es relevante el primer registro sobre casos de "cryptosporidiosis" en humanos para una zona agrícola irrigada con aguas "crudas" no tratadas.

El Valle de Juárez fue una región que, en el siglo XVII, atrajo a los colonos españoles por sus condiciones pantanosas y natural fertilidad del suelo. Además de sembrar trigo, maíz, frijol y otros cultivos, produjeron viñedos.

Desde un comienzo, los colonos construyeron represas para aprovechar el agua del Río Bravo, y abrieron acequias para conducir cantidades controladas de agua a la ciudad (Paso del Norte hoy Juárez) y al Valle.

La columna vertebral de este sistema de distribución de agua fue llamado "Acequia Madre".

A finales del siglo XVII, se calculaba que en el Valle existían 250,000 viñas, y a principios del siglo XVIII la población era de alrededor de 4,750 personas. El sistema de acequias y canales se hizo cada vez más complejo.

El primer estadounidense que llegó al Paso del Norte, a principios del siglo XIX, ya encontró una villa bien constituída, construída sobre uno y otro lado del río, y una región agrícola prospera.

La vitivinicultura del Valle floreció y, por casi trescientos años abasteció de fruta, vino y aguardiente a muchas regiones de la Nueva España. Las aguas del Río Bravo fueron la clave de esta producción.

La invasión estadounidense a mediados del siglo XIX, marcó una nueva etapa en la agricultura de la región del Valle con el arribo de pioneros que buscaban tierras para ocupar.

Muy pronto, el agua se convirtió en motivo de disputa. El gobierno estadounidense proclamó de su propiedad el caudal del Río Bravo y, a comienzos del siglo XX, decidieron entregar a México, por "cortesía", 74 millones de m^3 de agua al año para el riego del Valle (Tratado de Aguas Internacionales de 1906).

Las denominadas "aguas del Tratado" han sido entregadas a México, preferentemente entre marzo y septiembre, a través de la Acequia Madre.

El impacto de esta medida ocasionó que, en menos de quince años, los viñedos se secaran o fueran remplazados por otras especies. En 1920, la mayoría de los cultivos en el Valle de Juárez eran de algodón y alfalfa.

En 1934, el gobierno federal decidió crear el Distrito de Riego 009 Valle de Juárez (dividido operativamente en tres unidades) cuya extensión aproximada era de 26,000 hectáreas. Esto trajo consigo la burocratización de un sistema agrícola que, por casi trescientos años, había sido un asunto local administrativamente controlado por el "alcalde de aguas".

Debido a que ya no se podía disponer libremente de las aguas del Río Bravo, los agricultores mexicanos comenzaron a explotar los recursos subterráneos de agua y a utilizar las aguas "negras" generadas por Cd. Juárez.

En la década de los 70's, los agricultores del Valle no contaban con suficiente agua para riego y la disponible, extraída de pozos, tenía diferentes rangos de salinidad; esta situación se veía agravada, ya que, al menos un 50% del territorio del Valle está también afectado por las sales (suelos salinos, salino sódicos y sódicos).

La agricultura del Valle comenzó a declinar a medida que la industria maquiladora surgió y prosperó en Cd. Juárez. A mayor población e industria, mayor generación de aguas negras.

A principios de la década de los 90's, se estimaba que del acuífero regional se extraían 278 millones de m^3/año, de los cuales un 42% eran para abastecer a Cd. Juárez, 9% para la primera unidad del Distrito de Riego 009, 36% para la segunda unidad; y 13% para la tercera unidad.

En cambio, las aguas del Tratado y las aguas residuales eran únicamente para la primera y segunda unidad

La insuficiencia de aguas blancas, como la procedente del Río Bravo, y el riego con aguas salinas de pozos y aguas "negras" con altas concentraciones de sales, ha venido provocando una paulatina salinización.

Por medio siglo, los agricultores del Valle de Juárez han estado regando sus cultivos con agua de pésima calidad sanitaria. En este lapso de tiempo, las tierras del Valle han recibido unos 3,200 millones de m^3 de aguas microbiológicamente contaminadas y, por consecuencia, convirtieron al suelo en un medio también deteriorado.

La mayoría de la gente encuestada en el Valle no tiene noción del peligro que a la salud representa la presencia de las aguas "negras" en su comunidad; pero quienes advierten ese riesgo sólo piensan en términos del agua y no notan que el suelo está también afectado.

Si consideramos que el tiempo de supervivencia de los agentes patógenos en el suelo, que son transportados por las aguas "negras" y depositados en la superficie, puede ser de 20 días a siete años (coliformes fecales 70 días; *Salmonella* spp. 70 días; *Vibrio cholerae* 20 días; *Trichuris* spp. dos años; *Ascaris lumbricoides* siete años), el suelo del Valle, que siempre está regado por las aguas "negras" de la ciudad, se clasifica como material peligroso. Este material ofrece tantos riesgos a la salud como el agua, y posee diferentes rutas de exposición al organismo humano.

Los resultados del estudio arrojaron que la prevalencia de enfermedades intestinales en la población expuesta (35.5%) es 4.5 veces superior a la tasa nacional y 2.2 veces mayor que la de la población no expuesta. Sin embargo, en la clínica del poblado de San Agustín, Valle de Juárez (vecino de la población expuesta), el médico a cargo declaró que, de los enfermos que fueron a atenderse durante 1998, el 46.7% fueron casos con problemas intestinales; de ese grupo, el 71% eran niños. La época que el médico reconoce como de mayor incidencia es de marzo a septiembre. Esto da una idea de que el problema sanitario en el Valle de Juárez es mayor al observado en la investigación; probablemente se deba a que la toma de muestras se realizó en diferentes etapas abarcando, desde finales de agosto hasta mediados de diciembre.

Algunos médicos y enfermeras que trabajan en el Valle de Juárez se percatan del problema que las aguas negras representan a la salud, pero su voz no es escuchada.

Por otra parte, es notoria la ausencia de un programa de educación sanitaria y la falta de criterios técnicos para el manejo apropiado de las aguas contaminadas.

A finales de 1998, se comenzaron a construir unas plantas tratadoras de aguas residuales en Cd. Juárez. La obra no estará lista en menos de tres años. No obstante, para las autoridades, el problema que a la salud y el ambiente significan las aguas "negras" es asunto concluido a instancias de esta iniciativa. Lo apropiado hubiera sido que el proyecto contemplara, mientras esta construcción avanza, la implementacion de una serie de medidas para disminuir el impacto; a saber, revisión de los criterios de reuso de aguas "negras" de la OMS y aplicación de los necesarios, promoción del cuidado a la salud, capacitación de técnicos en saneamiento para que evaluen en las comunidades los riesgos sanitarios, educación en salud ambiental.

Precisamente no lo hacen porque, quienes diseñaron el proyecto y quienes lo aprobaron, no tenían -ni tienen- elementos de juicio sobre el daño que estas aguas y el suelo contaminado tienen sobre la salud pública y el ambiente.

Es perentorio revisar prospectivamente los planes que la Junta Municipal de Agua y Saneamiento tiene con respecto a las aguas "negras", las plantas tratadoras, el reuso del efluente tratado y el destino de los "lodos negros" que las plantas producirán al tratar el agua.

Como una de las ideas es disponer de los lodos, como composta, en el Valle de Juárez, lo que se estará haciendo con esto es continuar darle continuidad al problema.

A noventa y tres años del Tratado de Aguas Internacionales, agricultores de Colorado, Nuevo México y Texas, que comparten la cuenca hidrológica del Bravo, están demandando llevar a la mesa de discusión el tema del agua que se "regala" a México, y quitarle esa concesión a los agricultors del Valle de Juárez. De suceder así, la falta de las aguas blancas del Tratado hará aún más crítico el problema de la salinidad.

Desde la perspectiva ambiental, el Valle de Juárez se encuentra en una aguda situación crítica que, expertos en suelos de la Texas A & M University El Paso Unit Station, no dudan en afirmar que se ha producido un ecocidio y que ese estado no es reversible.

Se espera que los resultados de este estudio sirvan de referencia para evaluar el impacto que las plantas tratadoras tendrán en la sociedad rural y los campos agrícolas del Valle de Juárez.

6.2. BIBLIOGRAFIA

CNA. 1991. Guión para el diagnóstico de la situación actual del Distrito de Riego 009 Valle de Juárez. México. No pub

Díaz J et al. 1992. Administración del agua en la zona fronteriza del Valle de Juárez. México. No Pub.

García J. 1992. Propuesta para el manejo y utilización de las aguas residuales de Ciudad Juárez en el Distrito de Valle de Juárez. México. No Pub.

García MM de J. 1989. Caracterización de suelos y aguas afectados por salinidad, Valle de Juárez. SARH/INIFAP. México. No Pub.

García MM de J. 1990. Fuentes y calidad de agua de riego en el Valle de Juárez. Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. México: Soc.Mex.Cie.Sue.

Garza V. 1996. Desarrollo sustentable en la frontera México-Estados Unidos. México: UACJ

Morales JM. 1999. Com.Pers.

Palomo M et al. 1990. Constituyentes químicos del agua de riego en el Valle de Juárez, Chih. México. No Pub.

SARH/INIFAP. 1989. Logros de la investigación agropecuaria en el área de influencia del campo experimental Valle de Juárez, 1974-1989. Pub.Esp. N° 7. México: SARH