

El Colegio de la Frontera Norte y el
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

Maestría en Administración Integral del Ambiente

PROMOCIÓN 1994-1996

**La construcción de un indicador ambiental con base en el uso de
bacterias coliformes y su articulación con las
enfermedades gastrointestinales: el caso de la frontera,
Ciudad Juárez, Chihuahua/El Paso, Texas.**

Tesis que para obtener el grado de

Maestro en Administración Integral del Ambiente

Presenta:

CARLOS ANTONIO FOO KONG FOO KONG

Director de Tesis: Dr. Marcial Leonardo Lizárraga Partida
(Université de Provence, Marsella, Francia, 1979).

Primer Lector: M. en C. Laura L. Nervi
(Fac. de Medicina, Buenos Aires, Argentina, 1986).

Lector Externo: Dr. Enrique Cifuentes García
(Univ. de Londres, Inglaterra, 1979).

Tijuana, Baja California, 12 de septiembre de 1996.

Contenido

Capítulo I. Introducción

- I.1 La frontera, 1
 - I.1.1 Los *compromisos*, binacionales, Tratado de Libre Comercio y Organizaciones de cooperación, 2
 - I.1.2 Programas específicos Calidad de Agua-Salud Pública, 3
- I.2 Calidad del agua. Presencia y cantidad de bacterias coliformes, 5
- I.3 Enfermedades gastrointestinales. Incidencia, 10
 - I.3.1 Panorama de la Jurisdicción II de Ciudad Juárez. La morbilidad, 11
 - I.3.2 Calidad del agua, presencia de microorganismos y enfermedades gastrointestinales, 13
 - I.3.3 La clasificación internacional, 13
- I.4 La construcción de un indicador ambiental, 16
- I.5 Marco de referencia. presión-estado-respuesta-efecto (PERE), 18
- I.6 Objetivo, 19
- I.7 Metas, 20
- I.8 Hipótesis de trabajo, 20

Capítulo II. Descripción de la región Ciudad Juárez/El Paso

- II.1 Abastecimiento de agua potable en la región Ciudad Juárez/El Paso, 21
- II.2 Tratamiento de aguas residuales y puntos de vertimiento, 26
- II.3 Monitoreo de la calidad del agua, 28
- II.4 La estrategia para la obtención de información, 28


Capítulo III. Información recopilada

- III.1 Calidad bacteriológica del agua (bacterias coliformes), 31
 - III.1.1 Área urbana de Ciudad Juárez, 31
 - III.1.2 Río Bravo/Grande, 32
- III.2 Las enfermedades relacionadas con la calidad del agua, 34
 - III.2.1 Jurisdicción Sanitaria II. Ciudad Juárez, 34
 - III.2.2 Condado de El Paso, 36

RESUMEN de la tesis de Carlos Antonio Foo Kong Foo Kong presentada como requisito para la obtención del grado de MAESTRO EN ADMINISTRACION INTEGRAL DEL AMBIENTE. Tijuana, Baja California, México. Septiembre de 1996.

LA CONSTRUCCIÓN DE UN INDICADOR AMBIENTAL CON BASE EN EL USO
DE BACTERIAS COLIFORMES Y SU ARTICULACIÓN CON LAS
ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES: EL CASO DE LA FRONTERA,
CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA/EL PASO, TEXAS.

Resumen aprobado por:



Dr. Marcial Leonardo Lizárraga Partida
Director de tesis

En este trabajo, la posibilidad de construir un indicador ambiental, requirió tomar en cuenta el marco conceptual presión-estado-respuesta-efecto (PERE), para interpretar las condiciones de calidad de agua y salud pública en la región de Cd. Juárez/El Paso. Este trabajo no logra establecer una relación entre la concentración de bacterias coliformes en la red de agua entubada (estado) y la incidencia de enfermedades gastrointestinales (efecto). Puesto que los casos registrados en los centros de salud no pueden ser ubicados geográficamente en el área de estudio.

La factibilidad de construir el indicador ambiental con base en la calidad del agua y las enfermedades gastrointestinales se logra ejemplificar solo por medio de programas cuyas poblaciones estudiadas estaban perfectamente identificadas y controladas.

En el caso de Cd. Juárez se observa de manera coincidente, que la incidencia de enfermedades gastrointestinales reportados a nivel jurisdicción, una unidad médica y su canal e índice endémico, muestran una distribución similar a la evolución de la temperatura promedio y del periodo de lluvias, así como también con respecto al aumento y los picos de máxima concentración de coliformes fecales en los puntos de monitoreo de la CILA en el Río Bravo/Grande.

Capítulo IV. Consideraciones finales. Discusión, 44

Capítulo V. Conclusiones, 47

Capítulo VI. Recomendaciones, 50

Capítulo VII. Referencias, 53

Lista de figuras**Página**

1	Zona de estudio Ciudad Juárez/El Paso.	23
2	Extracción de agua subterránea en la región Juárez/El Paso (CILA, 1992-1994).	24
3	Temperatura y precipitación media mensual (años de observación: 38 y 41, respectivamente, Ciudad Juárez, Chih. (Gob. de Chih., INEGI y H Ayunt. Const. de Juárez, 1993).	27
4	Temperatura promedio en el Condado de El Paso, Texas (USDC, 1992-1994).	27
5a	Zonas con sus respectivos valores de coliformes totales. Ciudad Juárez, Chih. Dic. 1993.	38
5b	Zonas con sus respectivos valores de coliformes totales. Ciudad Juárez, Chih. 1994.	39
5c	Número de muestras positivas a coliformes totales, en su distribución mes (1994). Ciudad Juárez, Chih.	40
6	Bacterias coliformes en aguas del Río Bravo/Grande (CILA, 1992-1994).	40
7a	Incidencia de enfermedades gastrointestinales por estructura de edad. Jurisdicción Sanitaria II, Ciudad Juárez, Chih.(SSA, 1991-1995).	41
7b	Instituciones de seguridad social que atienden los casos de enfermedades gastrointestinales. Jurisdicción Sanitaria II, Ciudad Juárez, Chih.(SSA, 1991-1995)	41
8	Incidencia de enfermedades gastrointestinales en la Jurisdicción Sanitaria II, Ciudad Juárez, Chih. (SSA, 1992-1994).	42
9	Incidencia de gastroenteritis según año en derechohabientes usuario de la UMF No. 46 del IMSS. Ciudad Juárez, Chih. (1993-1995).	42
10	Enfermedades relacionadas con la calidad del agua en El Paso (El Paso City-County Health & Environmental District. 1978-1995).	42
11	Canal e Índice Endémico de la morbilidad por gastroenteritis en derechohabientes de la UMF No. 46 del IMSS, 1986-1995 (Ciudad Juárez, Chih.).	43

Lista de tablas**Página**

1	Algunas ventajas y restricciones del grupo coliforme totales y fecales	7
2	Clasificación de las aguas de los cuerpos receptores superficiales en función de sus usos y cantidad de coliformes fecales	8
3	Lineamientos de calidad del agua recomendados en el riego con agua residual	8
4	Comparación de los límites permisibles de calidad de agua y valores guía recomendados por la Organización Mundial de la Salud	9
5	Microorganismos patógenos presentes en aguas residuales	13
6	Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias	14
7	Conceptos y criterios para la selección y desarrollo de índices e indicadores ambientales (SEDUE, 1988)	17
8	El marco presión-estado-respuesta-efecto	19

Capítulo I. Introducción

I.1 La frontera

Abordar el tema de la salud en la región Juárez/El Paso es tener en mente que geográficamente está situada en la frontera, pero la frontera es algo más que una línea en el mapa, es un arma en la lucha de intereses nacionales y puede utilizarse tanto ofensiva como defensivamente (Brown y Henry, 1981; citados por Friedman y Morales, 1985).

Las variables y valores de la población que vive en la frontera norte, nos hablan de una dinámica que, comparada con los indicadores estatales y nacionales respectivos, van tipificando la zona no sólo por sus características económicas y de oportunidad de empleo, si no que involucra cuestiones de calidad de vida, estilo de vida y mezcla de culturas, que han generado la controversia entre crecimiento y desarrollo así como su repercusión en los asentamientos humanos.

En el estudio sobre el Perfil de la Frontera México-Estados Unidos (Suárez y Toriello y Chávez, 1996) se hace referencia a la franja fronteriza en la que habitan 10.5 millones de personas de los cuales el 59 % residen en el lado norteamericano y el 41 % en el mexicano. Dicha población presenta tasas de crecimiento que de mantenerse, para el año 2020 la población podría duplicarse y alcanzar los 22.8 millones de personas.

Al punto anterior se suma las características de la estructura de población de los condados de la frontera, los cuales tienen un componente significativamente mayor de población joven (19 años y menos), que según Suárez y Toriello y Chávez (1996) al ser comparados con Estados Unidos y los estados de la frontera sur, los condados de la parte este de la frontera (Texas) tienen prácticamente una estructura de población similar a la parte mexicana.

Esta estructura de población en ambos lados de la frontera representa una gran presión en términos de demanda de empleos, educación y servicios, que en la parte mexicana han sido tradicionalmente deficitarios.

I.1.1. Los compromisos binacionales. Tratado de Libre Comercio y organismos de cooperación

El acuerdo de la Paz firmado por los presidentes de E.U.A. y de México en 1983, dió origen al Plan Integral Ambiental Fronterizo (PIAF)/*Integrated Environmental Plan for the Mexican-US Border Area*, que funcionó de 1992 a 1994, y que surge como un esfuerzo para proteger, promover y conservar el ambiente en la frontera norte de nuestro país. A raíz de dicho acuerdo, se crean seis grupos de trabajo para abordar la problemática del agua, respuestas a emergencias, residuos sólidos y peligrosos, aplicación de la ley, aire y prevención de la contaminación.

En 1994 se consolida y se firma el Tratado de Libre Comercio (TLC/NAFTA), entre EUA, México y Canadá. Dicho tratado por carecer en su versión original de aspectos de *impacto ambiental* para su implementación originó convenios paralelos al TLC en materia ambiental.

La Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF)/*Border Environmental Cooperation Commission* (BECC), Comisión para la Cooperación Ecológica (CCE)/*Commission for Environmental Cooperation* (CEC) y el Banco de Desarrollo de Norte América (BANDAN)/*North American Development Bank* (NADBANK), son producto de los acuerdos paralelos antes mencionados. El primero evalúa y certifica los proyectos de ingeniería para resolver problemas de contaminación del agua, suelo y aire. La certificación es válida para pedir un crédito a la institución bancaria, cuyo financiamiento es a intereses preferenciales.

En la XIII Reunión Binacional México-Estados Unidos, realizada en mayo de 1996, se le da seguimiento al PIAF, ahora con el nombre de Programa Frontera XXI/*Frontier XXI* (en sustitución de lo que sería Frontera 2000). Con un monto de 450 millones de dólares se realizará un levantamiento topográfico de la franja fronteriza, y se instrumentarán programas que tiene que ver con los grupos de trabajo: de información ambiental, recursos naturales y salud ambiental, que se suman a los seis grupos de trabajo instrumentados a raíz del Acuerdo de La Paz y del PIAF (*Reforma*, 19 de mayo de 1996).

En muchos de los grupos de trabajo actuales, se debe trabajar tomando en cuenta que los efectos de la acción de un país impacta al otro de tal manera que en esta frontera, la relación de vecinos (México/Estados Unidos) implica en materia ambiental, compartir los llamados recursos escasos como el agua, cuya naturaleza es transfronteriza, entre otras.

I.1.2. Programas específicos Calidad de agua-Salud Pública

Para Ciudad Juárez hemos tomado como un primer ejemplo al programa piloto (AGUA SANA) Impacto de la clorinación de agua para consumo humano en la prevención de enfermedades gastrointestinales (Arizpe de De La Vega *et al.*, 1990). El objetivo del proyecto fué el de reducir la morbi-mortalidad infantil asociada con el uso del agua para consumo humano.

El programa contempló en su primer año (1988), el trabajo con 100 familias que carecían de agua entubada y drenaje (colonia Felipe Angeles). En el segundo año el proyecto extendió su cobertura geográfica y poblacional al ponerse en práctica en la colonia Héroes de la Revolución Mexicana. 350 familias participaron en esta parte.

La evaluación del proyecto se llevó a cabo en el mes de julio de 1989, aplicando un cuestionario a 75 familias. Las características socioeconómicas fueron homogéneas. Presentaron 4.14 miembros por familia, un promedio de escolaridad de 5.98 años de estudio.

La tasa general de enfermedades gastrointestinales fue de 269.8 por cada 1 000 habitantes. La tasa en las familias que no clorinaron su agua fue de 494.3 por 1 000 personas (168.7 casos de diarrea en dos semanas {337.4 casos/mes} en 1 000 habitantes). Mientras que en las familias que si clorinaron su agua fue de solo 276.0 por 1 000 (94.2 casos de diarrea en dos semanas {188.4 casos/mes} en 1 000 habitantes. Por lo que las familias que clorinaron su agua tuvieron 218.3 casos menos de diarrea por 1 000 habitantes que las que no la clorinaron. Por lo antes expuesto se tiene que las familias que no clorinan su agua para consumo humano, tienen 1.8 veces más probabilidades de tener infecciones gastrointestinales.

Por lo tanto este proyecto evitó en un mes 218.3 casos de diarrea en una comunidad con población total de 1 465 personas (350 familias), cifra obtenida por la resta de los casos de diarrea esperados menos los casos de diarrea registrados en un mes.

El Programa AGUA PARA BEBER, llevado a cabo durante 1993-1994, a través del *Center for Environment Resource Management*/Centro para la Administración de los Recursos Ambientales de la Universidad de Texas en El Paso (Vera y Bessenecker, 1995), se rescata también como un ejemplo que ilustra un nivel de observación dinámico. Este es un modelo de intervención basado en la comunidad para mejorar la calidad del agua potable. Fue probado en 6 colonias en ambos lados de la frontera, en el área de Ciudad Juárez/El Paso (dichas colonias presentaban en el momento del estudio, carencia de infraestructura sanitaria).

Dicho programa entrena voluntarios de las comunidades seleccionadas en la promoción de la higiene y técnicas de purificación del agua. La intervención se basa en la habilidad del personal del proyecto para trabajar con las redes de líderes comunitarios formales e informales ya existentes, así como personal con entrenamiento previo en la promoción de la salud.

Los resultados de las encuestas en la primera visita indican que sólo un 34 % de las familias intentaban desinfectar su agua a través de clorinación o hirviendola. Únicamente el 27 % del agua para beber muestreada tuvieron un nivel adecuado de cloro. Sin embargo, para la quinta visita, el 90 % de las familias dijeron que habían desinfectado su agua a través de la clorinación o hirviendola y un 80 % de el agua de la cual se tomó una muestra, mostró niveles adecuados de cloro residual.

Respecto a la diarrea, en la primera visita indicaron los entrevistados que la prevalencia de esta enfermedad reportada en las familias era de 22 %. Para la quinta visita, la incidencia de diarrea fue de 6 %.

En la primera visita, el 13 % de los encargados creían que el excremento, a través de la contaminación fecal-oral, causaba la diarrea. Para la quinta visita, el 46 % los encargados retomaban esa causa de la diarrea.

La observación de material fecal en la primera visita fue de 21 %, en la quinta cayó a 10 %. Algunas colonias que han estado en las condiciones arriba descritas, y otras que siguen sin poder ser conectadas son: Felipe Ángeles, Revolución Mexicana, Aeropuerto, López Mateos, Anapra, entre otras.

I.2 Calidad del agua. Presencia y cantidad de bacterias coliformes

El uso del grupo coliforme como indicador de contaminación orgánica es una metodología antigua, ya que desde 1884, estudios realizados por Escherich establecieron que la presencia de *Escherichia coli* (representativa del grupo coliforme) en el agua podía interpretarse como evidencia de que el agua había sido contaminada con materia fecal, siendo la concentración de la población de estas bacterias, función del grado de contaminación. Desde entonces esta bacteria ha sido progresivamente utilizada hasta nuestros días para señalar la calidad bacteriológica del agua.

De acuerdo a McJunkin (1986), los coliformes constituyen indicadores valiosos simplemente porque están presentes en gran número en las descargas fecales y su población está relacionada al grado de la contaminación producto de esas descargas.

Las ventajas y desventajas del uso de las bacterias coliformes totales (CT) y fecales (CF) como parámetros se señalan en la tabla 1. Podemos distinguir en esta tabla, que las bacterias coliformes al estar presentes nos indican la presencia potencial de otras bacterias con mayor patogenicidad como *Salmonella* y *Shigella*. Las CF siempre estarán asociadas a contaminación fecal así como también que este grupo no se multiplica fuera de los intestinos de animales de sangre caliente.

Las bacterias coliformes fecales, en su mayoría proceden del intestino de animales de sangre caliente, por lo tanto están asociadas con contaminación fecal. De tal manera que una densidad alta de coliformes fecales indica contaminación relativamente reciente.

Referente a parámetros de calidad del agua, la norma oficial mexicana (NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización) para agua de uso y consumo humano (Diario

Oficial de la Federación, 18/01/96), establece los límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Los requisitos mencionados se especifican en tres aspectos, bacteriológico, organoléptico-físico y el contenido de sustancias químicas.

En la tabla 2 se ilustra la clasificación de las aguas de los cuerpos receptores superficiales en función de sus usos (SARH, 1975), abastecimiento de sistemas de agua potable, industrial, recreación o agrícola) y la cantidad de coliformes fecales permisibles: desde 200 NMP/100 ml hasta 1 000 NMP/100 ml (MNP= Número más probable). Por otra parte, existen otros indicadores biológicos que nos indican la calidad del agua, como por ejemplo, la cantidad de nemátodos intestinales a través de la media aritmética de los huevos viables por litro (ver tabla 3).

Adicionalmente a la cuantificación del grupo coliforme, se pueden detectar géneros y especies particulares de este grupo como *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Aeromonas*, *Citrobacter*, *Arizona*, *Serratia*, *Hafnia*; para las coliformes fecales: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Krebsiella*, *Enterobacter*. También se utiliza como indicador la presencia de estreptococos fecales, y sus especies: *Streptococcus faecalis*, *S. faecium*, *S. faecalis sp. liquefaciens*, *S. faecalis sp. zymogenes*, *S. bovis*, *S. equinus*, *S. avium* (Davis, 1996).

Para el agua potable, se toma igualmente a las coliformes como indicadoras, estableciendo las normas internacionales el que no se debe detectar la presencia de ningún coliforme total o fecal en 100 ml de agua. México admite la presencia de 2 CT/100ml como límite máximo para certificar un agua como potable (tabla 4).

Tabla 1. Algunas ventajas y restricciones del grupo coliforme totales y fecales (SARH, 1979 citado por Orozco-Borbón, 1984).

<p>COLIFORMES</p> <p>TOTALES</p>	<p>A) La densidad de coliformes es una medida aproximadamente proporcional a la contaminación por desechos fecales.</p> <p>B) Si están presentes las bacterias patógenas de origen intestinal las bacterias coliformes también están presentes y en mayor número</p> <p>C) Las bacterias coliformes son más persistentes en el medio acuático que las bacterias patógenas de origen intestinal.</p> <p>D) Las coliformes son generalmente menos dañinas al hombre y pueden determinarse cuantitativamente por procedimientos rutinarios de laboratorio.</p> <p>E) Algunos miembros del grupo coliforme tienen una amplia distribución en el medio acuático, en comparación con su presencia en los intestinos de animales de sangre caliente.</p> <p>F) Algunas cepas del grupo coliforme pueden crecer en aguas contaminadas y por consiguiente esto hace difícil la evaluación de la presencia o grado de contaminación</p>
<p>COLIFORMES</p> <p>FECAL</p>	<p>A) La gran mayoría de las bacterias coliformes procedentes del intestino de animales de sangre caliente crecen a temperaturas altas.</p> <p>B) Estas bacterias se presentan cuando están asociadas con contaminación fecal.</p> <p>C) El tiempo de sobrevivencia de las bacterias fecales es más corto que el de las coliformes no fecales, por consiguiente una densidad alta de coliformes fecales indica una contaminación relativamente reciente.</p> <p>D) Las coliformes fecales no se multiplican fuera de los intestinos de los animales de sangre caliente.</p> <p>E) Las excretas de los animales de sangre caliente incluyen algunas coliformes, las cuales no dan positiva la prueba de la temperatura elevada del método para las coliformes fecales.</p>

Tabla 2. Clasificación de las aguas de los cuerpos receptores superficiales en función de sus usos y cantidad de coliformes fecales (SARH, 1975).

CLAVE	USOS	Bacterias coliformes NMP (Organismos/100ml)
		Límite Máximo
DA	Abastecimiento para sistemas de agua potable e industrial-alimenticia con desinfección únicamente. Recreación (contacto primario) y libre para los usos DI, DII y DIII.	200 Fecales No mayor de 2000 CF en 10% del total de muestras mensuales
DI	Abastecimiento de agua potable con tratamiento convencional (coagulación, filtración y desinfección) e industrial	1 000 Fecales No mayor de 2000 CF en e 10% de total de las muestras mensuales
DII	Agua adecuada para uso recreativo, conservación de flora, fauna y usos industriales	2 000 Coliformes Fecales como promedio mensual; nungún valor mayor de 4,000
DIII	Agua para uso agrícola e industrial	1 000 para legumbres que se consumen sin hervir o frutas en contacto con el suelo y libre para los demás cultivos.

Tabla 3. Lineamientos de calidad del agua recomendados en el riego con agua residual (Strauss, 1988 citado por Cifuentes *et al.*, 1995).

PROCESO DE REUSO	NEMATODOS INTESTINALES (media aritmética, huevos viables/l)	COLIFORMES FECALES (media geométrica No. por 100 ml)
RIEGO RESTRINGIDO árboles, cultivos industriales, forrajes, pastura	1 o menos	no aplica
RIEGO SIN RESTRICCIONES hortalizas, campos de recreo	1 o menos	1 000 ^a ^a Cuando se trata de cultivos que se consumen previamente hervidos, la recomendación puede relajarse.

Tabla 4. Comparación de los límites permisibles de calidad de agua potable y valores guía recomendados por diferentes legislaciones.

Características microbiológicas	Norma Oficial Mexicana NOM 127	Comunidad Económica Europea CEE	Environmental Protection Agency EPA
Totales	2 NMP/100 ml 2 UFC/100 ml	0 NMP/100 ml	0 NMP/100 ml
Fecales	0 NMP/100 ml 0 UFC/100 ml	0 NMP/100 ml	0 NMP/100 ml

Lo expuesto anteriormente nos indica que el uso del grupo coliforme como indicador de contaminación fecal es una metodología ampliamente utilizada para determinar la calidad del agua potable, así como la de ríos y aún de zonas costeras (McJunkin, 1986; Martines y Feachem, 1993; Orozco-Borbón, 1984; Quero-Santiago, 1992; Lizárraga-Partida y Vargas, 1996, entre otros), y constituye un parámetro principal en las normatividad internacional, a pesar de que se ha reconocido que el no detectarlo no necesariamente indica una buena calidad de agua.

En este trabajo, la utilización de coliformes se basa en la amplia cantidad de información existente en ambos lados de la frontera y a que su detección ha sido estandarizada internacionalmente, lo cuál permite su comparación con bastante confiabilidad.

I.3 Enfermedades gastrointestinales. Incidencia

Diversos estudios sobre el tema de calidad-cantidad de agua/salud pública han sido elaborados. McJunkin (1986) hace una revisión de más de 500 investigaciones, en esta área indicando que:

el no establecer datos base adecuados, el no medir o controlar los cofactores y covariables significativos, poblaciones de control inadecuadas, periodos de tiempo inadecuados para medir cambios significativos, no permite distinguir entre señales y ruido.

De manera general, según el autor, se puede llegar a considerar a través de la revisión de los estudios que:

1. Existe un impacto en la salud cuando el agua potable es fácilmente accesible en cantidades apropiadas (40 a 60 litros diarios por persona).
2. La relación es estrictamente cuantificable a priori solamente en el sentido más amplio (mejor abastecimiento de agua, mejores condiciones de salud) y varía ampliamente según las circunstancias específicas.
3. Los impactos en la salud pueden evaluarse pero no sin una gran inversión de tiempo, mano de obra calificada y recursos que podrían fácilmente exceder el costo de el abastecimiento rural de agua.
4. Si todo lo demás se mantiene igual, las condiciones de salud mejorarán en la medida que el abastecimiento de agua pase de los pozos y fuentes comunales a los grifos exteriores y a las conexiones domiciliarias. La disponibilidad de jabón también es importante.
5. Varios estudios muestran beneficios notables: los principales ejemplos provienen de la India, Yugoslavia, las Filipinas, Kenia, el Cercano Oriente, Venezuela y los campamentos de mineros y trabajadores migrantes en los Estados Unidos.

6. Los estudios poco claros o negativos tienden a presentarse en situaciones donde es predominante la mayor pobreza y subdesarrollo. Estos resultados enfatizan fuertemente que el control de las enfermedades transmitidas por agua es complicado y difícil y no puede lograrse solamente con medios técnicos. Factores como los patrones de comportamiento humano, la falta de educación, el hacinamiento, la pobreza y la falta de un entendimiento básico de la higiene personal y familiar pueden anular el experimentado potencial para mejorar las condiciones de salud que tienen los sistemas de agua potable y de disposición de excretas.

Es importante señalar que las enfermedades gastrointestinales, según la bibliografía, están prácticamente confinadas a los países en desarrollo (los del sur); en cambio, para los países desarrollados (los del norte) tal padecimiento es inexistente, y de darse son raros los casos (Hardoy *et al.*, 1992; Organización Panamericana de la Salud {OPS}, 1995b). Las condiciones en las que se presentan los casos de diarrea se caracterizan por la ausencia de infraestructura sanitaria en la vivienda, colonia o lugar de asentamientos humanos. Por ello su ocurrencia es mayor en los grupos marginados, sin servicios (agua, drenaje, alcantarillado, luz, etc.), es decir, los que pertenecen a las clases sociales marginadas, los estratos sociales más bajos.

Una parte importante en este estudio es interpretar las condiciones de salud de los habitantes en el área de estudio (Ciudad Juárez/El Paso) donde confluye, interactúa y se manifiesta en todos sus ámbitos una población en acelerado crecimiento y desarrollo, en lo social y económico, así como un marcado contraste socio-económico entre las dos poblaciones. Dada la importancia de las enfermedades gastrointestinales en México, los registros correspondientes son extensos y sistemáticos, por lo cual constituyen una valiosa fuente de información.

I.3.1 Panorama de la Jurisdicción II de Ciudad Juárez (INSP, 1995). La morbilidad

En México, durante 1993, las diarreas fueron la cuarta causa de muerte. Siendo la probabilidad de morir por infecciones intestinales de 4.5 veces superior en los estados de muy alta marginación, por lo que la mitad de las defunciones por infecciones intestinales en el país se presentan en Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Veracruz (Dirección General de Salud Ambiental, b y c, 1993).

Con respecto al estado de Chihuahua, la mortalidad general por enfermedades diarreicas fue en 1990 de 384 defunciones con tasa de 15.2 por cien mil habitantes. En la mortalidad infantil sucedieron 178 defunciones con una tasa de 2.63 por mil nacidos vivos registrados. En cuanto a la mortalidad pre-escolar el número de muertes fue de 84 y la tasa de 35.2 defunciones del grupo de 1 a 4 años de edad por cada cien mil. Los años potenciales de vida perdidos por este padecimiento fueron de 19,983 (*La Jornada*, 20 mayo de 1996).

Estadísticas del estado de Chihuahua indican que en 1996 se han reportado 62 mil 102 casos de menores atendidos víctimas de cuadros diarreicos y deshidratación, lo cual representa 5 mil 684 casos más que en el mismo lapso de 1995 (*La Jornada*, 20 de mayo de 1996).

Para los últimos cinco años, las enfermedades diarreicas en la Jurisdicción Sanitaria II de Ciudad Juárez, se encuentran entre las primeras cinco causas de defunción; variando desde el quinto lugar en 1990 al tercero en 1993, para situarse en el quinto en 1994, mostrando tasas de 115.3*, 15.96* y 22.90* (* Tasa especificada por 100,000 habs.) respectivamente. La mortalidad en el año de 1980 manifiesta un incremento de 51.39 %, para después mostrar un descenso porcentual de -32.08 del año de 1985 a 1989. A partir de 1991 a 1994 se ha dado un descenso de un -77.06 % comparativo con 1990; el grupo de edad más afectado corresponde al menor de un año (UACJ. Maestría en Salud Pública y Municipio de Juárez, en prensa).

Las dependencias de salud que se encargan de la atención y registro de dicha enfermedad son el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Hospital General (HG), esto en Ciudad Juárez. La información sobre las enfermedades gastrointestinales que se registra es el número de casos nuevos por semanas, y por estructura de edad.

Para la vecina ciudad tenemos que *El Paso City-County Health & Environmental District* (EPCCHED) es la institución encargada de compilar los datos de salud. Las enfermedades reportadas que se relacionan con la calidad del agua son Shigelosis, Salmonelosis y Hepatitis A.

Salud y Desarrollo Comunitario AC (FEMAP) y la Oficina de Campo de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), en El Paso, Texas.

I.3.2 Calidad del agua, presencia de microorganismos y enfermedades gastrointestinales

Se ha citado la probabilidad de encontrar microorganismos patógenos según se incrementa el número de coliformes totales y sobre todo si hay presencia de bacterias coliformes fecales. En la tabla 5 se enumeran a los microorganismos patógenos y las enfermedades más probables asociadas a dichos microorganismos, casi todos ellos transmitidos por el medio acuático vía aguas residuales. De gran importancia es actualmente la bacteria *Vibrio cholerae* serotipo O1, dada la epidemia de cólera en el continente americano y su posible extensión a todo lo largo de la frontera con EUA.

Tabla 5. Microorganismos patógenos presentes en aguas residuales (Patrón-Mas, 1992).

PATOGENOS	ENFERMEDAD
<i>Salmonella sp.</i>	Fiebre tifoidea, salmonelosis
<i>Shigella sp.</i>	Disenteria bacilar y shigelosis
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera
<i>E. coli enteropatógena</i>	Gastroenteritis
<i>Clostridium perfringens</i>	Gangrena gaseosa
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Gastroenteritis
Enterovirus	Gastroenteritis
virus de la Hepatitis A	Hepatitis infecciosa
Rotavirus	Gastroenteritis

I.3.3 La clasificación internacional

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) han renovado el sistema de clasificación y codificación para que los padecimientos se registren adecuadamente por sus características clínicas y epidemiológicas. En la actualidad se cuenta con la décima revisión (tabla 6), donde se innova un sistema de codificación alfanumérico consistente

en una letra seguida de tres números en el nivel de cuatro caracteres (OPS, 1995). Esta revisión nos presenta mas ampliamente los patógenos involucrados en infecciones gastrointestinales.

Tabla 6. Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias (A00-B99)

Enfermedades infecciosas intestinales (A00-A09)

A00	Cólera
A00.0	Cólera debido a <i>Vibrio cholerae</i> 01, biotipo Cholerae--cólera clásico--
A00.1	Cólera debido a <i>Vibrio cholerae</i> 01, biotipo el Tor --cólera el Tor
A00.9	Cólera, no especificado (<i>Vibrio cholerae</i> no 01)
A01	Fiebre tifoidea y paratifoidea
A01.0	Fiebre tifoidea, infección debida a <i>Salmonella typhi</i>
A01.1	Fiebre paratifoidea A
A01.2	Fiebre paratifoidea B
A01.3	Fiebre paratifoidea C
A01.4	Fiebre paratifoidea, no especificada, infección debida a <i>Salmonella paratyphi</i> SAI
A02	Otras infecciones debidas a <i>Salmonella</i> , incluye: infección o intoxicación alimentaria debida a cualquier especie de <i>Salmonella</i> excepto <i>S. typhi</i> y <i>S. paratyphi</i>
A02.0	Enteritis debida a <i>Salmonella</i> , salmonellosis
A02.2	Infecciones localizadas debidas a <i>Salmonella</i> Artritis (M01.3*) Enfermedad renal tubulointersticial (N16.0*) Meningitis (G01*) Neumonía (J17.0*) Osteomielitis (M90.2*) todas son debido a <i>Salmonella</i>

Tabla 6. Continuación...

A02.8	Otras infecciones especificadas como debidas a Salmonella
A02.9	Infección debida a Salmonella, no especificada
A03	Shigelosis
A03.0	Shigelosis debida a Shigella dysenteriae. Shigelosis grupo A (disentería de Shiga-Kruse)
A03.1	Shigelosis debida a Shigella flexneri. Shigelosis grupo B
A03.2	Shigelosis debido a Shigella boydii. Shigelosis grupo C
A03.3	Shigelosis debido a Shigella sonnei. Shigelosis grupo D
A03.8	Otras Shigelosis
A03.9	Shigelosis de tipo no especificado, disentería bacilar SAI
A04	Otras infecciones bacterianas (excluye: enteritis alimentaria bacteriana (A05.-))
A04.0	Infección debida a Escherichia coli enteropatógena
A04.1	Infección debida a Escherichia coli enteroxígena
A04.2	Infección debida a Escherichia coli enteroinvasiva
A04.3	Infección debida a Escherichia coli enterohemorrágica
A04.4	Otras infecciones intestinales debidas a Escherichia coli. Enteritis debida a E. coli SAI
A04.5	Enteritis debida a Campylobacter
A04.6	Enteritis debida a Yersinia enterocolítica, excluye: yersiniosis extraintestinal (A28.2)
A04.7	Enteritis debida a Clostridium difficile
A09	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso. Nota: en los países donde se puede suponer que a cualquier afección listada en A09, sin otra especificación, le corresponde un origen no infeccioso, la elección debe ser clasificada en K52.9 catarro entérico o intestinal colitis----- enteritis----- SAI hemorrágica séptica gastroenteritis----- diarrea: SAI disentérica epidémica Enfermedad diarreica infecciosa SAI, excluye: diarrea no infecciosa (K52.9) neonatal (P78.3), la debida a bacterias, protozoarios, virus y otros agentes infecciosos especificados (A00-A08)

La Clasificación Internacional nos permite entender el reto de abordar y explicar el fenómeno de la cantidad-calidad del agua para consumo humano. Nos permite igualmente, reconocer los organismos más probablemente asociados con una enfermedad y clasificarlos como aquellas enfermedades transmitidas a través del agua, relacionadas con la higiene y el agua, las producidas por contacto y aquellas transmitidas por vectores del hábitat acuático (McJunkin, 1986).

I.4 La construcción de un indicador ambiental

Los indicadores son esquemas que representan los efectos o relaciones entre variables (agua, aire, suelo, flora o fauna), las cuales presentan características peculiares (cantidad y calidad) que nos permite identificar cambios en dicha variable o en el sistema natural.

En este trabajo podemos percatarnos de un problema de contaminación del agua, conociendo sus características físico-químicas y biológicas, las cuales serían los indicadores del problema, tal como lo estableció la antigua SEDUE (1988).

Al respecto la ex-Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE, 1988; hoy SEDESOL) editó los *Lineamientos y criterios para la selección y desarrollo de índices e indicadores ambientales*, de los cuales se desprende la tabla 7. En él que se ilustra de manera amplia dichos criterios. En dicha tabla se hace referencia a las diferentes variables que intervienen en la integración de los índices e indicadores ambientales como pueden ser las variables ambientales, sus interacciones y la evolución del proceso.

Tabla 7. Conceptos y criterios para la selección de indicadores e índices ambientales (SEDUE,1988).

Sistema ecológico	Conjunto de elementos del medio físico y social, que interactúan entre sí y que conforman un todo sinérgico, que cumple un objetivo específico.
Variable ambiental	Es un elemento natural o inducido del sistema ecológico. Las variables ecológicas son todos aquellos elementos que conforman el sistema y que resultan relevantes para su funcionamiento global. Entre las variables naturales se citan elementos como el agua, el aire, el suelo, la flora silvestre, etc.; entre las inducidas, todas aquellas actividades humanas que pasan a formar parte del sistema regional, como la agricultura, la industria, la ganadería, los asentamientos humanos, etc.
Interacciones	Son las relaciones que se establecen entre las variables ambientales.
Proceso	Son los cambios que ocurren en el tiempo, a los elementos del sistema- variables ambientales e interacciones-, y al sistema mismo.
Problema ambiental	Es un proceso de deterioro que afecta a uno o más elementos del sistema.
Indicador	Es una propiedad de una variable ambiental, que nos permite identificar un proceso o cambio en la variable misma y/o en el sistema.
Parámetro	Es una cantidad medida o ponderada sobre un indicador ambiental
Norma	Es un dato numérico adoptado para utilizarse como marco de referencia, con el cual se comparan las mediciones ambientales con el propósito de interpretarlas.
Índice Ambiental	Es un número simple, derivado de la combinación de dos o más indicadores, que se utiliza como herramienta de apoyo en la evaluación y seguimientos de los parámetros ambientales.
Modelo	Es una representación de la realidad que sirve como instrumento para el análisis integral de las variables de un sistema, así como de sus interacciones y procesos.

I.5. Marco de referencia: presión-estado-respuesta-efecto (PERE)

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), organismo creado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que aglutina a los países industrializados y de la cual México forma parte, utiliza el formato de presión-estado-respuesta-efecto para organizar los informes de las condiciones ambientales en los países miembros de la OCDE. También le es útil para estructurar las revisiones de rendimiento ambiental y los posibles juegos de indicadores de desarrollo sostenible para la Comisión de las Naciones Unidas de Desarrollo Sostenible, y para el Banco Mundial (U S Environmental Protection Agency, 1995).

Bill Long, director de medio ambiente de la OCDE, indicó que se evaluará durante 1997 la situación ambiental de México y la actuación del gobierno mexicano para proteger los recursos naturales agregando que evaluarán la “actuación relacionada con las leyes internas y con los compromisos internacionales que México ha suscrito. Examinarán calidad y cantidad de agua, calidad del aire, contaminación, manejo de flora y fauna, deforestación, entre otros”, lo anterior tendrá “carácter de recomendación y no de sanción”. La M. en C. Julia Caravias titular de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), reconoció que México carece de una base de datos y de indicadores de información ambiental, lo que “ha obstaculizado el replanteamiento de políticas y nos ha hecho vulnerables ante terceros países” (*Reforma*, 11 de junio, 1996).

El marco de referencia PERE (tabla 8) proporciona un sentido general de acción causal. Asume que las actividades humanas pueden producir presiones (factores económicos, emisiones contaminantes o cambios en el uso de terrenos) que pueden producir cambios en el estado del entorno (cambios en los niveles de contaminantes en el agua, aire, suelo, diversificación de hábitat, flujos de agua, etc.). La sociedad responde a estos cambios con presiones (con políticas y programas medio ambientales) con la intención de prevenir, reducir o mitigar los daños al entorno.

Dado que las relaciones de causa y efecto son difíciles de establecer, la toma de decisiones en el campo del *medio ambiente* comúnmente depende en suposición sobre estos vínculos (por ej. las condiciones ambientales y las causas potenciales). Para identificar las relaciones más claramente, una cuarta categoría denominada efectos se ha añadido al marco básico de PER. Los efectos se

definen como indicadores que muestran las relaciones entre condiciones de los elementos y la ocurrencia de enfermedades que se transmiten por medios acuáticos (el agua en nuestro caso), lo que nos indica el impacto de la contaminación de agua en la salud humana o en un ecosistema. En general, los indicadores de presión, estado, respuesta y efecto pueden diseñarse para seguir el progreso hacia metas programáticas y ambientales.

Tabla 8. Marco presión-estado-respuesta-efecto (U S Environmental Protection Agency, 1995).

Indicadores de	hacen referencia a
presión	el impacto sobre el entorno causado por actividades humanas
estado	la calidad y cantidad de recursos naturales
respuesta	la demostración de cómo y cuantos en la sociedad están en acción para responder a los cambios y promover acciones de gestión ambiental
efecto	las relaciones entre condiciones del entorno y la ocurrencia de enfermedades

I.6 Objetivo

El presente trabajo tiene como objetivo explorar la posibilidad de construir un indicador ambiental por medio de la integración de información estadística sobre la calidad bacteriológica del agua potable y de la incidencia de enfermedades gastrointestinales en la región El Paso-Cd. Juárez, con énfasis en esta última.

I.7 Metas

De manera particular se plantea lo siguiente:

- a) Proponer uso (s) potencial (es) del indicador que se ha identificado (por ejemplo, información sobre el estado del ambiente (en su amplio sentido) en la zona fronteriza México-Estados Unidos);
- (b) Diagnosticar la susceptibilidad del indicador a ser cartografiado (uso de sistemas de información geográfica, SIG)
- (c) Que la información recopilada, sea utilizada como una herramienta de trabajo en la toma de decisiones.

I.8 Hipótesis de trabajo

El supuesto central que se maneja es que la concentración de bacterias coliformes totales y fecales en el agua potable, se relaciona con la incidencia de enfermedades gastrointestinales. Por lo tanto, el uso de ambas variables posibilita el que sean usadas como un indicador ambiental.

Capítulo II. Descripción de la región Ciudad Juárez/El Paso

II.1 Abastecimiento de agua potable en la región Ciudad Juárez/El Paso

Las principales fuentes de agua potable que abastecen las ciudades en la parte norte del país, son de carácter subterráneo tal como es el caso de Ciudad Juárez/El Paso (Fig. 1). Dichas fuentes se encuentran dispersas, y varias de ellas son compartidas. Allí los acuíferos de la Mesilla y Bolsón del Hueco son los principales suministros de agua subterránea y satisfacen parte de las necesidades industriales y públicas de ambas ciudades y de las comunidades cercanas (SEDUE-EPA, 1992).

Con respecto al acuífero del Bolsón del Hueco, este abastece en un 100 % a Juárez, mientras que el mismo abastece solo en 35 % de las necesidades en El Paso, el restante es tomado del Bolsón de la Mesilla (15 %) y de aguas que son potabilizadas del Río Bravo/Grande (50 %) (Rico, comunicación personal¹).

Sobre la cantidad del agua disponible, diversos estudios (Zwerneman, 1977; Lloyd y Marston, 1985; entre otros) señalan el consumo histórico del agua, las isolíneas de extracción de agua, la geología subterránea, la composición litológica, estratigráfica, los fallamientos, la localización y forma de los acuíferos que ahí se encuentran, es decir, se tiene la información de la estructura que almacena y las características del recipiente que contiene el líquido.

Ciudad Juárez cuenta con 130 pozos para la extracción de agua subterránea, lo cual representa un gasto promedio de 4,500 l/seg, que significa una producción de 517 mil metros cúbicos al día (ver Fig. 2). Lo anterior significa un 94 % de cobertura del servicio de agua potable, durante las 24 horas, los siete días de la semana. En comparación con un 85.2 % correspondiente al promedio nacional, y un promedio de abastecimiento de 360

¹ Rico, Fernie. *Canal, Water Treatment Plant Manager. El Paso Water Utilities Board.*

l/día (UACJ. Maestría en Salud Pública, 1995). Si consideramos una eficiencia del 90 % en el sistema, ya que se pierde 9 % debido a fugas en las líneas de producción, tenemos que la producción final es de 465 mil m³/día. Considerando que una persona consume al día 360 l en promedio, la producción extraída alcanzaría para una población de 1 millón 255 mil habitantes (UACJ. Maestría en Salud Pública, 1995).

En la figura 2 se aprecia que en tanto la extracción de agua subterránea por parte del condado de El Paso se da en millones de metros cúbicos, en Cd. Juárez la extracción se da en miles de metros cúbicos, es decir, existe una gran diferencia en terminos de extracción. La extracción en Cd. Juárez es la única fuente de agua, y esta tiende a incrementarse en los meses de mayo a septiembre, que es donde se presentan las máximas temperaturas. En El Paso no se aprecia una tendencia definida, tal vez debido a que esta no es su única fuente de aprovisionamiento de agua, puesto que cuenta con plantas potabilizadoras del agua del Río Bravo/Grande, río arriba y río abajo (ver fig. 1).

El Bolsón del Hueco según ha sido mencionado en los simposium de Cd. Juárez y de El Paso en 1996, tiene una vida útil aproximadamente hasta el año 2025, si se continua con la magnitud de las extracciones actuales.

Los puntos de recarga natural y artificial son de suma importancia, ya que existen fuentes potenciales de agua subterránea cerca de Juárez/El Paso. Sin embargo, la calidad del agua no permite, al menos hasta el momento, su consumo debido al exceso de sales disueltas son cuerpos de agua salobres (el promedio de sales disueltas para El Paso es de 10 mg/l y para Juárez de 30 mg/l).

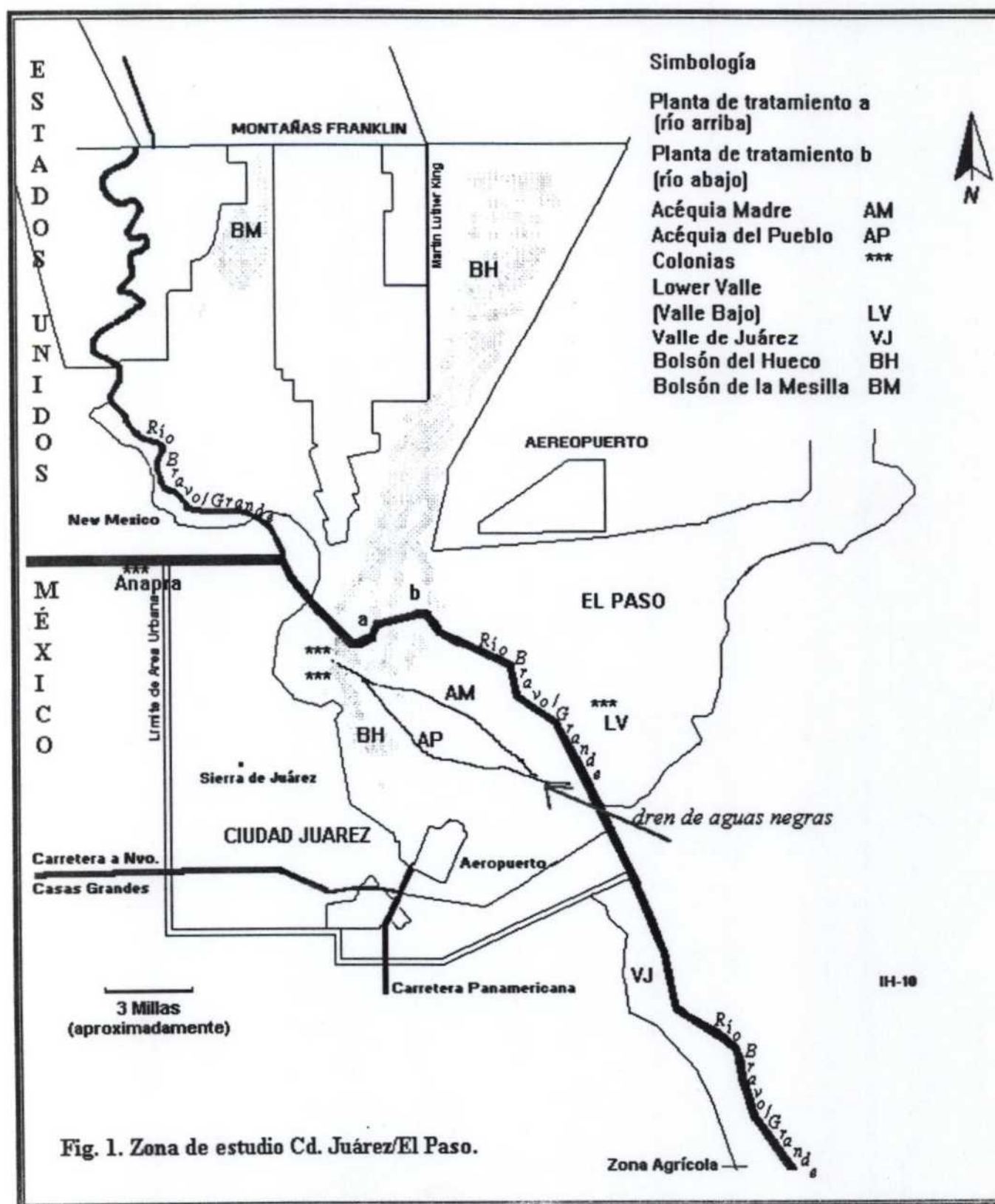
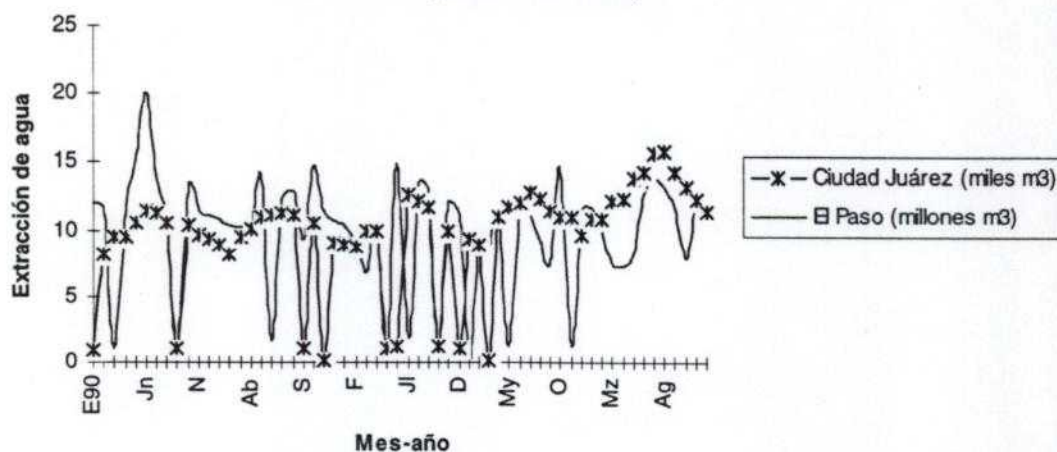


Fig. 2. Extracción de agua subterránea en la región Juárez/El Paso (CILA, 1990-1994).



De acuerdo a un estudio reciente de la UACJ. y del Municipio de Cd. Juárez (en prensa), se obtuvieron los siguientes resultados con respecto al suministro de agua y a la existencia de drenaje sanitario:

- en cuanto al suministro de agua: el 93 % cuenta con disponibilidad de agua potable, pero sólo el 72 % es intradomiciliaria, por lo que el 26.6 % restante es expuesto a riesgos de contaminación, por la distribución, almacenamiento y manejo inadecuado del agua. El 5.8 % de la población no dispone de agua entubada, por lo que es la más vulnerable a enfermarse.
- un 22.4 % de la población carece de drenaje sanitario, constituyendo un factor de riesgo que favorece la propagación de enfermedades infecciosas y parasitarias.

En la figura 1 se puede observar igualmente los límites superficiales para ambas ciudades, el límite internacional y las características topográficas, así como los límites políticos que separan al estado de Texas de Nuevo México, y los límites del área urbana en Cd. Juárez.

De acuerdo a Tamayo y Cruckshank (citados por Franco-Barreno *et al.*, 1991), en Ciudad Juárez se presentan “oscilaciones de temperatura con un grado extremo y por lo tanto durante el año se tienen periodos de verano sofocantes que llegan hasta los 44°C. En la temporada invernal llega a descender hasta 7°C bajo cero, las heladas son frecuentes durante esa temporada y por lo general se presentan nevadas durante los meses de diciembre, enero, febrero y en ocasiones marzo, abril y mayo. Debido a que la ciudad está en una *región árida*, sólo en los meses de junio, julio y agosto se registran algunas lluvias, por lo tanto la precipitación pluvial es muy baja, alcanzando máximas normales de 45 mm de junio a agosto, con un promedio anual de 229.6 mm, para 41 años de observación (Fig. 3. Gobierno del Edo. de Chihuahua. 1993. Cuaderno Estadístico Municipal. Gobierno del Edo. de Chihuahua, H. Ayuntamiento Constitucional de Juárez.). Sin embargo, en algunos años las lluvias han provocado inundaciones y derrumbes leves sobre todo en colonias de la periferia que no cuentan con servicio de alcantarillado pluvial.

El viento dominante es del noroeste, sopla con fuerza y constantemente, con ráfagas huracanadas hasta 100 Kms. por hora, principalmente en los meses de enero, febrero, marzo y ocasionalmente en abril, creando verdaderas tormentas de polvo provenientes de las zona árida cercana a la población.

El registro de temperatura promedio en 38 años (Fig. 3) puede contrastar con las temperaturas para los años 1992, 1993 y 1994 registradas en el condado de El Paso (Fig.4), en donde es notorio cómo hubo semanas con temperaturas por arriba de los promedios para la época de verano en dichos años. Los datos de temperatura han sido desglosados por semanas, para poder observar su comportamiento a lo largo de los años 1992-1994.

Del Río Bravo/Grande deriva paralelamente el canal principal de riego llamado Acequia Madre, de la cual se desprende hacia el sur la Acequia del Pueblo. El Río Bravo/Grande es controlado por medio de las presas de El Elefante y El Caballo en el estado de Nuevo México, EU.

II.2 Tratamiento de aguas residuales y puntos de vertimiento

En cuanto a la infraestructura para el tratamiento de las aguas negras o de desecho, El Paso cuenta con dos plantas tratadoras de aguas residuales, en donde también se potabiliza agua del Río Bravo/Grande. En Cd. Juárez no existe en la actualidad ninguna planta de tratamiento. Las aguas residuales en el Paso son vertidas después de su tratamiento en las cercanías de las plantas a y b (Fig. 1). En Cd. Juárez los drenajes se canalizan hacia la confluencia de las acequias del Pueblo y Madre para vertirse posteriormente en el Río Bravo/Grande. Algunos drenajes de casas particulares son vertidas directamente en estas acequias.

Respecto a las acequias (Madre y la del Pueblo) unos dicen que es una “cicatriz vergonzosa”, que se cierre y con ello se irán tanto olores (por las aguas negras) como mosquitos, roedores, etc. Otros las defienden como parte de los drenes naturales de la ciudad, los cuales conducen el agua de lluvia y de drenajes domésticos hacia el Valle de Juárez. En fecha reciente las autoridades de la Secretaría de salud en Chihuahua, lanzaron una alerta epidemiológica en Ciudad Juárez porque detectaron en acequias al mosquito (*Aedes aegyptis*), el cual es responsable de la transmisión de la enfermedad del Denge (*La Jornada*, septiembre 4, 1996).

En El Paso, se tiene ejemplos de reuso de agua tratada, ya que parte de ella se usa para el riego de áreas verdes y para recarga del acuífero.

Fig. 3. Temperatura y precipitación media mensual (años de observación: 38 y 41, respectivamente), Ciudad Juárez, Chih. (Gob. de Chih., 1993. Cuaderno Estadístico Municipal. Gob. del Edo. de Chihuahua, H Ayuntamiento Const. de Juárez).

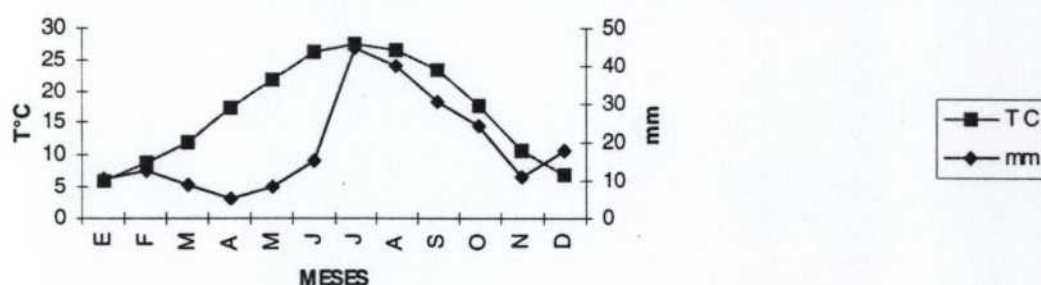
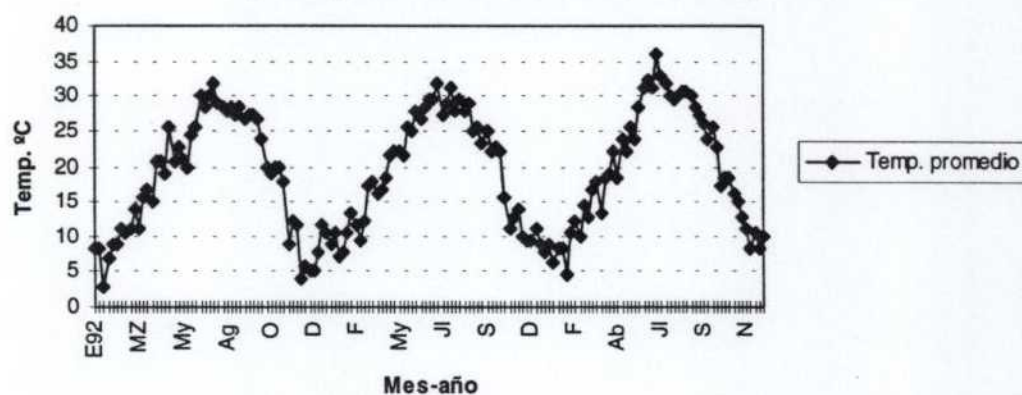


Fig. 4. Temperatura promedio en el Condado de El Paso, Texas (US Department of Commerce, 1992-1994).



II.3. Monitoreo de la calidad del agua

La Junta Municipal de Agua y Saneamiento (JMAS) de Ciudad Juárez, realiza muestreos aleatorios en toda la ciudad cuyos domicilios estén conectados a la red de distribución de agua potable. Para tal fin la ciudad ha sido dividida en cuatro zonas (A, B, C y D), que a su vez contienen cuatro sectores bien delimitados.

En El Paso, Texas, *El Paso Water Utilities* realiza los muestreos de calidad del agua mensualmente también en forma aleatoria, pero en contraste con su símil (la JMAS), no tiene al Condado dividido en sectores, sus divisiones son con respecto a las categorías de las zonas: residencial, industrial, militar, agrícola. La *Texas Natural Resource Conservation Commission* (TNRCC, que es la Comisión para la Conservación de los Recursos Naturales del Estado de Texas), tiene a su cargo el monitoreo de la calidad del agua en las partes periféricas del Condado de El Paso, donde la zona de suministro del agua (subterránea) es denominado *colonias*.

Cabe señalar que la Junta Municipal de Agua y Saneamiento, asegura la calidad del agua por medio de monitoreos químicos, físicos y bacteriológicos, en contraste, *El Paso Water Utilities*, adicionalmente se asegura de la buena calidad con la utilización de filtros especiales, lo que impide que organismos como *Giardia* o virus además de bacterias coliformes que puedan estar presentes en el agua potable. Cabe mencionar que ambas instituciones cloran el agua para consumo humano, este programa se presenta de manera rutinaria

II.4. La estrategia para la obtención de información

Para la elaboración de este trabajo se solicitó el acceso a los reportes mensuales que hace la Junta Municipal de Agua y Saneamiento (JMAS) en Ciudad Juárez, Chih., así como los que genera *El Paso Water Utilities Board* (EPWU), en El Paso, Texas, para establecer los niveles de contaminación bacteriológica del agua potable entubada.

También se tuvo acceso a trabajos específicos sobre el tema por parte de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, se efectuó una revisión hemerográfica (periódicos locales, la base de información en el Sistema de Información Fronteriza de El Colegio de la Frontera Norte, Ciudad Juárez, Chih.), programas y proyectos binacionales, entrevista con funcionarios públicos e investigadores de las instituciones de educación superior en ambos lados de la frontera, así como la asistencia a dos simposium binacionales que abordaron el tema de las aguas subterráneas en Cd. Juárez y en El Paso durante 1996.

Para la información sobre coliformes fecales en el Río Bravo/Grande, se obtuvo la colaboración de gobierno mexicano a través de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) con sede en Cd. Juárez. Esta dependencia tiene su contraparte en El Paso que es la International Boundary Water Commission (IBWC). Esta comisión binacional tiene 12 estaciones de muestreo en el lado norteamericano y 11 estaciones en el lado mexicano. Para este estudio se nos facilitó la información de las dos estaciones que existen en el área de Cd. Juárez-El Paso, que están localizadas en la calle Haskell, río arriba (planta de tratamiento a) y río abajo (planta de tratamiento b).

Para Ciudad Juárez, una vez obtenido los datos de calidad del agua, así como los criterios de monitoreo en la zona con cobertura del servicio del agua potable, se agruparon por sus respectivas zonas y sectores (Zona A; Sector A1, A2....), tabulando la zona, los parámetros de bacterias totales y fecales, se aplicó la estadística básica de promedio y desviación estándar. Lo anterior fue realizado bajo previa revisión de los datos de calidad del agua para los años de 1992 hasta 1995. Cabe mencionar que los datos muestran presencia de bacterias coliformes totales para los años 1993 y 1994, con la observación de que en 1993 sólo se cuenta con datos del mes de diciembre. De los otros años se tiene los registros completos. Para este caso, únicamente se tomó aquellos registros (mes-zona-sector) cuyas muestras presentan los parámetros en cuestión. Los casos de ausencia no son tomados en la estadística, sólo se señala los meses a los que corresponden las muestras positivas. En ninguna muestra se registró la presencia de bacterias coliformes fecales, por lo tanto este parámetro no ha sido tabulado.

La representación de los datos por sectores y el mapeo de los mismos, se ha logrado porque cada muestra está referenciada con la fecha y el domicilio donde fue tomada. Esto no fué posible para los casos de las enfermedades gastrointestinales y aquellas relacionadas con la calidad del agua, ya que la información abarca toda la Jurisdicción Sanitaria de Ciudad Juárez para el lado mexicano y todo el Condado de El Paso para el caso de Estados Unidos, es decir no están referenciadas a algún punto geográfico.

Transladar estos datos a un sistema de información geográfica, implicaría que se aplique criterios tales como: los puntos de muestreo, su espacialidad, la temporalidad con la que se muestrea, su representatividad a nivel local y su proximidad con la actividad humana (Romero-Guerrero *et al.*, 1992; Besser *et al.*, 1995; Ricketts *et al.*, 1994; Graizbord y Malagamba, 1985; Richards, 1993; Varady y Mack, 1995), aspectos que para los datos del sector salud nos fué imposible de obtener una información confiable.

Capítulo III. Información recopilada

III.1 Calidad bacteriológica del agua (bacterias coliformes)

III.1.1 Área urbana de Ciudad Juárez

La información consultada en la JMAS, abarca todo el año de 1992 y el período de diciembre 1993 a abril 1996. En las figuras 5a y 5b se presentan los resultados obtenidos de la revisión de los datos sobre el número de muestras positivas de CT, de un total de entre 150 y 200 muestras mensuales en todos los sectores, en agua de tomas domiciliarias. Estos datos fueron graficados para diciembre 1993 y para el año 1994, ya que durante 1992, 1995 y los cuatro primeros meses de 1996, no se registró la presencia de CT o de CF.

El primer aspecto que se puede destacar es que no se registró la presencia de CF en ninguna muestra, sin embargo las concentraciones de CT nos indican que existen puntos en donde el agua no es apta para consumo humano.

Para el mes de diciembre de 1993, 69 muestras del total presentaron CT, siendo los sectores A,B y C donde se presentó la mayor incidencia (Fig. 5a). Esto contrasta con el año de 1994, en donde el total de muestras positivas para todo el año fué menor, siendo el sector B el menos afectado (Fig. 5b). Los resultados negativos para 1992, 1995 y parte de 1996, nos muestran por una parte una tendencia hacia el mejoramiento de la calidad del agua potable en Cd. Juárez en los últimos años, pero por otro, que esto puede revertirse si no se tienen las debidas precauciones, tal como lo muestra el número de muestras positivas en diciembre 1993.

Los resultados consultados para El Paso (enero, 1994-abril, 1996) nos mostraron una total ausencia de bacterias coliformes en su sistema de agua potable, por lo que al ser ambos parámetros (CT y CF) negativos, no se presenta ninguna gráfica de los mismos.

En la figura 5c, se representa la evolución mensual de la frecuencia de muestras positivas en todos los sectores de Cd. Juárez, para 1994, que es el único año donde se puede generar esta información. Se observa en esta figura que el mayor número de muestras positivas se presenta de enero a junio, siendo mínimo su número de junio a diciembre.

III.1.2. Río Bravo/Grande

La calidad del agua del Río Bravo/Grande representa otro punto de atención, ya que se trata de una corriente de agua internacional, que a parte de ser un límite físico, cumple como línea política que divide a dos países y por lo tanto es un recurso natural compartido.

La figura 6 muestra las variaciones mes-año en la concentración de bacterias coliformes fecales (CF/100 ml) en dos estaciones de monitoreo: río arriba (planta de tratamiento a) y río abajo (planta de tratamiento b). Observamos que normalmente se registran concentraciones importantes de CF, alcanzando en algunos muestreos hasta 2500 CF/100 ml. Estas concentraciones nos indican que el Río Bravo/Grande es una fuente de contaminación para las zonas urbanas de Juárez y El Paso, principalmente en los meses de mayo a octubre. Las concentraciones normalmente registradas, entre 0 y 500 CF/100 ml nos indican que esta agua es adecuada para abastecer sistemas de agua potable con tratamiento convencional tal como se lleva a cabo en las plantas de El Paso.

Es interesante destacar que las muestras río arriba muestran muchas veces valores mayores que los de río abajo, aspecto que nos indica que existe una fuente de contaminación anterior a este punto de muestreo. También debe mencionarse que no existe información sobre la concentración de bacterias coliformes en el punto de descarga de las aguas negras de Cd. Juárez.

La calidad del agua en el Río Bravo/Grande, es importante para el Valle de Juárez (Delgado, *com. per.*¹), ya que se riega en parte con aguas de este río. En este valle se cultiva algodón principalmente en el ciclo agrícola primavera-verano, con una producción histórica de 12 a 13 mil hectáreas. En 1992 se presentó la enfermedad de la viruela, abatiendo los rendimientos en hasta 100 Kg/ha. Lo anterior motivó el desarrollo de los cultivos de maíz grano y forrajero, sorgo grano y forrajero. Dado la elevada salinidad en los suelos agrícolas, actualmente se ha vuelto a cultivar algodón y existe tendencia a desarrollar cultivos como la alfalfa, la pradera perenne e incrementar las plantaciones de frutales en especial el Nogal y el Pistache.

Una buena calidad de agua en el Río Bravo/Grande repercutiría en una buena calidad de los cultivos que ahí se obtienen.

¹ Ing. José Angel Delgado Pérez. Funcionario de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), Subsecretaría de Agricultura, Dirección General de Política Agrícola, Distrito de Desarrollo Rural 004 Valle de Juárez, Chihuahua. Mayo 1996.

III.2 Las enfermedades relacionadas con la calidad del agua

III.2.1 Jurisdicción Sanitaria II. Ciudad Juárez

A pesar del enorme esfuerzo realizado por las instituciones de salud, en Ciudad Juárez, los resultados arrojados por el INSP (1995) reflejan sólo disminución en lo que corresponde a mortalidad (-77.06 % con respecto al año 1960). Lo cuál es un avance no puede dejar satisfechas a las autoridades, considerando que estamos en 1996 y las condiciones del entorno en 1960. Las enfermedades diarreicas han permanecido dentro de las 10 primeras causas de muerte y de enfermedades de casos nuevos registrados en los últimos cinco años en esta jurisdicción. Es innegable que en la morbilidad no se han obtenido los resultados deseados, puesto que en los últimos 7 años no existe gran variación. Para 1988 y 1989 se observaron tasas de 13,202.48* y 10,724.27 respectivamente (*Tasa especificada por 100,000 hab.). En el año de 1990 se incrementa a 14,962.87, desde entonces a la fecha ha permanecido más o menos estable, entre 11,770.78 para 1991 y 12,566.28 para 1994.

En la figura 7a se puede observar la incidencia de enfermedades gastrointestinales por estructura de edad y en la figura 7b el número de casos atendidos por instituciones de salud, para los años 1991-1995. La morbilidad por este padecimiento se mantiene aún en el segundo lugar en los últimos diez años, con una variación anual de -15.99 % para el año de 1944 en comparación con el de 1990, en el cual se registró un incremento porcentual de 35.50 en comparación con los tres años previos. En la figura 7a se aprecia que el grupo de menores de cinco años es el mas afectado. La figura 7b nos muestra que el IMSS es la institución que atiende a un mayor número de casos, por lo que sus registros pueden tener un mayor rigor estadístico.

En la figura 8 se graficó el número de casos de incidencia de enfermedades gastrointestinales registrados en todos los centros de salud de la Jurisdicción Sanitaria II para los años de 1992 a 1994. En esta figura se observa un patrón estacional con una tendencia en la que el número de casos se incrementa de abril a octubre. Esta misma tendencia la podemos observar en la figura 9, en donde se graficó el número de casos atendidos en la Unidad Médica Familiar No. 46 del IMSS ubicada en el centro de Cd. Juárez, cuya población atendida proviene de toda la Ciudad y tal vez gran parte de los casos procedan de lugares periféricos a las zonas residenciales. En esta figura 9 se aprecia igualmente que a partir de marzo-abril comienza a incrementarse el número de casos hasta octubre en donde comienza a declinar.

Un punto que pone el énfasis en la importancia de compilar y procesar estadísticas es la elaboración de un Canal e Índice Endémico de la morbilidad²; para este efecto, se presenta en este trabajo dicha información generada para la Unidad Médica Familiar No. 46 del IMSS (1986-1995), donde se grafican los cuartiles; la interpretación que podemos extraer de la superposición de casos de incidencia actuales es observar cuál es o, pudiera ser el comportamiento de los casos dependiendo de una serie de factores, tal como la implementación de programas de educación y manejo acerca de la diarrea y su impacto en la salud. Lo anterior puede ser visto y cotejado con dicho canal endémico, que presenta cuatro zonas: a) zona de éxito, b) seguridad, c) alerta y d) epidemia (Fig. 10).

La información recabada para enfermedades gastrointestinales no puede referirse a ninguna área geográfica en Cd. Juárez, dado que los registros del domicilio de los pacientes en los centros de salud es poco confiable debido a múltiples factores. Esta problemática dificulta conocer la procedencia de los casos de enfermedades gastrointestinales lo cual impide por consecuencia su

² Información proporcionada por la Dra. Guadalupe Romero. UMF No. 16 del IMSS. Ciudad Juárez, Chih.

representación cartográfica, como una forma práctica de visualizar la información generada e integrada, que puede ser de gran utilidad en una emergencia epidemiológica.

En las notas de periódicos (1992-junio 1996) y entrevistas abiertas a investigadores universitarios, así como algunos responsables de programas de salud en ciudad Juárez (Dr. Cavazos³, Dr. Trimer⁴, Dr. Torres⁵, Dra. Romero⁶, Enf. Luevanos⁷) con respecto a la posible ubicación espacial de la procedencia de casos de enfermedades gastrointestinales, concuerdan que es muy probable que la mayor parte de los casos provengan de los lugares localizados en la periferia de la zona urbana en donde no existe red de agua potable.

III. 2.2 Condado de El Paso

Las estadísticas de incidencia de enfermedades que tienen que ver con la calidad microbiológica del agua, en el caso de Juárez son reportadas como enfermedades gastrointestinales mal definidas (A09, según la Décima Revisión), en cambio para El Paso se reportan como Salmonelosis (A02), Shigelosis (A03) y Hepatitis A.

En la figura 11 se presenta la evolución de estas enfermedades a lo largo de 1978 a 1995. Con respecto a la Salmonelosis y la Shigelosis se aprecia que el número de casos en todo este período

³ Dr. Hernán Cavazos. Investigador en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ).

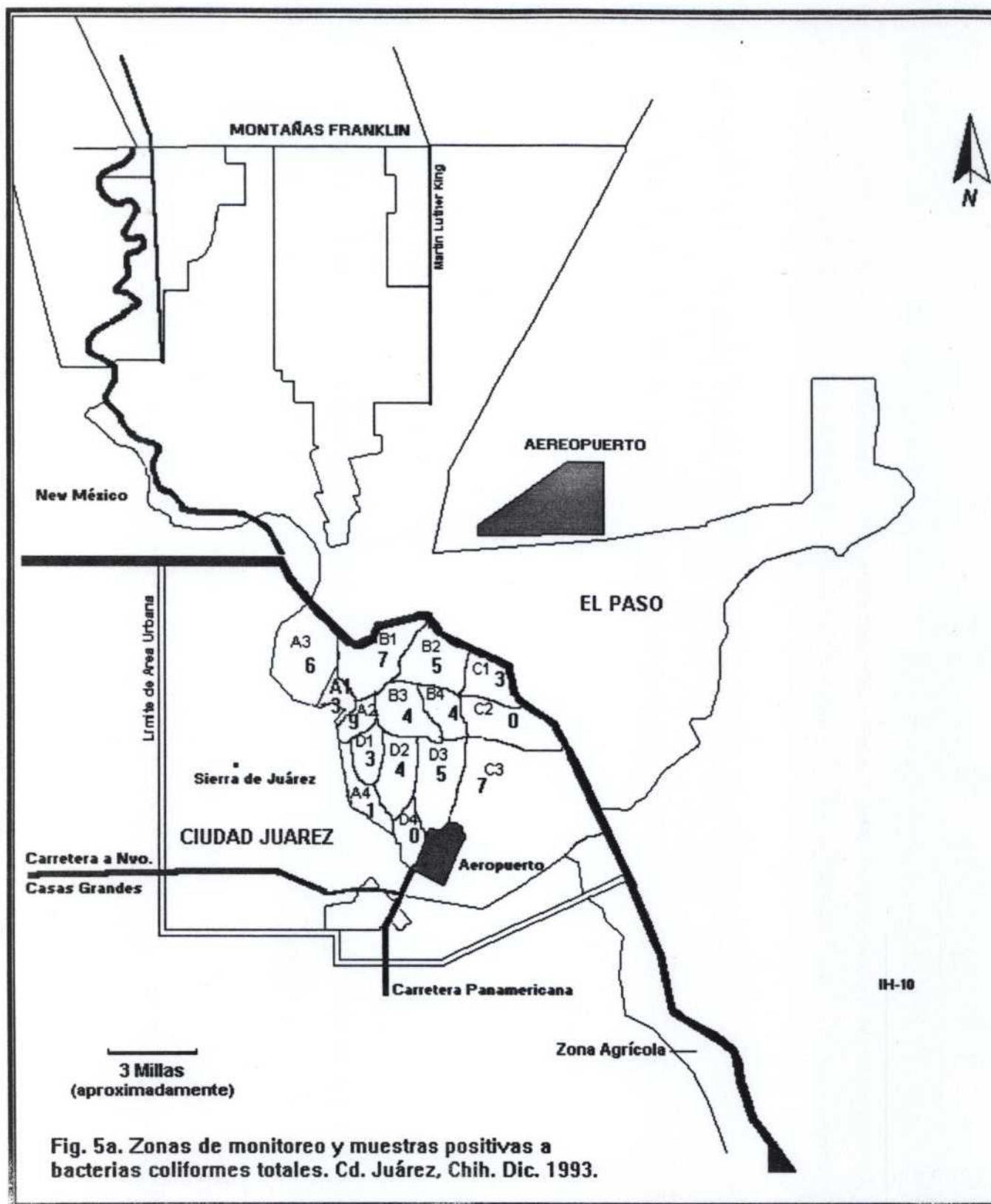
⁴ Dr. Carlos Trimer. Coordinador de la Maestría en Salud Pública de la UACJ.

⁵ Dr. Daniel Torres Rodríguez. Epidemiólogo del Hospital General (Actualmente promovido al Depto. de Epidemiología de Chihuahua, Chih.).

⁶ Dra. Guadalupe Romero. Unidad Médica Familiar No. 46 del IMSS; Medicina Preventiva. Ciudad Juárez, Chih.

⁷ Enf. Rodger Luevano. Responsable del Programa de Vacunación Universal. SSA, Ciudad Juárez, Chih.

no llega a 300 casos por año, cantidad que representa un orden de magnitud menor que al registrado en Cd. Juárez para las enfermedades gastrointestinales, de las que estas forman parte. Igualmente es interesante aunque no comparable con los datos de Cd. Juárez, la evolución de la Hepatitis A, la cuál presenta un mayor número de casos que las enfermedades anteriormente expuestas y que representa actualmente el mayor problema de enfermedades relacionadas con la calidad del agua, el cual tiende a incrementarse a partir de 1993. Con la información disponible no fue posible graficar la información mensual a fin de evidenciar un patrón estacional.



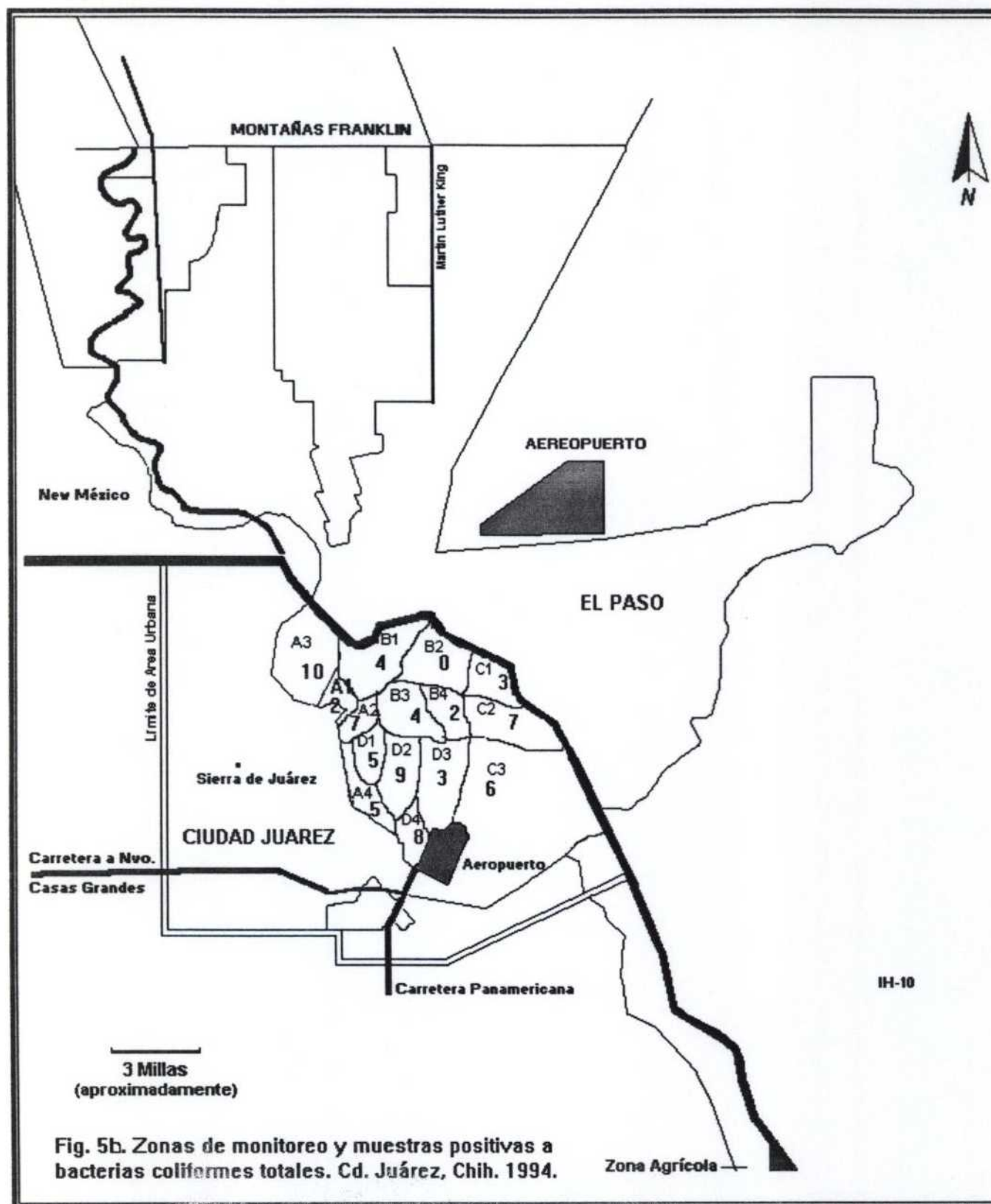


Fig. 5c. Número de muestras positivas a bacterias coliformes totales en agua potable por mes. JMAS (1994).

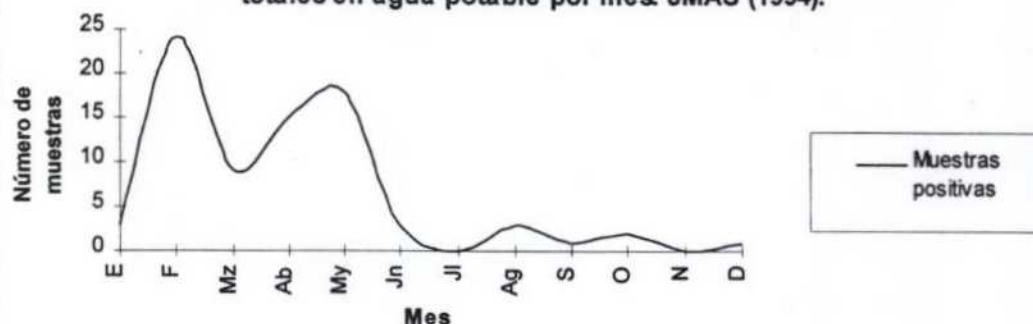


Fig. 6. Bacterias coliformes fecales en aguas del Río Bravo/Grande (CILA, 1992-1994).

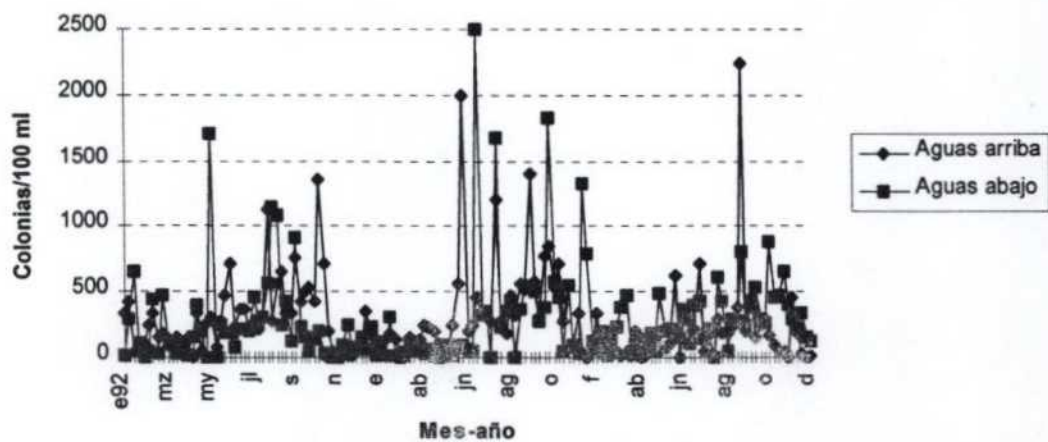


Fig. 7a. Incidencia de enfermedades gastrointestinales por estructura de edad. Jurisdicción Sanitaria II, Ciudad Juárez, Chih. (SSA, 1991-1994).

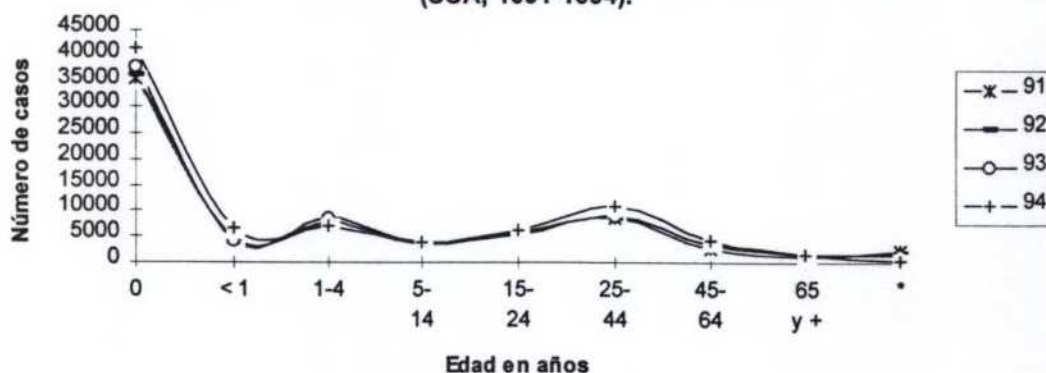


Fig. 7b. Instituciones de seguridad social que atienden los casos de enfermedades gastrointestinales. Jurisdicción Sanitaria II, Ciudad Juárez, Chih. (SSA, 1991-1994).



Fig. 8. Incidencia de enfermedades gastrointestinales en la Jurisdicción Sanitaria II, Ciudad Juárez, Chih. (SSA, 1992-1994).



Fig. 9. Incidencia de enfermedades gastrointestinales en derechohabientes de la UMF No. 46 del IMSS. Ciudad Juárez, Chih.

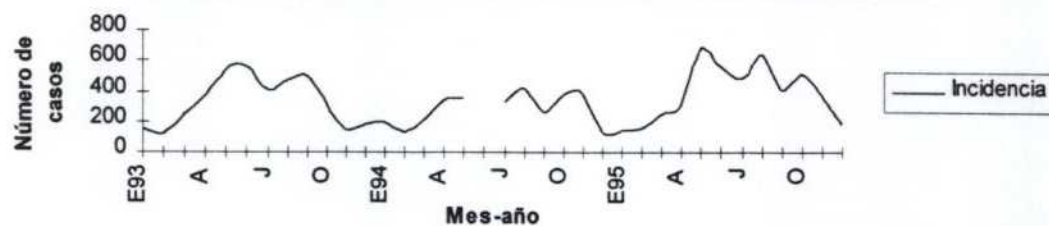


Fig. 10. Canal e Índice Endémico de la morbilidad por enfermedades gastrointestinales en derechohabientes de la UMF No. 46 del IMSS, 1986-1995 (Ciudad Juárez, Chih.).

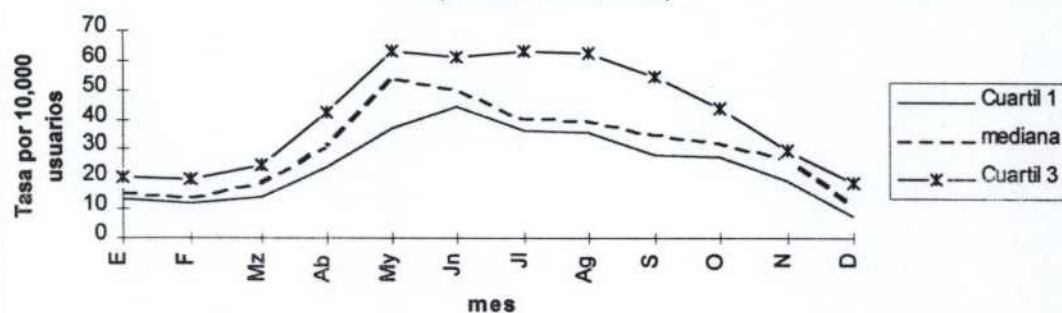
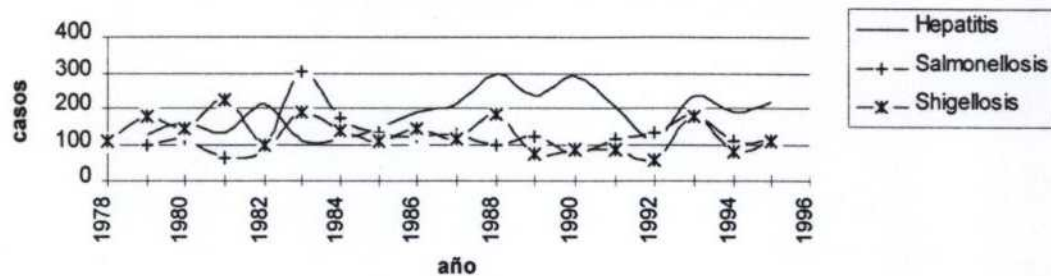


Fig. 11. Enfermedades relacionadas con la calidad del agua, El Paso, Texas (El Paso City-County Health & Environmental District).



Capítulo IV. Consideraciones finales. Discusión

Como se mencionó en la introducción los programas AGUA SANA y AGUA PARA BEBER, lograron mostrar una clara diferencia sobre la incidencia de enfermedades gastrointestinales, al usar el agua clorada y agua no clorada contenida en tambos y recipientes de una población marginada en Cd. Juárez y en El Paso, aspectos que nos muestra que el agua es un factor determinante en la transmisión de estas enfermedades. Contrariamente, nuestra investigación nos indica que el agua entubada no es una fuente significativa en la incidencia de esta enfermedad, a pesar de que su concentración bacteriana de acuerdo a la NOM 127 no es en algunas ocasiones satisfactoria en lo referente a la calidad de un agua potable. Lo anterior se basa en la comparación del promedio mensual del número de muestras positivas para CT en la red de agua potable (Fig. 5c) y la incidencia mensual de casos de enfermedades gastrointestinales (Fig. 8), en donde la mayor frecuencia de muestras positivas se presenta de enero a junio, en tanto que el mayor número de casos se presenta de mayo a octubre de 1994.

La incidencia mensual de casos de enfermedades gastrointestinales mostrada en las figuras 8 y 9, así como también la gráfica del canal e índice endémico (Fig. 10), muestran una distribución similar a la evolución mensual de la temperatura ambiental (Fig. 3 y 4) y la precipitación (Fig. 3), así como también con respecto al incremento y los picos de máxima concentración de coliformes fecales en los puntos de muestreo de la CILA en el Río Bravo/Grande (Fig. 6). Lo anterior nos estaría indicando que durante el periodo de abril-noviembre, en donde se inicia y acaba la temporada de calor y se presentan las lluvias, factores no identificados en nuestro estudio, incrementan el número de casos de enfermedades gastrointestinales, lo cual se ve reflejado en la concentración de bacterias coliformes fecales en el Río Bravo/Grande, a pesar de que no existen fuentes de contaminación bacteriana evidente en esta área del Río por parte de Cd. Juárez y los únicos

aportes contaminantes registrados, son los efluentes de las plantas de tratamiento a y b del condado de El Paso, Texas.

Nuestro estudio topó con la problemática de que los casos registrados en los centros de salud no pueden ser asignados a ningún área geográfica en Cd. Juárez, aspecto que nos impide relacionar los datos de cuantificación de bacterias e incidencia de enfermedades gastrointestinales por zonas y sectores de acuerdo a la división efectuada por la JMAS (Fig. 5a o 5b). Es probable como nos fue indicado verbalmente, que la mayoría de los casos provengan de las zonas marginadas, donde no se cuenta con agua entubada y en donde las condiciones higiénicas en general son deficientes.

La comparación entre la incidencia de enfermedades gastrointestinales en Cd. Juárez (Fig. 10) y la de Shigelosis y Salmonelosis en el condado de El Paso (Fig. 11) nos muestra una diferencia de casi dos potencias, lo que indica de manera indirecta que las mejores condiciones sanitarias en El Paso reducen la incidencia de este tipo de enfermedades, como ha sido señalado anteriormente.

Dentro del marco del esquema presión-estado-respuesta-efecto (PERE) en este estudio se encontró que en Cd. Juárez se tienen elementos de presión por el impacto causado por los asentamientos humanos marginados, así como también por las condiciones sanitarias de las acequias que atraviesan la ciudad y que han sido convertidas en drenajes a cielo abierto, lo anterior redundando en un estado de sanidad deficiente y que de manera sistemática se manifiesta en la salud de los habitantes de Cd. Juárez. La respuesta a esta presión-estado, ha sido un programa para llevar agua potable a las colonias marginadas. Igualmente se tiene un proyecto para la construcción de dos plantas de tratamiento en Cd. Juárez con objeto de que las aguas que se arrojan en la confluencia de las acequias tengan un tratamiento que reduzca su potencial contaminante.

En este trabajo no se pudo establecer una relación entre la concentración de bacterias coliformes en la red entubada (estado) y la incidencia de enfermedades gastrointestinales (efecto), sin embargo fue evidente su relación con la temperatura, aunque no se hizo, ni existe en el sector salud un tratamiento estadístico para demostrar si la correlación entre ambas variables es o no significativa.

Para la construcción del indicador ambiental con base en los parámetros propuestos en este trabajo, la información en los centros de Salud tendría que estar referida al domicilio del paciente tanto en Cd. Juárez, como en El Paso, asegurándose de la fidelidad de la información proporcionada. Los estudios AGUA SANA y AGUA PARA BEBER, pudieron evaluar el impacto de una mejor calidad de agua en la incidencia de casos de diarreas debido a que las poblaciones estudiadas estaban perfectamente identificadas y controladas, por lo que ambos estudios constituyen un buen ejemplo de lo que podría ser la aplicación del modelo PERE. Estos estudios muestran igualmente, que si existe una relación directa entre la calidad del agua y la incidencia de enfermedades gastrointestinales, por lo que la aplicación de estas variables se vería justificada con base en estos estudios.

Sin embargo, se debe tener en cuenta las limitaciones de la aplicación de la concentración de bacterias coliformes como indicadoras de la calidad sanitaria de agua potable o alimentos, ya que como mencionamos, su ausencia no garantiza que el agua o el alimento tenga buena calidad sanitaria.

Capítulo V. Conclusiones

- 1.- En este trabajo no se logra establecer una relación entre la concentración de bacterias coliformes en la red de agua potable entubada (estado) y la incidencia de enfermedades gastrointestinales (efecto). Puesto que los casos registrados en los centros de salud no pueden ser ubicados geográficamente en el área de Juárez/El Paso.
- 2.- Respecto a la calidad del agua, ésta información es representativa de la población que cuenta con el servicio de agua entubada, por lo tanto no es representativa de toda la región Juárez/El Paso, ya que no se cuenta con información al respecto para la población marginada de la periferia.
- 3.- Los datos compilados de calidad del agua y la incidencia de enfermedades gastrointestinales, se presentan como dos poblaciones distintas. Sólo se puede inferir que las zonas no dotadas del servicio de agua potable entubada, se presentan como más susceptibles y vulnerables, es decir, en el riesgo de contraer algún tipo de enfermedad infecto-contagiosa.
- 4.- La información bacteriológica de calidad del agua entubada, no muestra un punto crítico de contaminación en el manejo del recurso agua.
- 5.- En este trabajo no se obtuvo información sobre otras fuentes potenciales de contaminación bacteriológica que pueden incidir en la presencia de enfermedades gastrointestinales.

6.- La posibilidad de construir el indicador ambiental con base en la calidad del agua y las enfermedades gastrointestinales, se logra ejemplificar solamente por medio de los programas AGUA SANA y AGUA PARA BEBER.

7.- En el caso de las enfermedades gastrointestinales en la Jurisdicción Sanitaria II de Cd. Juárez, se observa una tendencia en el aumento de dicha enfermedad conforme aumenta la temperatura promedio. También se observa este comportamiento en los registros de incidencia de enfermedades gastrointestinales reportados por la UMF No. 46. Es decir, que aparentemente el comportamiento de esta unidad de atención médica refleja lo que pasa a nivel de jurisdicción en lo referente a este tipo de enfermedades.

8.- De manera coincidente se observa que la incidencia mensual de casos de enfermedades gastrointestinales a nivel jurisdicción y unidad médica en Cd. Juárez, así como también las gráfica del canal e índice endémico, muestran una distribución similar a la evolución de la temperatura promedio y precipitación media, así como también con respecto a los picos de máxima concentración de coliformes fecales en los puntos de muestreo de la CILA en el Río Bravo/Grande. Los factores que intervienen en este comportamiento, no fueron identificados en el presente trabajo.

9.- En el condado de El Paso, existe una tendencia similar en el comportamiento de la Shigelosis y Salmonelosis en el transcurso de los años. En cambio, los casos de Hepatitis A tiende a aumentar. Esto demuestra que la sola cuantificación de coliformes no indica la potencial presencia de otros agentes como el de la Hepatitis A.

10.- La disponibilidad de datos para los indicadores utilizados, es muy buena ya que son generados rutinariamente. Sin embargo, las instituciones encargadas de la generación, compilación y presentación de los datos, para la toma de decisión no han contemplado manejarlas en un contexto de procesos.

11.- La susceptibilidad del indicador ambiental a ser cartografiado se presenta únicamente en la calidad del agua entubada en Cd. Juárez, puesto que solo estos resultados están referenciados geográficamente a zonas y sectores.

Capítulo VI. Recomendaciones

La propuesta.

Debido a las características del continuo monitoreo de la calidad del agua por parte de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento, y su contraparte *El Paso Water Utilities*, y de los registros efectuados por los centros de salud, la información plasmada en las figuras 5a y 5b puede llegar a ser georeferenciada, siempre y cuando la información de la calidad del agua y la de los centros de salud puedan ser referenciadas a una calle, una colonia o un sector.

Para lograr lo anterior sería necesario:

- 1.- Un punto de partida importante sería que la hoja de registro contenga claves para la captura y el procesamiento de la información de manera sistemática.
- 2.- Aparentemente una de las ventajas de este procedimiento con respecto a los centros de salud, consistiría en poder seguir el caso de un paciente independientemente a la institución a la que pertenece, por supuesto, el paciente tendría que proporcionar datos verdaderos (que en otro momento puedan ser validados con trabajo en campo). La filiación a uno o más centros de salud quedaría cubierto y no se contaría su atención más allá de las veces reales que ocupó los servicios de salud. Lo anterior evitará la doble cobertura.
- 3.- Lo más interesante será saber de qué colonia o barrio provienen los casos, así como su distribución física en ambos lados de la frontera. Asimismo, será interesante interpretar los movimientos de los agregados de población.
- 4.- De esta forma se podrá realizar el seguimiento del proceso espaciotemporal de las enfermedades gastrointestinales, así como para otras enfermedades.

5.- El Paso tampoco cuenta con un registro sobre los casos de incidencia localizados físicamente se cree que la mayoría de ellos se concentran en el Valle Bajo, donde están ubicados los asentamientos irregulares llamados *colonias*

6.- Según Gallegos (comunicación personal)¹², el Dr. James Van Derslice (Responsable del programa de la Maestría en Salud Pública de UTEP) y su equipo de trabajo, tiene a la ciudad de El Paso regionalizada con base en el código postal. Sin embargo, el área desprotegida, sin servicios, no está cubierta por este criterio. Por lo que se recomienda un diseño acorde con los criterios señalados para la hoja de registro de los datos de pacientes en dicha área.

7.- El trabajo sobre la construcción de un indicador ambiental y su puesta en práctica, permite que diversas instancias gubernamentales y no gubernamentales, así como del sector académico, puedan interactuar, por lo anterior se recomienda que organismos de planeación urbana, atención de la salud y prestación de servicios públicos, contemplen instrumentos interinstitucionales para el mejor aprovechamiento de la información que generan diariamente en la región Juárez/El Paso.

8.- Los resultados de los programas tales como: AGUA SANA y AGUA PARA BEBER puntualizan la sensibilidad, motivación y participación comunitaria en la solución de sus propios problemas. De igual manera se demuestra la disposición, capacidad y potencialidad que tiene la comunidad para desarrollar acciones concretas que los autobeneficie. El tomar en cuenta este y los otros puntos, podría facilitar la implementación de programas que presenten una visión holística.

¹² Jorge E Gallegos, BS. *Public Health Technician Epidemiology Program*. El Paso, Texas. (comp. per).

9.- Se hace necesario la consolidación de protocolos binacionales en diferentes aspectos, pero en especial en la toma y adquisición de datos, como por ejemplo el Manual de Campo para el Muestreo de la Calidad del Agua/Field Manual for Water Quality Sampling, propuesto por el Arizona Water Resources Research Center (1995).

Capítulo VII. Referencias

- Arizona Water Resources Research Center. 1995. Manual de Campo para el Muestreo de la Calidad del Agua/Field Manual for Water Quality Sampling. Arizona Department of Environmental Quality y Water Resources Research Center
- Arizpe, de De la Vega G, E Suárez y Toriello, H Ávila y B A Ramírez. 1990. Impacto de la Clorinación de agua para consumo humano en la prevención de enfermedades gastrointestinales. Programa Piloto de Saneamiento Ambiental (Agua Sana). Federación Mexicana de Asociaciones Privadas de Salud y Desarrollo Comunitario, A. C. (FEMAP).
- Besser, R; B Moscoso Rojas; O Cabanillas A; L González Venero; P Minaya León; M Rodríguez P; W Saldaña S; J L Seminario C; A K Highsmith y R V Tauxe. 1995. Prevención de la Transmisión del cólera: evaluación rápida de la calidad del agua municipal en Trujillo, Perú. En: Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, Washington, D.C., Sumario, año 74, 119 (3).
- Cifuentes, E; Blumenthal U; Ruiz-Palacios G. Riego agrícola con agua residual y sus efectos sobre la salud en México. pg. 189-201. En: Restrepo, I (Coord.). 1995. Agua, salud y derechos humanos. Comisión Nacional de Derechos Humanos. 409 pp.
- Davis, E. 1996. Public Health Application of Indicator Bacteria Data and Associated Limitation in Water Quality Management. En IX Symposium Binacional sobre Geohidrología. UACJ, Cd. Juárez, 23 y 24 de mayo de 1996.
- Dirección General de Salud Ambiental (1993a). Principales causas de mortalidad según nivel de marginación, 1993. Secretaría de Salud.
- Dirección General de Salud Ambiental (1993b). La marginación y la probabilidad de muerte por infecciones intestinales, 1993. Secretaría de Salud.
- Dirección General de Salud Ambiental (1993c). Distribución porcentual de las defunciones por infecciones intestinales según marginación, 1993. Secretaría de Salud.
- Franco, Barreno R., Richard Bath y Howard G. Applegate. 1991. "Documento 2-B aspectos físicos, biológicos, ecológicos del agua en la región este". Trabajo presentado en el Simposio sobre el Manejo Ambientalmente Adecuado del Agua en la Zona Fronteriza México-Estados Unidos. (Experiencias y perspectivas). Ciudad Juárez, Chih.
- Friedman, J y R Morales. 1985. Planeación transfronteriza: un caso de "provocación sofisticada"? Conferencia de Estudios Fronterizos, Tijuana, B.C. abril 27 de 1984. En Estudios Fronterizos. Revista del Instituto de Investigaciones Sociales. Año III, 3:31-43

- Gobierno del Estado de Chihuahua, INEGI y H Ayunt. Const. de Juárez. 1993. Cuaderno estadístico" Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). La temperatura media mensual y anual se reporta en grados centígrados por estación meteorológica (estación Cd. Juárez): CGSNEGI, Carta de Climas, 1:1 000 000; para la precipitación mensual y anual promedio se reporta en milímetros por estación meteorológica: CGSNEGI, Carta de Climas, 1:1 000 000
- Godínez, R R. 1994. Legislación de residuos peligrosos en la frontera norte de México. El caso de Coahuila y Texas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Derecho. UNAM, México. 220 pp.
- Graizbord, C y F Malagamba. 1985. Desarrollo del SIGET y su aplicación en un estudio de salud. Cuadernos Centro de Estudios Fronterizos del Norte de México (CEFNOEMEX).
- Hardoy, J E; D Mitlin y D Satterthwaite. 1992. Environmental problems in Third World cities. Earthscan Publications Ltd, London. 302 pp.
- Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). 1995. Proyecto de Fortalecimiento del Programa de control de enfermedades diarreicas en el componente de promoción y capacitación, en Ciudad Juárez, Chih. SSA.
- INSP. Escuela de Salud Pública 1994-1995. Diagnóstico de Salud de la Jurisdicción Sanitaria II de los Servicios Coordinados de Salud Pública en el Estado de Chihuahua. SSA
- Lizárraga-Partida M L y G Vargas Cárdenas. 1996. Influence of Water Circulation on Marine and Faecal Bacteria in a Mussel-Growing Area. Marine Pollution Bulletin. 32(2):196-201.
- Lloyd, W J y R A Marston. 1985. Municipal and industrial water supply in Ciudad Juarez, México. En Resources Bulletin, 21(5): 481-849.
- McJunkin, F E. 1986. Agua y salud humana. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. LIMUSA. 231 pp.
- Martínez, J; M Phillips y R G A Feachem. 1993. Diarrheal diseases. En: Disease Control Priorities in Developing Countries. Jamison, Dean T, W H Mosley, A R Measham y J L Bobadilla (eds.). World Bank, Oxford University. 5 pp.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). 1995a. Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud. Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Décima Revisión CIE-10 Vol. 1.
- OPS. 1995b. Informe Anual del Director, 1994. Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Documento Oficial No. 271.
- Orozco-Borbón M V. 1984. Evaluación de la calidad bacteriológica del agua de mar y *Mytilus californianus* en la zona costera noroccidental de Baja California, México. Tesis de Licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC.

- Patrón-Mas, M D. 1992. Contaminación bacteriana en sedimentos superficiales marinos de la zona fronteriza México-EUA en época de verano. Tesis de Licenciatura. UABC. Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.
- Quero-Santiago R. 1992. Contaminación bacteriológica en a Costa Noroccidental de la Frontera México-Estados Unidos. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, UABC.
- Richards, F O. 1993. El empleo de sistemas de información geográfica en programas de control de la oncocerciasis, Guatemala. (Informe Técnico). Boletín de la Oficina de Sanidad Panamericana..114 (1): 45-48.
- Ricketts, T C; L A Savitz; W M Gesler y D N Osborne (eds.).1994. Geographic methods for health services research: a focus on the rural-urban continuum. University Press of America. 375. pp.
- Romero-Guerrero, X R.; Perham-Zellmer K A; Vázquez-Calderón R H; Díaz-Gois A; García Martínez F E; Gómez-Solis R A; Montijo-Quevedo R E; Aguirre-Garza J S; Izquierdo-Avalos M G; Hernández-Tezoquipa I y Zapata O. 1992. Regionalización en salud: un instrumento para la planeación jurisdiccional. Salud Pública, Mex., 34:506-517.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1975. Legislación Relativa al Agua y su Contaminación. Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica. p. 35.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). 1988 Lineamientos y criterios para la selección y desarrollo de índices e indicadores ambientales. Serie Impacto Ambiental. No. 2:21.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE)- US Environmental Protection Agency. 1992. Plan Integral Ambiental Fronterizo Primera etapa (1992-1994). México.
- Suárez y Toriello, E y O E Chávez Alzaga. 1996. Perfil de la frontera México-Estados Unidos. FEMAP.
- Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). Maestría en Salud Pública y Municipio de Juárez 1995 (en prensa). Diagnóstico de Salud del Municipio de Juárez. Morbilidad por Padecimientos Transmisibles, 1994.
- US Department of Commerce. 1992-1994. Weekly Weather and Crop Bulletin.
- U.S. Environmental Protection Agency. 1995. Prospective Indicators for State Use in Performance Agreements. (revised August 22, 1995).
- Varady, R G y M D Mack. 1995. Transboundary Water Resources and Public Health in the US-Mexico Border Region. Journal of Environmental Health. 57 (8): 8-13.

Vera, B M A y C Bessenecker 1995. "Agua para beber" Provision of Safe Drinking Water, for the Improvement of Drinking Water Quality in Low-Income Communities on the US-México Border. Phase I, March. The University of Texas at El Paso. 30 pp.

Zwerneman, J A. 1977. Economic development in the El Paso-Juárez area and its impact on water supply. En *Natural Resources Journal*, 17:619-633.