

# **Administración del recurso hídrico para consumo humano en Costa Rica y su consecuencia en la mortalidad infantil post-neonatal<sup>1</sup>**

## **Autores**

### **Edwin Vega**

Edwin Vega es investigador y socio administrador del Centro de Integración de Economía y Ecología CIECO y docente del Posgrado en Economía de la Universidad de Costa Rica. Correo electrónico: [evega@cieco.org](mailto:evega@cieco.org)

### **Mauricio Vega**

Mauricio Vega investigador y socio administrador del Centro de Integración de Economía y Ecología CIECO y docente en la Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional. Correo electrónico: [mauvega@cieco.org](mailto:mauvega@cieco.org)

## **Agradecimientos**

Los autores agradecen a don Juan Rafael Vargas y Yanira Xirinach de la Maestría en Economía de la UCR por el apoyo suministrado en estas investigaciones.

## **Aclaración**

Las opiniones e interpretaciones incluidas en este documento son exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de las organizaciones UCR, CIECO, CCSS, investigadores revisores, etc.

---

<sup>1</sup> Esta investigación fue terminada en abril de 2004 y contó con el apoyo de una beca parcial sin condiciones de la Merck Company Foundation, brazo filantrópico de Merck & Co. Inc., Whitehouse Station, New Jersey, USA.

## Resumen

Si se está pensando en reducir la mortalidad infantil, es útil dividir la mortalidad según el tiempo en que ocurre. La mortalidad perinatal y neonatal (en los primeros días de vida hasta los 27 días de vida) y la mortalidad post-neonatal (entre 28 y 365 días de vida). El presente estudio se refiere a este último periodo de deceso, la tasa de mortalidad infantil post-neonatal (TMI post-neonatal), que si bien tiene un peso relativo menor, no deja de ser importante.

Primeramente se analiza la influencia de otros factores, como los factores sociodemográficos a través del estudio de la relación entre el Índice de Desarrollo Social (IDS) y la TMI post-neonatal. Luego se establece cuáles son los entes que proveen el servicio de agua potable en los diferentes distritos del país, y, dadas sus diferentes características, se analiza y verifica la hipótesis de que el ente proveedor (o administrador) es un factor que explica la variación de la TMI post-neonatal entre distritos.

Así, para lograr reducir la mortalidad infantil se deben aplicar diferentes estrategias según sea el periodo de la TMI. Para la perinatal y neonatal no se ha definido nada en este estudio, pero hay indicios de que se debe trabajar sobre variables “médicas”. Para reducir la TMI post-neonatal se debe obrar en la calidad del agua potable. El ICAA debería optar por la delegación de la provisión del servicio en entes administradores basados en el control (en términos de definición de tarifas y control de calidad) por parte de ARESEP, y no por Consejos Municipales que son más susceptibles a aplazar medidas como la colocación de medidores, la ejecución de ciertas inversiones, etc.

## Palabras clave

Entes administradores del servicio de agua potable / mortalidad infantil / agua / salud / ANOVA.

## Glosario

**Perinatal:** Acontecimientos que tienen lugar durante el período inmediatamente anterior o posterior al nacimiento. Así, mortalidad perinatal es la ocurrida durante el parto.

**Mortalidad Neonatal:** Mortalidad ocurrida posterior al parto, entre los 0 y los 28 días después del nacimiento. Se habla de Neonatal temprana (durante primer día, o inclusive de 0 a 6 días) y Neonatal Tardía (día 7 hasta día 27)

**Mortalidad Post-neonatal:** Muertes ocurridas en el periodo de los 28 a 365 días posterior al nacimiento. También se conoce como “infantil tardía”, aunque este concepto en algunos casos se refiere a la mortalidad a partir de cumplir el primer año de vida hasta cumplir 5 años.

**Mortalidad fetal:** La que le ocurre al feto en gestación, esto es, antes del nacimiento o parto.

## Contenidos

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>EL AGUA Y LA MORTALIDAD INFANTIL</b> .....	4
<b>METODOLOGÍA</b> .....	6
<b>ENTES ADMINISTRADORES DEL AGUA EN COSTA RICA</b> .....	7
COBERTURA DEL SERVICIO DE AGUA .....	8
CALIDAD DEL AGUA.....	10
ENTES ADMINISTRADORES Y DESARROLLO SOCIAL .....	10
<b>RESULTADOS</b> .....	12
<b>DISCUSIÓN</b> .....	15
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	16

## INTRODUCCIÓN

La mortalidad infantil, especialmente la post-neonatal, está asociada a mala calidad de atención en salud, especialmente para los grupos más vulnerables por condiciones de vida y género; y a “eventos del medio ambiente” (hogar o comunidad) (Ministerio de Salud, 1995). Su reducción en Costa Rica fue particularmente intensa en los años cincuenta y estuvo asociada a la extensión en la educación y el saneamiento básico, así como a mejoras en la atención hospitalaria<sup>2</sup>. Es diferente la mortalidad en edad adulta, que se relaciona con riesgos que se asocian a estilos de vida y comportamientos individuales, tales como la obesidad, el sedentarismo, el tabaquismo y los accidentes de tránsito.

No está del todo claro qué elementos institucionales favorecen la reducción de la mortalidad infantil en mayor grado que otros para que sean adoptados por los tomadores de decisiones. Se sabe que hay que obrar en varios frentes (salud, educación, infraestructura) (Proti, 2004), pero no la forma óptima de hacerlo en cada uno de ellos.

Uno de estos frentes tiene que ver con la calidad del agua. ...“Los microorganismos patógenos son todavía la causa principal de las enfermedades transmitidas por el agua y de las defunciones provocadas por éstas en todo el mundo” (OPS. 1996). Los infantes menores de un año son especialmente vulnerables a las enfermedades transmitidas por el agua debido a sus débiles defensas, alta susceptibilidad y gran exposición a los mismos causado por la ignorancia sobre medidas adecuadas de higiene de sus familiares. Por esta razón es de esperar una fuerte relación entre la calidad y cantidad de agua con la mortalidad infantil (Galiano y otros, 2005).

La calidad del agua, substrayéndonos del problema de su disponibilidad ambiental, está determinada por las inversiones que deben hacerse para llevarla a un grado de potabilidad apto para consumo humano (Proti, 2004 (B)). La calidad del agua que finalmente llega al consumidor influye mucho en la salud comunitaria. La forma de administración del recurso que las comunidades escogen, es uno de los factores más importantes para determinar la calidad del agua que llega al consumidor. En Costa Rica se distinguen varios tipos de administración del agua potable: el sistema institucional representado por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado (ICAA), el municipal tradicional, la sociedad privada municipal cuyo único caso es el de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) y los Comités de Acueductos Rurales o “ASADAS”.

Es criterio de los autores del presente estudio que hay diferencias significativas entre cada uno de estos tipos de administración y las consecuencias de adoptar uno u otro sobre la salud humana, en particular, de la mortalidad infantil. El presente estudio analiza esta hipótesis y ahonda en las razones económicas que podrían impedir una utilización óptima de recursos en la administración del agua para consumo humano.

Algunos esquemas administrativos son adoptados en distritos y cantones según sus posibilidades económicas, pero en otros casos por simples decisiones políticas, tradiciones culturales, etc. Con los resultados del presente estudio se espera contribuir a la racionalidad económica en la adopción de esquemas de administración del agua.

---

<sup>2</sup> La tasa de mortalidad infantil pasó de ser 248.3 en 1920 a 9.24 en el año 2004, decreciendo en forma continua durante todo el período pero en mayor tasa durante los años cincuenta. Ministerio de Salud, 2002.

## EL AGUA Y LA MORTALIDAD INFANTIL

El agua dulce utilizada como fuente de abastecimiento de agua potable está expuesta a heces humanas infectadas (que llegan a las fuentes de agua por la escorrentía pluvial y aguas residuales), heces de ganado bobino, ovinos y cerdos, animales domésticos y fauna silvestre, que la contaminan con agentes patógenos. Entre estos agentes hay bacterias patógenas, virus entéricos, varios protozoarios y helmintos parásitos (huevos). Estos pueden sobrevivir en el agua desde unos pocos días hasta un año (OPS, 1996).

Las vías por las cuales los agentes patógenos llegan a los individuos susceptibles incluyen la ingestión, inhalación de vapores de agua, y el simple contacto corporal. Una clasificación práctica útil es (OPS, 1996):

**Cuadro 1: Vías de transmisión de agentes patógenos a humanos relacionadas con el agua y enfermedades asociadas**

Formas de contacto	Enfermedades asociadas
1. las transmitidas por ingestión de agua cuando está contaminada; por consumo de alimentos que han sido alterados con agua contaminada; ó ingestión accidental al nadar u otras actividades recreativas:	Diarrea (por <i>Shigella</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Campylobacter jejuni</i> , <i>E. coli</i> , etc.), cólera, fiebre tifoidea, dracontiasis.
2. las vinculadas con la falta de higiene:	Diarreas, cutáneas (tiña, impéigo, septicemia cutánea), oculares (tracoma, conjuntivitis), y algunas de las que también son transmitidas por el agua, así como sarna y tifus (asociadas a la infestación de piojos)
3. las producidas por contacto con el agua:	Formas larvarias infecciones que se ponen en contacto con el humano al sumergirse, trabajar, nadar en el agua; o por ingestión de esquistosomas o moluscos y crustáceos infectados (paragonimias o tremedasis pulmonar); de peces (trematodiasis hepática y fasiolopsiasis intestinal); o plantas acuáticas (fascioliasis hepática)
4. las de transmisión por vectores de hábitat acuático:	Mosquitos asociados a la malaria, filariasis, dengue, fiebre amarilla, encefalitis japonesa; mosca negra (oncocercosis microfilarica)
5. las diseminadas por el agua	En agua dulce templada se han encontrado trofozoítos de las amibas que causan meningoccefalitis mortal; las bacterias del género <i>Legionella</i> proliferan en el agua de sistemas de aire acondicionado y en calentadores de agua o aerosoles.

FUENTE: OPS, 1996.

Los puntos 3, 4 y 5 no son alterados por los sistemas de desinfección que usen las administradoras de los acueductos, aunque tienen que ver con políticas ambientales. En el punto 2 el efecto sanitario (entiéndase desinfección) es positivo pero limitado (OPS, 1996)

Los infantes son particularmente vulnerables a enfermedades transmitidas por el agua debido a sus débiles defensas corporales, alta susceptibilidad, mayor exposición debido al menor conocimiento (tomar agua con las manos sucias, beber de fuentes dudosas, meter las manos y objetos a la boca estando estos sucios o expuestos a contaminación, etc.) (Galiano y otros, 2005)

La mortalidad infantil ha sido ampliamente estudiada en los últimos años y se han generado amplias bases de datos en diferentes países, llevándose un registro de las muertes infantiles y su causa reportada y registrada. La Organización Mundial de la Salud presenta un resumen de las causas de muertes infantiles en 14 diferentes países latinoamericanos (WHO, 2006) clasificadas según el Código Internacional de Enfermedades (décima revisión CIU10). De los mismos se deducen los siguientes resultados:

- La Mortalidad infantil reportada es consecuencia en un 17.8% de infecciones y otros (contagios, enfermedades parasitarias, problemas intestinales, etc.), así como un 2.6% de desnutrición. El agua tiene gran influencia en los mismos.
- El restante 79.6% de las muertes infantiles se debió a factores perinatales (ocurridos durante el parto), males congénitos (cardiopatías, espina bífida, etc.) accidentes, y muerte súbita, en los que el agua no tiene influencia.
- Para efectos comparativos, en Estados Unidos y Canadá, las muertes infantiles reportadas por las causas de infecciones y otros solamente fue del 5%, y 0% en el caso de desnutrición. Estos países desarrollados ya han superado las deficiencias en cantidad y calidad del agua suministrada a su población.

Lo anterior también se comprueba en el hecho de que en los países desarrollados usados como referencia la mortalidad post-neonatal es de un 33% de los casos, y en los países latinoamericanos es del 40%. Entre más pobres los países, más alta la proporción de muertes “evitables” que dependen de la calidad del agua, de adecuados servicios de salud y del nivel educativo. Patel (1980) obtuvo para Sri Lanka que las variaciones en los sistemas de abastecimiento de agua regionales están asociadas con la mortalidad infantil. Obtuvo un coeficiente de correlación de 0.82 significativo al 1% de probabilidad.

En general, la mortalidad en los primeros días de vida se asocian frecuentemente a problemas perinatales ya sea acaecidos durante el parto y los primeros días de vida extrauterina. La asfíxia, el trauma obstétrico, la prematurez y las anomalías congénitas están vinculadas a morbi-mortalidad en el período neonatal (0 a 27 días de vida) y este es un período vulnerable para la generación de problemas que podrían llegar a producir diferente grado de discapacidad en el futuro. Dentro de este período, la mayor mortalidad se produce las primeras horas de vida o el primer día. En cambio los problemas post-neonatales (entre 28 y 365 días de vida) están más vinculados a eventos acaecidos en el medio ambiente ya sea en el hogar o comunidad. Las infecciones, la desnutrición y los accidentes son responsables, frecuentemente, del daño del niño en este período de la vida, y son factores en los que se puede incidir con buenos sistemas desinfección y distribución de agua potable, y con adecuada educación y acceso a los servicios de salud de la población.

La mortalidad infantil ha descendido notablemente en Costa Rica durante las últimas tres décadas: en 1965 la tasa (por mil nacidos vivos) era de 79,9, en tanto esa cifra en 2004 era de 9,4. Este descenso de la mortalidad se ha manifestado en todos sus tramos (neonatal y posneonatal), así como se ha visto acompañado por la caída de la mortalidad en los menores de cinco años: en 1965 la tasa para estos menores era de 6,4 (por mil habitantes) y en 1989 de 0,7. No obstante, todavía un tercio de los decesos infantiles serían evitables y más de un cuarto de los correspondientes a los menores de cinco años (CELADE, 1990).

La disminución de la mortalidad posneonatal ha sido más rápida que la neonatal, de tal forma que si en 1965 las defunciones sucedidas en el período posneonatal eran un 64% del total de muertes infantiles, en 1989 esa proporción había descendido al 37%, y al 31 % en el 2000 (WHO, 2006). Como se sabe, la mortalidad de los niños entre uno y once meses (posneonatal) es más sensible a las acciones sanitarias no especializadas que la de los recién nacidos que todavía no alcanzan un mes de vida (CELADE, 1990).

## METODOLOGÍA

Hay un buen número de razones por las que se plantea que los sistemas de administración del acueducto influyen sobre la mortalidad infantil. Estos, como se verá más adelante, son diferentes entre sí en términos de la calidad promedio del agua que suministran (adecuado tratamiento y desinfección), los recursos disponibles, su cobertura dentro de la población meta, las mismas características de la población objetivo en términos de bajo ingreso y nivel de riesgo, calidad de servicio (rápida atención de fugas, niveles de presión y continuidad, etc.), y hasta en el cuidado del ambiente (sus fuentes de agua).

Esa hipótesis se evalúa para toda Costa Rica a través los siguientes pasos:

1. Se identifica el estado de administración del recurso hídrico para consumo humano y su distribución geográfica, con el uso de Sistemas de Información Geográfica y de revisión de documentos y legislación pertinente.
2. Se recopila datos sobre la tasa de mortalidad infantil y de los diferentes entes administradores a nivel de distrito (menor unidad poblacional homogénea para ambos indicadores)
3. Análisis estadístico de grupos cada tipo de administración para determinar si hay diferencias por tipo de administración mediante análisis de variancia de grupos para la tasa de mortalidad infantil. Se adopta la técnica de análisis de variancia (ANOVA por sus siglas en inglés)
4. Discusión acerca de si la eventual causa de las diferencias de grupos son exclusivas del tipo de administración o se deben a otros factores como el grado de desarrollo social de los distritos.

Es un estudio de corte transversal que compara para un momento determinado las tasas de mortalidad infantil existentes en distritos agrupados según el tipo o ente administrador del suministro de agua potable. En el estudio se usa datos de los años 2003 y 2004 para las tasas de mortalidad infantil<sup>3</sup> y datos cuya fuente primaria es el censo del año 2000 para los sistemas de administración prevalecientes en los distritos. Se calculó una tasa de mortalidad infantil post-neonatal, esto es, solamente se consideraron las defunciones ocurridas entre el 28avo día de vida hasta el día 365.

Se optó por usar la tasa de mortalidad infantil post-neonatal promedio de los años 2004 y 2003. Con esto se logró información de más distritos, y se minimizan los efectos de la “no información” presente en los reportes sobre algunos distritos para un año en particular.

Con respecto a la agrupación de los distritos por ente administrador se utilizaron los siguientes procedimientos:

- Primeramente se obtuvo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado (ICAA) (quienes a su vez se basaron en información del Censo 2000<sup>4</sup>) para obtener la cantidad de hogares que reciben el servicio de ICAA, de Comités de Acueductos Rurales (conocidos por sus siglas como CAR, o ASADAS), u otra fuente.

---

<sup>3</sup> La tasa de mortalidad infantil se obtiene de obtener todas las defunciones de niños de edad no mayor a un año exacto, dividirlo entre el total de nacimientos de niños vivos, ambos según la residencia habitual de la madre, y multiplicarlo por 1000. Los datos de defunciones y de nacimientos según residencia habitual de la madre se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadística y Censos, y están disponibles hasta el año 2004.

<sup>4</sup> Ignacio Sáenz, Departamento de Planificación del ICAA. Comunicación personal, diciembre 2005.

- También se consultó a la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A. (ESPH) sobre las poblaciones sobre las que tiene cobertura<sup>5</sup>. Y para completar se consultó a sobre datos de abonados recopilados en la Dirección de Gestión Municipal del IFAM<sup>6</sup>. Finalmente en los distritos en que había duda se consultó a la municipalidad respectiva vía telefónica, siendo estos dos distritos del cantón de Sarapiquí; un distrito de Upala, uno de Los Chiles; tres de Buenos Aires, uno de Golfito y uno de Limón.
- En los distritos en que una parte de su población era servida por un ente, y otra por otros, se utilizó el criterio de definir que pertenece a un único ente si como mínimo dicho ente sirve a 2/3 de la población del distrito (el 67%). En los casos en que esto no se cumplió se definió un nuevo grupo que los incluyera.
- En total se definieron cinco grupos de distritos servidos por:
  - 1) El ICAA
  - 2) Las Municipalidades
  - 3) ASADAS
  - 4) Por ESPH S.A.
  - 5) Entes “múltiples”, esto es, una combinación entre ICAA, Municipal o ASADAS, ninguno de los cuales alcanza a servir el 67% de la población del distrito.

Así se compara si las medias de estos grupos son “estadísticamente” iguales (hipótesis nula) o no, dado el comportamiento de las varianzas de los grupos, con un nivel de confianza del 95%. Se usa para ello el análisis de varianza<sup>7</sup> (ANOVA por sus siglas en inglés) aplicable por cualquier paquete estadístico.

## **ENTES ADMINISTRADORES DEL AGUA EN COSTA RICA**

La responsabilidad de la administración y preservación del recurso hídrico corresponde a varias instancias gubernamentales, siendo las principales el Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) y es quien otorga concesiones y posee la rectoría, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA), el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA), el Ministerio de Salud<sup>8</sup> y la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP).

Las entidades administradoras del agua para consumo humano son: el Instituto de Acueductos y Alcantarillado (ICAA), las Municipalidades, los antiguos Comités Administradores de Acueductos Rurales (CAAR, hoy Asociaciones Administradoras de Agua (ASADAS)), la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) y acueductos privados.

---

<sup>5</sup> Gunar Bolaños. Departamento Comercial. ESPH S.A. Comunicación personal, noviembre 2005.

<sup>6</sup> Dirección de Gestión Municipal. Sección de Administración Tributaria. IX Censo Nacional de Población y de Vivienda. Instituto Nacional de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM). Comunicación personal, enero 2006.

<sup>7</sup> El ANOVA, compara las medias de los grupos de similar tamaño y que presupone varianzas similares entre cada grupo. Sin embargo se puede evaluar este último supuesto con el “test de Levene” (Levene, 1960). En caso de que no haya equidad de varianzas, se pueden aplicar contrastes más rigurosos, como el de Tamhane, y si además (como en el presente estudio), los tamaños de grupos son muy diferentes entre sí, se puede aplicar estadísticos complementarios como el Brown-Forsythe o el Welch (Brown-Forsythe, 1974) para el valor F (estadístico arrojado por el ANOVA) con una significancia cercana al 5%.

<sup>8</sup> La Ley General de Salud N° 5395 vincula y relacionada el agua como medio de transmisión de enfermedades y asigna funciones al Ministerio respecto al recurso hídrico.

## Cobertura del servicio de agua

Costa Rica cuenta con una adecuada cobertura en este campo: 97% de la población tiene servicio de cañería, aunque sólo el 76% recibe agua potable, reduciéndose esa cifra a 51% en las zonas rurales en donde se concentran los mayores niveles de pobreza (Pérez y Alvarado, 2003).

Pérez y Alvarado, 2003 presentan un total de 2 205 acueductos en el año 2002, distribuidos así:

- 1.793 operados por Comités de Acueductos Rurales (CAAR)
- 233 bajo control municipal
- 172 operados por ICAA
- 7 administrados por la Empresa de Servicios Públicos de Heredia

Por otra parte Protti (2004) señala una distribución de población servida de 46,3% para ICAA, 23,9% los comités administradores de acueductos rurales (ASADAS), 16,4% las municipalidades, y 4,7% ESPH.

El Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SNAA), luego Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA) fue creado como institución en el año de 1961 dadas los problemas abastecimiento de agua. En general, el Instituto tiene un mandato legal muy amplio en el que se mezclan competencias directas de prestatario del servicio con competencias relativas a la rectoría del servicio. El artículo 1° de la Ley del AyA (N. 2726 y su reforma Ley N. 5919 de 1976) expresa claramente la competencia rectora en la materia cuando se señala:

“Con el objeto de dirigir, fijar política, establecer y aplicar normas, realizar y promover el planeamiento, financiamiento y desarrollo y de resolver todo lo relacionado con el suministro de agua potable... para todo el territorio nacional se crea el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados”.

Compete al AyA la administración y operación directa de los sistemas de acueductos y alcantarillados en todo el país. La administración de estos servicios puede ser delegada, con excepción de los sistemas del Área Metropolitana y de aquellos sobre los cuales exista responsabilidad financiera y mientras ésta corresponda directamente al Instituto (Artículo 2 Ley Constitutiva del AyA). Cuando algún prestatario por algún motivo no pueda seguir prestando el servicio de suministro de agua potable, deberá asumir el servicio para garantizar su continuidad.

Las Municipalidades tienen a su cargo la administración plena de los sistemas de abastecimiento de agua potable que tradicionalmente han estado bajo su competencia. Por disposición de la Ley Constitutiva del AyA, las municipalidades que estuvieran administrando y operando sistemas al momento de crearse el AyA podrían continuar a cargo de estos siempre y cuando mantuvieran un servicio eficiente y con excepción de aquellos acueductos ubicados en el Área Metropolitana que podrán ser administrados en forma exclusiva por el AyA.

Las municipalidades gozan de autonomía presupuestaria, de esta forma pueden establecer tributos y tasas para financiar la prestación de los servicios locales. En el caso de las tarifas por prestación de servicios públicos, éstas deben ser aprobadas por el Concejo Municipal (Artículo 13 inciso "b" del Código Municipal), además están sujetas a un control posterior por parte de la Contraloría General de la República y no de la ARESEP, como es el caso de las tarifas de ICAA, de ESPH y de ASADAS.

El ICAA ha delegado en las ASADAS buena parte de la provisión del líquido en zonas rurales. Dentro de la estructura del ICAA, existen las Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados (ASADAS), se basan en el Artículo 2, Inciso G, de la Ley Constitutiva del ICAA, el cual obliga a la Institución a la firma de convenios de delegación, los cuales son refrendados por la Contraloría General de la República, con el fin de que las ASADAS, como entes privados regidos por la Ley Asociaciones N° 218, puedan cobrar un servicio público. Los convenios de delegación son la investidura que faculta a las ASADAS<sup>9</sup> para la operación, administración de los recursos y desarrollo de esos sistemas.

El servicio de suministro de agua potable puede ser brindado por particulares de acuerdo al Artículo 5 de la Ley de ARESEP y Artículo 2 de la Ley del ICAA, que establecen la posibilidad de prestatarios privados para los servicios regulados por la ley entre ellos suministro de agua potable. Aún no se ha reglamentado la forma y los requisitos para aquellas empresas o asociaciones que deseen brindar el servicio. (ARESEP, 2004) Por ahora la delegación del servicio por parte del ICAA en empresas privadas corresponde al especial caso de la ESPH.

ESPH es una sociedad anónima de utilidad pública y plazo indefinido, en donde se incorporan de manera voluntaria las corporaciones municipales de la región de Heredia. La Empresa de Servicios Públicos de Heredia se transformó mediante la Ley No. 7787 del 26 de mayo de 1998 en una sociedad anónima de utilidad pública. Este tipo de sociedades no existen como tal en ninguna otra ley general que regule lo relativo a sociedades o asociaciones privadas o públicas por lo que constituye un tipo de sociedad atípica.

**Cuadro 2: Resumen de caracterización de los entes administradores (proveedores) del servicio de agua potable**

<b>Entes</b>	<b>Función</b>	<b>Responde a:</b>	<b>Le supervisan tarifas y calidad:</b>
1. ICAA	Responsable del suministro de agua potable, aunque puede delegar	Propia ley de creación N. 2726 y su reforma Ley N. 5919 de 1976	ARESEP
2. Municipalidades	Administración plena de sistemas que se conservaron al crearse ICAA	CGR y a la Ley de Municipalidades.	Consejo municipal. Puede ser intervenido por ICAA
3. ASADAS	Delegadas por ICAA para provisión (desarrollo y administración) en zonas rurales	ICAA y Ministerio de Salud	ARESEP
4. ESPH	Caso único de delegación de ICAA a una empresa privada (aunque actualmente todo su capital es de 3 municipalidades)	Propia ley de creación No. 7787	ARESEP
5. “múltiples entes”	Según el caso, esto es, quién administre el acueducto.	Según el caso	Según el caso
6. Privados	Solo existen para abastecimiento propio y, salvo ESPH, no existen empresas privadas que ofrezcan el servicio	No se ha definido	No se ha definido

<sup>9</sup> El Ministerio de Salud estableció y reglamentó las Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueducto y Alcantarillados (ASADAS), mediante el Decreto Ejecutivo NO. 29100-S del 1 de diciembre del 2000. Este decreto transformó la conformación y operación de los antiguos Comités Administradores de Acueductos Rurales sometiéndolos a mayor control por parte del AyA. (ARESEP, 2004)

## Calidad del agua

Existen una serie de normas para los sistemas clorados y no clorados tal que cumpla con los requisitos que dicta la norma de calidad, es decir, el Reglamento para la calidad de agua potable<sup>10</sup>. Inclusive se establecen diferentes grados o rangos de cumplimiento lo que determina diferentes grados de calidad del líquido, que van de riesgo mínimo a máximo riesgo. Normalmente las normas más importantes son establecidas respecto a la existencia de Coliformes Fecales, al grado de Turbidez, a la presencia de ciertas sustancias químicas inorgánicas y orgánicas, a la oxibilidad (DQO), principalmente.

En cuanto a la calidad, Pérez y Alvarado (2003), presentan los siguientes datos:

- ESPH: 99% de primera calidad o grado mínimo de riesgo.
- ICAA: 90.6% de primera calidad
- Municipalidades: 73% suministran agua potable de calidad aceptable
- CAAR: 51% suministran agua potable de calidad aceptable.

Sandoval (2001) con datos del departamento de proceso de sistemas de información del ICAA para el año 1999, menciona que el por parte del ICAA la cobertura en agua potable<sup>11</sup> es de un 87%, las municipalidades de un 37% y las ASADAS de un 50%.

El ICAA, como ente rector del suministro de agua potable en todo el país, posee un programa de control y vigilancia de la calidad del agua en los acueductos que opera; esta labor la realiza por medio del Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), concentrándose en dos tipos de análisis, uno el físico-químico y el microbiológico.

El análisis microbiológico, es el que se relaciona con la transmisión de enfermedades tiene mayor peso que el físico-químico, debido a que el primero indica el riesgo de transmisión de enfermedades agudas. Eso quiere decir, que si el agua está contaminada podría ser transmisora de una enfermedad. Con respecto al análisis físico-químico, el agua es mucho más estable y lo que varía principalmente es la turbiedad y el color, lo cual tiene relación directa con el tipo de fuente.

## Entes administradores y desarrollo social

En la Figura 1 aparece ejercicio realizado para visualizar la relación entre los entes administradores del agua y el desarrollo social de los diferentes distritos costarricenses. El mapa de la izquierda presenta la ubicación geográfica de los cinco entes administradores estudiados. En el mapa de la derecha aparece el desarrollo social por distrito. Se ha usado como indicador el Índice de Desarrollo Social<sup>12</sup> (IDS) calculado por MIDEPLAN (1999), dividiendo en distritos de IDS en dos grupos: alto (mayor a 50) y bajo (menor o igual a 50).

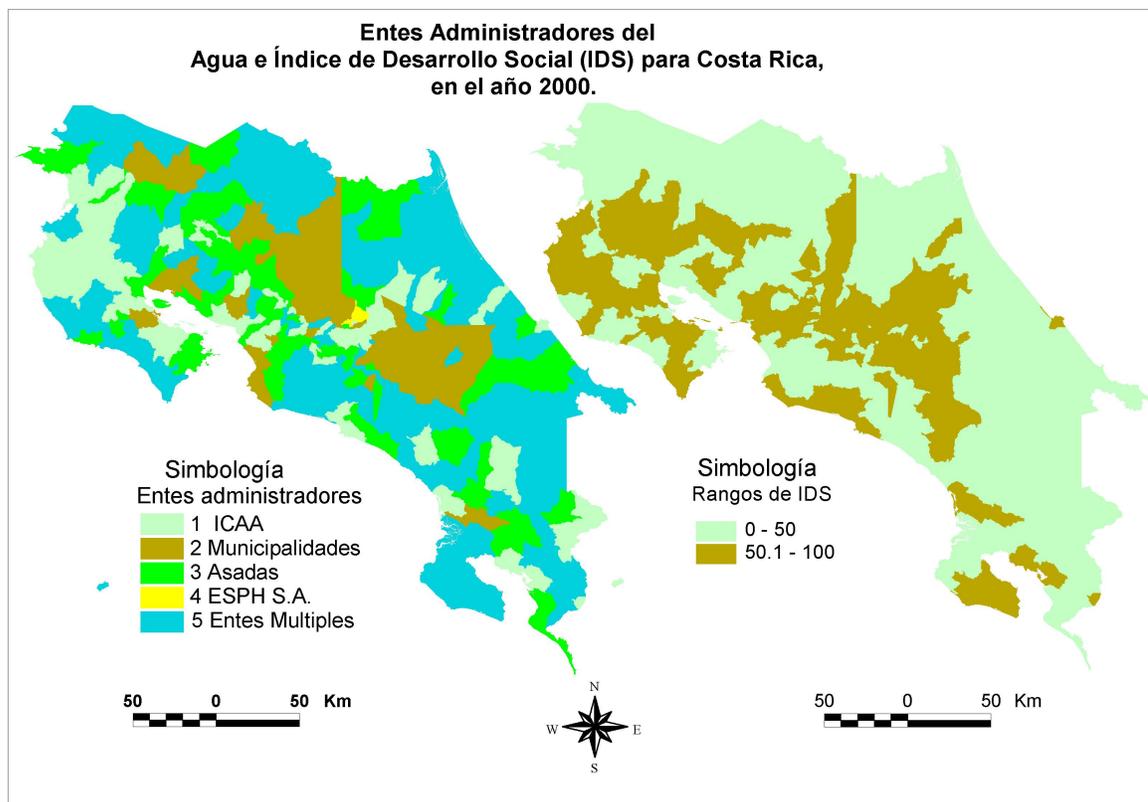
---

<sup>10</sup> Decreto Ejecutivo No. 25991-S del 14 de abril de 1997.

<sup>11</sup> Relación entre la población abastecida con agua que califica como potable respecto al total de la población que le corresponde abastecer al administrador.

<sup>12</sup> Elaborado por MIDEPLAN, con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos, Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Educación, Ministerio del Salud, Compañía Nacional de Fuerza y Luz, Instituto Costarricense de Electricidad, Estimaciones y Proyecciones de Población actualizados a 1996 Costa Rica 1975-2050. El valor del IDS oscila entre 0 y 100, correspondiendo el valor más alto al cantón en mejor situación sociodemográfica y el más bajo al que presenta el mayor rezago en su nivel de desarrollo.

**Figura 1**



Fuente: Elaboración propia, INEC, 2001.

Se observa que muchos distritos con IDS bajo o muy bajo están servidos por ASADAS o por la categoría “entes múltiples”. Al contrario, ESPH, ICAA y “Municipalidades” sirven a cantones con un IDS alto en promedio. El siguiente cuadro presenta la tabulación de las áreas de la figura anterior para evidenciar este hecho:

**Cuadro 3: Distribución porcentual del área servida por cada ente administrador según su desarrollo social**

Ente administrador	Índice de desarrollo social	
	0-50	50-100
1. ICAA	33%	67%
2. Municipalidades	45%	55%
3. ASADAS	86%	14%
4. ESPH	0%	100%
5. “múltiples entes”	80%	20%

FUENTE: Figura 1.

## RESULTADOS

Se agruparon los 469 distritos según el ente administrador. La descripción de cada grupo se presenta en el siguiente cuadro:

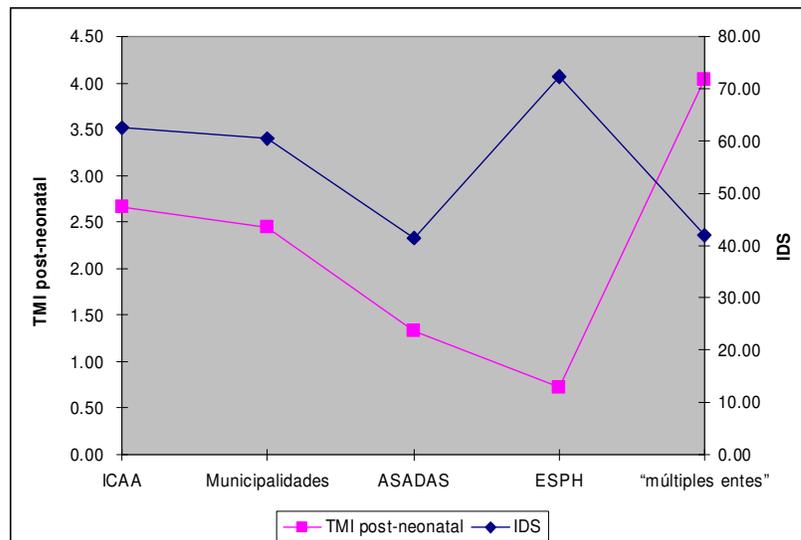
**Cuadro 4: Descripción de los Grupos de análisis (entes administradores) según la tasa de mortalidad infantil post-neonatal que presentan**

Ente administrador	N	Media	Desviación estándar
1. ICAA	131	2.6675	3.89045
2. Municipalidades	137	2.4477	7.09727
3. ASADAS	88	1.3336	3.21518
4. ESPH	12	.7208	1.17386
5. "múltiples entes"	101	4.0301	7.17975
Total	469	2.5936	5.71030

La ESPH es la que tiene una menor TMI post-neonatal promedio (de 0.72 por cada mil nacidos vivos) y solamente tiene 12 distritos a los que brinda servicio. La mayor media la tiene el "ente" múltiple, que significa que los distritos que no tienen un único ente administrador son los que en promedio tienen las mayores tasas de mortalidad infantil post-neonatal.

En este trabajo se ha planteado la hipótesis de que la calidad del agua potable servida a través de cada ente administrador es un factor determinante en la tasa de mortalidad infantil post-neonatal. Otros factores sociales, como salud, educación, acceso a servicios, recogidos en el índice de desarrollo social (IDS) podrían ser determinantes. En este último caso, sería de esperar que distritos con un IDS alto tengan una baja TMI post-neonatal y viceversa. Se realizó el respectivo análisis de regresión entre ambas variables (TMI post-neonatal como variable dependiente), obteniéndose un coeficiente de correlación de -0.072, que equivale a un  $r^2$  de 0.0052 (0.52%), rechazándose la hipótesis de que existe una correlación entre ambas variables. Otra forma de apreciar lo anterior es considerando la siguiente figura:

**Figura 2: Entes administradores según TMI post-neonatal e IDS medios**



En entes administradores cuyos distritos son en promedio de IDS alto, sería de esperar TMI post-neonatal bajas y viceversa. Esto solamente sucede para los grupos ESPH y “múltiples entes”, pero no para los otros tres. Este hecho refuerza la necesidad de encontrar entonces cuál es el factor determinante de las diferencias en las tasas de mortalidad infantil post-neonatales<sup>13</sup>.

El análisis de variancia (ANOVA por sus siglas en inglés) es realizado para determinar si las medias de esos grupos son significativamente diferentes entre sí, lo que significaría que el ente administrador es un factor que causa diferencia en la TMI post-neonatal. El siguiente cuadro presenta los resultados del ANOVA, bajo la hipótesis nula de que todas las medias de los grupos son iguales:

**Cuadro 5: ANOVA para los Grupos de análisis (entes administradores) según la tasa de mortalidad infantil post-neonatal que presentan**

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	391.771	4	97.943	3.057	.017
Dentro de grupos	14835.963	463	32.043		
Total	15227.734	467			

El estadístico  $F = 3.06$  es significativamente diferente de uno, y representa la relación de la varianza entre grupos dividido entre la varianza dentro de grupos, corregidos ambos por los grados de libertad (df) respectivos. El valor Sig. es menor al 5%, nivel de significancia escogido, por lo que se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias.

Como no se cumple la homogeneidad de varianzas<sup>14</sup>, se calcularon 2 estadísticos adicionales para robustecer los resultados del ANOVA, el Welch (7.2) y el Brown-Forsythe (4.05). Para ambos, Con niveles de significancia para ambos estadísticos cercanos a cero, esto es, menores al 5% escogido, se confirma el resultado del ANOVA de que las medias de los grupos son “estadísticamente” diferentes entre sí.

Para determinar específicamente cuáles grupos son los diferentes, se realiza una comparación múltiple que asuma varianzas de los grupos “diferentes”. Esta es una especie de prueba t para la diferencia de las medias, el test de Tamhane:

<sup>13</sup> Vale indicar que la TMI (que incluye la perinatal, neonatal y post-neonatal) si está correlacionada con IDS, pues el estadístico F de la regresión es estadísticamente igual a uno con el 95% de confianza por lo que se acepta la hipótesis de que ambas variables están relacionadas. Esto valida el procedimiento realizado en este estudio de considerar solamente la TMI post-neonatal como la influenciada fundamentalmente por los sistemas de administración del agua.

<sup>14</sup> Se aplicó el test de Lavene para determinar si las varianzas (desviación estándar al cuadrado) son estadísticamente diferentes, resultando un estadístico de Lavene de 6.73 y de acuerdo a su nivel de significancia, SI son significativamente diferentes. Esto trae como consecuencia que las comparaciones múltiples o contrastes se realicen con estadísticos que no requieran el supuesto de homogeneidad de varianzas.

**Cuadro 6: Prueba de Tamhane de comparación múltiple entre Grupos de análisis (entes administradores) según la tasa de mortalidad infantil post-neonatal media**

(I) Grupo	(II) Grupo	Diferencia de medias (I-II)	Error estándar	Sig.
1.00	2.00	.21974	.69514	1.000
	3.00	1.33384	.48271	.061
	4.00	1.94665(*)	.47997	.002
	5.00	-1.36262	.79437	.604
2.00	1.00	-.21974	.69514	1.000
	3.00	1.11410	.69652	.693
	4.00	1.72690	.69462	.136
	5.00	-1.58236	.93977	.626
3.00	1.00	-1.33384	.48271	.061
	2.00	-1.11410	.69652	.693
	4.00	.61280	.48197	.906
	5.00	-2.69646(*)	.79559	.009
4.00	1.00	-1.94665(*)	.47997	.002
	2.00	-1.72690	.69462	.136
	3.00	-.61280	.48197	.906
	5.00	-3.30927(*)	.79392	.001
5.00	1.00	1.36262	.79437	.604
	2.00	1.58236	.93977	.626
	3.00	2.69646(*)	.79559	.009
	4.00	3.30927(*)	.79392	.001

\* La diferencia de medias es significativa al nivel de 0.05.

Esta tabla se interpreta así:

- Las primera columna (I) es cada grupo, que se compara respectivamente con los otros grupos (columna II)
- La comparación es a través de la diferencia de medias del indicador (columna I-II) a la que se le calcula su error estándar (columna Std. Error), el nivel de significancia (columna Sig.)
- El valor Sig. es el que indica si son estadísticamente iguales (hipótesis nula, cuando Sig es mayor a 0.05 ó 5%). Cuando Sig es menor a 0.05 quiere decir que son estadísticamente diferentes.

Por lo tanto, de la tabla se observa que:

- el grupo 1 (ICAA) es solamente diferente al 4 (ESPH);
- el grupo 2 (Municipalidades) no se diferencia del resto de grupos,
- el grupo 3 (ASADAS) es diferente del grupo 5 (entes múltiples);
- el grupo 4 (ESPH) es diferente tanto del grupo 1 como del grupo 5;
- y el grupo 5 es diferente del grupo 3 y 4.

Esto significa que los entes administradores de mayor “éxito” (menores TMI post-neonatales logradas) son la ESPH y las ASADAS y que distritos que presentan entes múltiples, administración municipal, o inclusive ICAA, fallan en lograr bajas TMI post-neonatales, con diferencias o no, según el caso, significativas entre si.

## DISCUSIÓN

La mortalidad infantil en el país, en el período comprendido entre 1920 al 2004, ha descendido de 248.3 a 9.25 por mil nacidos vivos. Las muertes infantiles son predominantemente neonatales. En el período comprendido de 15 años, entre 1987 y 2001, la mortalidad perinatal y neonatal ha aumentado su peso en la mortalidad infantil, pasando de representar el 58% del total de muertes de menores de un año a más del 69% en el último año. En ese período la tasa ha descendido en 6.62 puntos, de los cuales 4 corresponden al período post-neonatal. (Ministerio de Salud, 2002)

Si se está pensando en reducir la mortalidad infantil, es útil dividir la mortalidad según el tiempo en que ocurre. La mortalidad perinatal y neonatal (en los primeros días de vida hasta los 27 días de vida) se asocia frecuentemente a problemas “médicos” acaecidos durante el parto y los primeros días de vida extrauterina. La asfixia, el trauma obstétrico, la prematurez y las anomalías congénitas y problemas que podrían llegar a producir diferente grado de discapacidad en el futuro. La mortalidad post-neonatal (entre 28 y 365 días de vida) está vinculada a eventos acaecidos en el medio ambiente ya sea en el hogar o comunidad. Las infecciones, la desnutrición y los accidentes son responsables, frecuentemente, del daño del niño en este período de la vida.

El presente estudio se refiere a este último periodo de deceso, la tasa de mortalidad infantil post-neonatal, que si bien tiene un peso relativo menor, no deja de ser importante. Sobre esta mortalidad se puede incidir con buenos sistemas desinfección y distribución de agua potable, y con adecuada educación y acceso a los servicios de salud de la población.

Para verificar la relación entre agua y TMI post-neonatal en el caso de Costa Rica, se determinó cuáles son los entes que proveen el servicio de agua potable en los diferentes distritos del país, y, dadas sus diferentes características, se planteó la hipótesis de que el ente proveedor (o administrador) es un factor que explica la variación de la TMI post-neonatal entre distritos.

Primeramente se descartó la influencia de otros factores, como los factores sociodemográficos a través del estudio de la relación entre el Índice de Desarrollo Social (IDS) y la TMI post-neonatal. El IDS constituye un indicador resumen que mide las brechas geográficas entre las diferentes áreas del país (cantones y distritos), esta compuesto por las siguientes variables:

- Infraestructura educativa,
- Acceso a Programas Educativos Especiales,
- Porcentaje de defunciones de 0 a 5 años respecto a la mortalidad general,
- Porcentaje de retardo en talla de la población de primer grado de escuela,
- Consumo promedio mensual de electricidad residencial.
- Porcentaje de nacimiento de niños (as) de madres solas.
- IDS promedio cantonal.

No se pudo probar que existiera relación entre estas dos variables, por lo que se debe pensar en otras variables que estén omitidas dentro del cálculo del IDS. El IDS no recoge adecuadamente el “acceso” a servicios de salud o calidad del agua, que son variables que por razones lógicas se pueden vincular a la TMI post-neonatal.

Si se demostró, a través de la técnica del análisis de varianza que el ente administrador es un factor que explica la variación de la TMI post-neonatal entre distritos.

Por lo tanto, si se quiere reducir la TMI se debe hacer:

- 1) Aplicar diferentes estrategias según sea el periodo de la TMI, perinatal y neonatal de una forma y post-neonatal de otra forma.
- 2) Para las dos primeras no se ha definido nada en este estudio, pero hay indicios de que se debe trabajar sobre variables “médicas”.
- 3) Para reducir la TMI post-neonatal se debe obrar en la calidad del agua potable. El ICAA debería optar por la delegación de la provisión del servicio en entes administradores basados en el control (en términos de definición de tarifas y control de calidad) por parte de ARESEP, y no por Consejos Municipales que son más susceptibles a aplazar medidas como la colocación de medidores, la ejecución de ciertas inversiones, etc.

El ICAA debe revisar el servicio que provee en algunos distritos que elevan su TMI post-neonatal promedio, como el distrito Catedral de San José, Patarrá de Desamparados, Mercedes de Montes de Oca, Concepción de Atenas, San Ramón de La Unión, Buenos Aires de Puntarenas, San Vito y Sabalito de Coto Brus. Todos ellos tienen una TMI post-neonatal mayor a 7 por cada mil nacidos vivos.

Finalmente el estudio evidencia una mejora en buena parte de las ASADAS, caracterizadas en la década de los noventa por los malos resultados en términos pasados de calidad de agua. A partir de su reforma en el año 2000, en que están bajo un control más directo de ICAA y que son controlados en términos de calidad y tarifas por ARESEP, puede haberse dado esta mejoría, que ha desembocado en que sus distritos servidos tengan bajas TMI post-neonatales.

Sin embargo hay buena cantidad de distritos (una centena del total de 469) con provisión del servicio de acueducto por parte de varios entes, sin que predomine ninguno en particular. En esos distritos es donde se presentan las más altas TMI post-neonatales. Es allí donde tanto ASADAS, como cualquier otro ente estarían fallando en la provisión de un servicio de calidad. Una hipótesis para investigar en estudios futuros es que estos distritos son a los que se ha venido dotando del recurso en tiempos más recientes, por lo que exhiben un patrón desordenado de desarrollo del acueducto en sus primeras etapas (estado actual, en que ningún proveedor predomina). Pero en etapas futuras, donde algún ente administrador asuma las inversiones para mejorar el sistema, y por lo tanto se haga dominante, pasará a comportarse como alguno de los otros grupos estudiados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARESEP. 2004. *Sector Agua Potable y Saneamiento*. San José, Costa Rica.

Brown, M. & Forsythe, A. (1974c). *The ANOVA and Multiple Comparisons for Data with Heterogeneous Variances*. *Biometrics*, **30**, 179-184.

CELADE. 1990. *La Mortalidad en la Niñez en Centroamérica, Panamá y Belice, Costa Rica 1980-1989*. San José, Costa Rica.

Galiano, Gertler and Schargorodsky. 2005. *Water for life: the impact of the privatization of water services on child mortality*. En "Journal of Political Economy" Vol. 113, año 2005, pp 83 a 120.

- Levene, H. 1960. In *Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling*, I. Olkin et al. eds., Stanford University Press, pp. 278-292.
- Ley No. 5395 de 30 de octubre de 1973 Publicada en La Gaceta No. 222 de 24 de noviembre de 1973. ULTIMAS REFORMAS: Ley No. 7600 de 2 de mayo de 1996. La Gaceta No. 102 de 29 de mayo de 1996 Ley No. 5789 de 1 de setiembre de 1975. La Gaceta No. 178 de 20 de setiembre de 1975 Ley No. 6430 de 15 de mayo de 1980. Ley No. 7093 de 22 de abril de 1988.
- Ministerio de Salud. 1995. *Diagnóstico Perinatal*. San José.
- Ministerio de Salud. 2002. *Boletín Epidemiológico del Ministerio de Salud*. Semana 10, año 2002. Costa Rica. Disponible digitalmente en:  
<http://www.netsalud.sa.cr/ms/estadist/boletin/a2002/s10boletin.htm> (accesado en noviembre 2005)
- Organización Panamericana de la Salud. 1996. *La calidad del agua potable en América Latina: Ponderación de los riesgos microbiológicos contra los riesgos de los subproductos de la desinfección química*. Rosario Castro editora. ILSI Press. Washington DC.
- Patel. 1980. *Efecto del Servicio Sanitario y de los Factores Ambientales en la Mortalidad Infantil. El caso de Sri Lanka*. Journal Epidemiology and Comunita Healt.
- Pérez Maribel y Alvarado Ronulfo. 2003. *Dirección de Gestión Municipal, Sección de Investigación y Desarrollo, Acueductos Municipales*. Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM). Serie Servicios Municipales: N° 1. 87p. Disponible en:  
[http://www.ifam.go.cr/PaginaIFAM.aspx/ifam/cat\\_np\\_20.aspx](http://www.ifam.go.cr/PaginaIFAM.aspx/ifam/cat_np_20.aspx)
- Protti, Fiorela. 2004. Informe de un estudio realizado en el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAAa) sobre los sistemas de acueductos y alcantarillados administrados por las comunidades. INFORME No. DFOE-PR-17-2004. División De Fiscalización Operativa Y Evaluativo, Área de Servicios Públicos Remunerados, Contraloría General de la República, San José, Costa Rica. 24 pp.
- Protti, Fiorela. 2004 (B). Informe de un estudio realizado en el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA) sobre las etapas constructivas de los sistemas de acueductos comunales. INFORME No. DFOE-PR-18-2004. División De Fiscalización Operativa Y Evaluativo, Área de Servicios Públicos Remunerados, Contraloría General de la República, San José, Costa Rica. 46 pp.
- Sandoval, José. 2001. Importancia de la disponibilidad y calidad del agua sobre la salud y el desarrollo socioeconómico: el caso de Costa Rica. Tesis de maestría en Política Económica, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 171 pp.
- WHO (World Health Organization) 2006. Table 2 – Infant death in line, link:  
[http://www3.who.int/whosis/mort/table2.cfm?path=mort.mort\\_table2&language=english](http://www3.who.int/whosis/mort/table2.cfm?path=mort.mort_table2&language=english). In: World Health Organization. Mortality database. Enero, 2006.