



Darner A. Mora Alvarado¹



Ana Mata Solano³



Horacio Chamizo García²

ESTUDIO EXPLORATORIO SOBRE LA INCIDENCIA DE CÁNCER GÁSTRICO Y LOS CONTENIDOS DE NITRATOS EN EL AGUA POTABLE EN COSTA RICA

Palabras claves: Cáncer gástrico, nitratos, distritos, Coeficiente de Correlación de Pearson, Costa Rica, agua.

Resumen

La Organización Mundial de la Salud (OMS) indicó en sus Guías de calidad de agua de bebida en 1995 (volumen 2) lo siguiente: “Los estudios epidemiológicos ecológicos o de correlación geográfica proporcionan datos sugerentes que parecen indicar la existencia de una relación entre la exposición alimentaria de nitratos y el cáncer, en particular el de estómago. Sin embargo, estudios analíticos más definitivos, no han confirmado estos resultados”. A pesar que esta correlación no se ha probado estadísticamente, varios medios de comunicación en Costa Rica han vinculado los contenidos de nitratos en las aguas para consumo humano como un factor de riesgo para padecer cáncer gástrico. En razón de esta incertidumbre existente, se realizó un estudio exploratorio ecológico sobre la incidencia de cáncer gástrico y los contenidos de nitratos en aguas para consumo humano, suministradas en 458 distritos ubicados en el territorio nacional. Para cumplir con el mencionado objetivo, se utilizaron las tasas de mortalidad provocadas por este tumor maligno en el trienio 1999-2001 y las concentraciones

promedio de nitratos en mg/L en las aguas de bebida en cada distrito. Para efectos estadísticos, se calcularon los índices de mortalidad estandarizados (IME) como método indirecto, y se usó el coeficiente de correlación de Pearson, con el objetivo de analizar si existe o no relación entre ambas variables (cáncer gástrico y nitratos en el agua). Los resultados de este estudio exploratorio ecológico comprobaron la no existencia de asociación entre ambas variables. Es decir, se rechaza la hipótesis de estudio y se acogió la hipótesis alternativa “los contenidos de nitratos en el agua de bebida no son un factor de riesgo para padecer cáncer gástrico en Costa Rica”. Por último, se recomienda a las autoridades de salud divulgar los resultados de esta investigación, con el propósito de eliminar la confusión existente en la población costarricense.

¹ MSc. En Salud Pública - Director del Laboratorio Nacional de Aguas.

² MSc. En Salud Pública - Profesor de la Escuela de Salud Pública de la UCR.

³ Licda. En Microbiología y Química Clínica del Laboratorio Nacional de Aguas.

Introducción

Los nitratos y nitritos son iones presentes en la naturaleza que forman parte del ciclo del nitrógeno. Su distribución es muy variada; se encuentra en el aire, suelos, alimentos y aguas. Como nitrógeno atmosférico, las concentraciones promedio normales son de 0.14 a 0.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (microgramos por metro cúbico de aire), aunque en algunos países industriales se han reportado valores promedio de 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En estos mismos países, las aguas de lluvia alcanzan valores de 5mg/L (miligramos por litro). Sin embargo, la mayor fuente de nitratos son los alimentos. Las carnes aportan de 2.7 a 945 mg/Kg y los vegetales contienen de 200 a 2500 mg/Kg; por ejemplo, las lechugas y las espinacas tienen concentraciones de 2500 mg/Kg⁽¹⁾.

En el caso de las aguas superficiales, los valores normales oscilan entre 0 y 5 mg/L, mientras que las aguas subterráneas varían de 0 a 9 mg/L; pero se han observado valores que alcanzan varios centenares de nitratos/L⁽²⁾. Dicho incremento se debe al uso intensivo de fertilizantes nitrogenados y a la lixiviación de la materia fecal de los animales y del propio ser humano⁽³⁾. En algunos países, el 10% de la población puede estar expuesta a concentraciones de nitratos superiores a 50 mg/L en el agua de bebida. En este sentido, en zonas agrícolas de la India, se han cuantificado hasta 1500 mg/L de nitrato en fuentes de agua.

En Costa Rica, en 5000 análisis de nitratos realizados en 3983 fuentes de agua, ubicadas en todo el territorio nacional (período 1996-2002), el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) estimó que el 81,5% presentaba concentraciones inferiores a 10 mg/L; el 12,5% contienen concentraciones entre 10 a 25 mg/L; el 4,6% oscilan entre el 25 a 50 mg/L y solamente el 1,5% presentan en algunos análisis datos superiores a 50 mg/L⁽⁴⁾.

En relación con los valores máximos permisibles, la Organización Mundial de la Salud

(OMS)⁽⁵⁾ y el Reglamento para la Calidad del Agua Potable de Costa Rica⁽⁶⁾ señalan el valor de 50 mg/L. Es decir, el agua es de calidad no potable si sobrepasa el valor antes indicado. En este aspecto, los altos contenidos de nitratos pueden inducir a la enfermedad denominada "Metahemoglobinemia" en niños lactantes, lo cual disminuye su capacidad para captar oxígeno a nivel de glóbulos rojos⁽⁷⁾.

Por otra parte, aunque los experimentos realizados parecen indicar que los nitratos y los nitritos no son directamente cancerígenos para los animales, ha existido cierta inquietud acerca del aumento del riesgo de cáncer en los seres humanos, debido a la formación endógena y exógena de compuestos N-nitrosos; muchos de los cuales podrían ser cancerígenos. En este aspecto, la OMS ha evolucionado sus conceptos señalados en 1995 "Los estudios epidemiológicos ecológicos o de correlación geográficas proporcionan datos sugerentes que parecen indicar la existencia de una relación entre la exposición alimentaria a nitratos y el cáncer, en particular el de estómago, pero estudios analíticos más definitivos no han confirmado estos resultados. Ha de reconocerse que posiblemente intervienen muchos factores, además de la exposición a nitratos presentes en el medio"⁽⁸⁾. En la tercera edición de las "Guías para la calidad del agua de bebida", publicada en el 2004, la OMS indica que "existe mucho peso en contra de la asociación entre nitrato y nitrito en el agua y el cáncer en humanos"⁽⁹⁾. Como se observa, el máximo organismo en salud en el mundo ha cuestionado la posible relación entre nitratos y cáncer; sin embargo, en Costa Rica algunos medios de comunicación, en forma sensacionalista, han vinculado en el año 2005 (abril) los contenidos de nitratos en agua subterráneas y la incidencia de cáncer gástrico (CG) en el territorio nacional^(10,11,12).

En razón de lo anterior y debido a la incertidumbre existente en nuestra población, pero sobretodo, fundamentados en la obligación que tiene el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA)⁽¹³⁾ como ente rector en el

suministro de agua de calidad potable en Costa Rica, se decidió realizar la presente investigación exploratoria sobre la incidencia de CG y los contenidos de nitratos en las aguas para consumo humano, en los 458 distritos del país, mediante el abastecimiento a acueductos operados por el AyA, los municipios y los Comités de Acueductos Rurales y/o Asociaciones Administradoras de Acueductos (CAARs y/o ASADAS).

Objetivos

1. General.

Analizar si existe o no relación estadísticamente significativa entre la incidencia del CG y los contenidos de nitratos en las ACH, suministradas en 458 distritos de Costa Rica, mediante la realización de un estudio exploratorio ecológico, con el propósito de establecer si los nitratos en el agua son o no un factor de riesgo sobre la mencionada neoplasia.

2. Específicos.

- Determinar las concentraciones de nitratos (mg/L) en las ACH que abastecen los 458 distritos estudiados.
- Analizar la evolución de la incidencia de CG en Costa Rica.
- Calcular la mortalidad de CG por distrito en el trienio 1999-2001.
- Analizar si existe o no correlación ecológica, estadísticamente significativa, entre las concentraciones de nitratos en el ACH y los datos de mortalidad por CG producidos en el trienio 1999-2001.

Materiales y métodos

Para cumplir con los objetivos antes indicados, se siguieron los siguientes pasos:

1. Definición del tipo de estudio.

El tipo de estudio se clasifica como exploratorio epidemiológico ecológico sobre los contenidos de nitratos en las ACH suministradas en cada distrito y la incidencia de CG en Costa Rica.

2. Contenidos de nitratos en los acueductos distritales.

Las concentraciones promedio de nitratos en los acueductos se obtuvieron de los datos históricos de calidad del Laboratorio Nacional de Aguas, realizados de conformidad con los Métodos estándar⁽¹⁴⁾.

3. Incidencia y mortalidad por cáncer gástrico.

Los datos de incidencia y mortalidad por CG se calcularon con los datos proporcionados por el Ministerio de Salud (Registro Nacional de Tumores) y los registros accesibles por demografía y mortalidad en el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y el Centro Centroamericano de Población (CCP-UCR).

4. Planteamiento del problema de la investigación.

La presente investigación se originó ante la incertidumbre existente en la población sobre la relación entre nitratos y el CG en Costa Rica. En concreto el problema se define de la siguiente forma: “Existen dudas entre la población sobre el papel de los contenidos de nitratos en las ACH y la incidencia de CG en Costa Rica”.

5. Hipótesis de la investigación

A. Hipótesis de estudio:

“Los contenidos de nitratos en las ACH suministradas en cada distrito, son un factor de riesgo para aumentar la probabilidad de casos de CG en la población correspondiente.”

B. Hipótesis alternativa:

“Las concentraciones de nitratos en las ACH suministradas en cada distrito, no tienen ninguna correlación estadística con la incidencia de CG, en la población correspondiente.”

6. Análisis estadístico de los datos de los contenidos de nitratos en las aguas de consumo y la mortalidad por cáncer gástrico

Como se indicó anteriormente, se trabajó con tres fuentes de información a nivel de distritos, que es la unidad de observación y análisis utilizada:

- Datos de población, según grupos de edades quinquenales correspondientes a proyectos de población.
- Resultados de defunciones por CG por datos etarios quinquenales, correspondientes al trienio 1999-2001 (último consolidado disponible digitalmente).
- Datos sobre el contenido promedio de nitratos (mg/L) en el ACH, suministrada por el Laboratorio Nacional de Aguas.

El conocimiento de la estructura por edades de la población permitió la construcción de indicadores de morbilidad y mortalidad, estandarizadas por edad en el método indirecto. Estos son indicadores de mayor validez para análisis comparativo entre áreas de salud, ya que la estructura por edades puede enmascarar los efectos que tiene el contexto socioeconómico y ambiental, en el perfil epidemiológico y las necesidades de salud (efecto de confusión). A partir de esta información, se contó también con estimadores de riesgo relativo puntuales y por intervalos (estandarizados), lo que facilita el análisis comparativo entre unidades geográficas y temporales. Los métodos de estandarización de tasas han sido aplicados tradicionalmente en estudios evolutivos de la mortalidad y comparación de áreas geográficas^(15, 16 y 17). El indicador de riesgo rela-

tivo estandarizado, utilizado en el análisis, es el IME (Índice de Mortalidad / Morbilidad Estandarizada). Es un método de estandarización indirecto. Se trata de un procedimiento muy utilizado en investigaciones epidemiológicas cuya equivalencia empírica con la estandarización directa es reconocida especialmente cuando se trabaja con números pequeños, debido a que disminuye la variabilidad de los resultados sobre el riesgo relativo⁽¹⁸⁾. Esta es precisamente la situación que se tiene en el presente estudio, cuando se trabaja con causas de mortalidad poco frecuentes a nivel de áreas pequeñas. Por otra parte, se ha considerado como muy relevante el concepto del error estándar en el análisis ecológico. Una limitación de los métodos de estandarización se produce cuando se trabaja con números reducidos, muy propio de las áreas pequeñas en el análisis espacial. En este caso los datos son poco estables, presentando una variabilidad elevada. Esto significa que aún cuando se trabaja con probabilidades, es difícil comparar tasas de poblaciones cuyo tamaño difiere, ya que no serían igualmente estables.

Para facilitar el análisis se ha utilizado el coeficiente de correlación de Pearson, que permite explorar asociaciones lineales entre variables medidas en escalas continuas, como es el riesgo de morir por cáncer y las concentraciones de nitratos en mg/L en el ACH, suministrada en cada uno de los distritos estudiados.

7. Fortalezas y debilidades de los estudios epidemiológicos de tipo ecológico

7.1 Fortalezas

- Los estudios ecológicos utilizan información secundaria que disminuye el tiempo y los costos asociados con la producción y procesamiento de información primaria.
- En el caso de Costa Rica, la información secundaria sobre la incidencia y mortalidad de CG y las características físico-químicas

y microbiológicas, como los contenidos de nitratos en las ACH, son accesibles en el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), el Registro Nacional de Tumores y en el Laboratorio Nacional de Aguas, respectivamente.

- El tipo de diseño ecológico es el más válido cuando se trata de contextualizar el perfil epidemiológico y las necesidades de salud, ya que considera como unidades de análisis los espacios geográficos poblacionales y no los individuales.
- Este tipo de estudios no consideran muestras, sino la totalidad de la población agrupada por áreas geográficas, lo que significa la eliminación de errores aleatorios y de muestreo. Se trabaja sobre todo, con información oficial, la que generalmente, ha estado sometida a los procedimientos institucionales de control de calidad, además de constituir registros de información consolidados y procedimientos establecidos hace muchos años.

7.2 Debilidades o limitaciones

- Los principales problemas de validez de los resultados que se esperan a partir de este tipo de diseño, son el sesgo de falacia ecológica, que es el error que se comete cuando se pretende transferir las conclusiones obtenidas a nivel agregado poblacional hacia el nivel individual.
- Podrían existir otros sesgos asociados con la información registrada, debido a subregistros o subdiagnósticos de casos.
- El diseño ecológico no brinda información sobre la distribución conjunta de la variable incidencia y la variable exposición. Esto quiere decir por ejemplo, que la estadística sobre enfermedades puede agruparse a nivel de cantones, pero la información ambiental y socioeconómica no siempre coin-

cide con estos límites. De hecho, la situación económica, ambiental y demográfica, etc., al interior de los cantones y distritos es heterogénea.

- El análisis de correlación en estudios ecológicos depende del número de unidades espaciales que se tengan. Es decir, la correlación puede ser afectada por la modificación del tamaño de las áreas; pero esto no depende ni puede ser controlado por el analista.
- Por último, es importante aclarar que si los resultados de la investigación demuestran la existencia de correlación estadísticamente significativa, entre las dos variables estudiadas (CG versus nitratos en el agua), dichos resultados deben tomarse como una hipótesis de estudio, para realizar análisis epidemiológicos más profundos, con el fin de poder concluir la existencia de causalidad o calificar a los nitratos como factor de riesgo, para aumentar la incidencia de CG en determinada zona geográfica. Sin embargo, si los resultados indican la no existencia de correlación entre ambas variables, se puede concluir que los nitratos en el agua no tienen ninguna relación con la incidencia de CG.

Resultados y discusión

1. Incidencia y mortalidad del cáncer gástrico en Costa Rica

En el cuadro 1, se presenta la incidencia anual por tumores malignos más frecuentes, según sexo y localización en Costa Rica en el período 1990-2000. En dicho cuadro, se evidencia que el CG en hombres ocupa el segundo lugar y en mujeres el cuarto lugar.

Cuadro 1. Incidencia anual por tumores malignos mas frecuentes según sexo y localización. Costa Rica 1990-2000 (tasas ajustadas *)

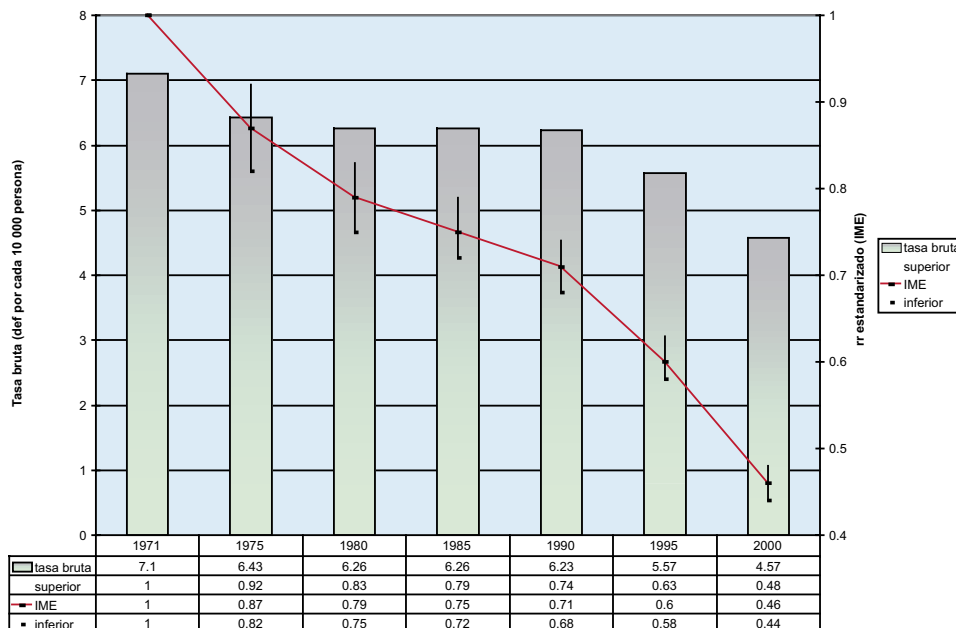
Sexo y localización	Año										
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Varones											
Piel	40.00	40.85	35.54	40.90	39.19	36.34	39.13	45.01	46.20	46.05	41.28
Estómago	35.63	45.20	36.83	36.76	37.32	42.90	41.41	38.51	37.59	36.56	35.22
Próstata	17.86	19.95	26.41	22.67	29.01	34.89	35.37	33.40	39.33	50.40	45.10
Pulmón	14.35	9.14	8.78	9.95	11.84	12.01	13.49	12.27	11.69	12.92	11.28
Colon	5.05	4.82	4.64	5.99	6.53	5.99	8.73	6.78	8.42	7.89	6.50
MUJERES											
Piel	36.66	36.60	31.33	35.16	34.71	33.92	36.84	38.33	40.93	37.63	33.99
Mama	25.96	28.24	27.94	32.03	27.06	30.28	31.97	31.57	37.66	37.22	37.88
Cuello del útero **	22.80	23.90	20.86	22.80	22.02	20.58	18.26	17.78	19.60	20.49	18.17
Estómago	16.24	19.22	14.45	16.06	15.63	21.18	21.08	19.77	19.79	18.84	18.64
Colon	5.84	5.41	5.35	5.49	6.74	6.99	7.15	7.92	7.53	8.14	7.41

- * Tasas estandarizadas por edad 100.000 (método directo, población estándar mundial).
- ** Invasor.
- Fuente: Ministerio de Salud. Unidad de Estadística, Registro Nacional de Tumores .

En el gráfico 1, se muestra la disminución sostenida del riesgo bruto de morir por CG y el

riesgo relativo estandarizado por edad. Esta disminución es más marcada a partir de 1990.

Gráfico 1. Mortalidad por cáncer gástrico: 1971-2000.



2. Contenido de nitratos en los acueductos por distritos.

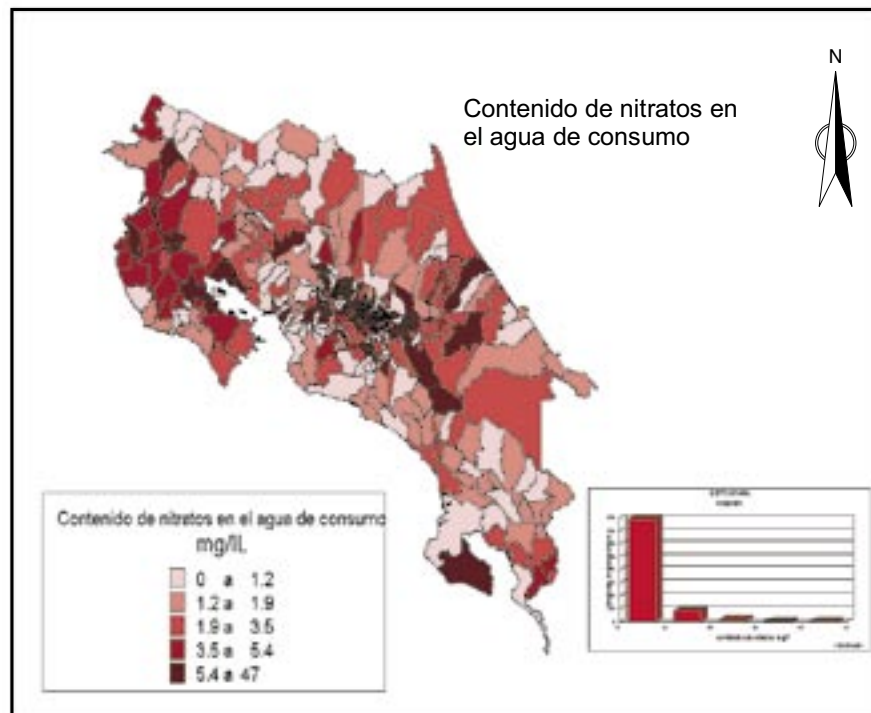
En el cuadro 2, se presenta como ejemplo, y en forma parcial, el resumen de los nombres de

los distritos; el número de casos esperados de CG por el IME (índice de mortalidad estandarizada) y el contenido de nitratos en las ACH en cada distrito.

Cuadro 2. Resumen por distritos de los índices de mortalidad estandarizados de cáncer gástrico vs. concentración de nitratos y origen del agua de las fuentes de abastecimiento de los diferentes acueductos. 1999 a 2001.

Distrito	Total casos esperados	Casos observados	IME rr estándar	Lím superior	Lím inferior	Mortalidad bruta	Promedio nitratos mg/L	Origen del agua (%)	
								Superficial	Subterránea
10101: Carmen	6	13	2.17	3.34	0.99	37.93	3.41	100	
10102: Merced	11.41	10	0.88	1.42	0.33	7.17	3.41	100	
10103: Hospital	16.63	24	1.44	2.02	0.87	9.63	3.41	100	
10104: Catedral	16.93	13	0.77	1.19	0.35	8.27	3.41	100	
10105: Zapote	17.23	19	1.1	1.6	0.61	8.92	3.93	100	
10106: San Francisco de Dos Ríos	14.92	7	0.47	0.82	0.12	3.14	3.41	100	
10107: Uruca	9.68	7	0.72	1.26	0.19	2.5	12.5		100
10108: Mata Redonda	8.82	7	0.79	1.38	0.21	7.32	12.5		100
10109: Pavas	32.8	25	0.76	1.06	0.46	3.19	12.5		100
10110: Hatillo	32.81	24	0.73	1.02	0.44	4.25	7.1	100	
10111: San Sebastián	24.54	11	0.45	0.71	0.18	2.47	7.1	100	
10201: Escazú	7.88	11	1.4	2.22	0.57	8.63	19.01		100
10202: San Antonio	8.46	9	1.06	1.76	0.37	4.2	6.45	100	
10203: San Rafael	10.24	8	0.78	1.32	0.24	4.05	19.2		100
10301: Desamparados	20.72	27	1.3	1.79	0.81	7.2	1.7	100	
10302: San Miguel	10.86	11	1.01	1.61	0.41	3.77	1.14	100	
10303: San Juan de Dios	5.81	6	1.03	1.86	0.21	3.51	2.92	100	
10304: San Rafael	5.61	5	0.89	1.67	0.11	3.73	3.41	100	
10305: San Antonio	5.9	3	0.51	1.08	0.07	2.98	3.41	100	

Mapa 1. Contenido de nitratos en el agua para consumo humano por distrito.



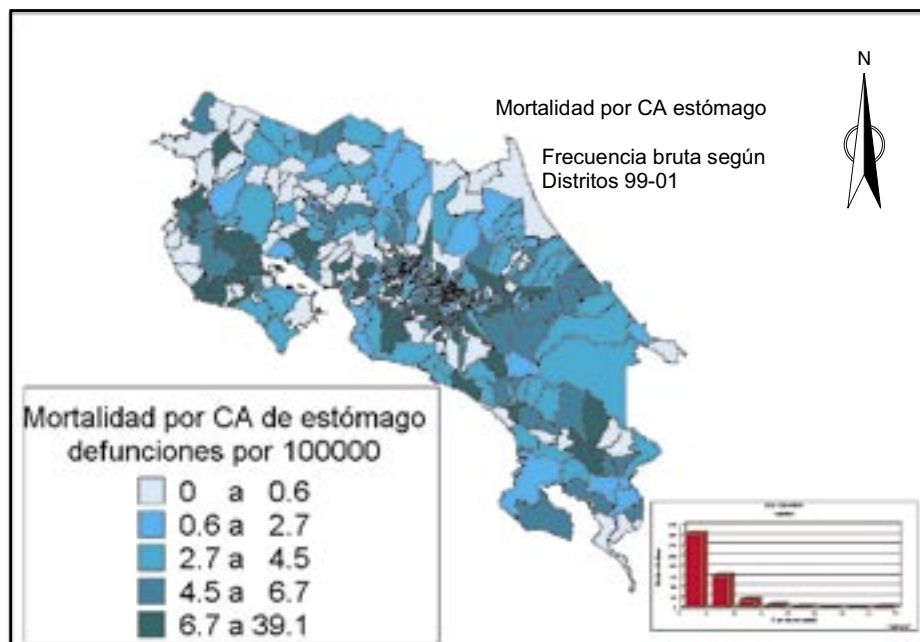
Fuente: Elaboración propia.

El mapa 1 muestra una zona correspondiente a los cantones del Valle Central con los valores promedio más altos. Otras zonas con valores altos donde predomina el uso del suelo agrícola son la península de Nicoya, el Caribe y algunas zonas

de Cartago.

Para efectos de este estudio ecológico se calculó la mortalidad por CG, según frecuencia bruta por distrito en el trienio 1999-2001.

Mapa 2: Mortalidad bruta por cáncer gástrico, por distrito en Costa Rica 1999-2001.



Fuente: Elaboración propia.

El mapa 2 muestra conglomerados espaciales localizados hacia el centro del país, desde el Valle Central siguiendo la dirección oeste hacia la zona del Caribe. Esta es la zona más importante de alta probabilidad bruta de morir de CG; pero sin ser la única. Se aprecian otros conglomerados hacia el norte de la península de Nicoya y también hacia el Pacífico Sur.

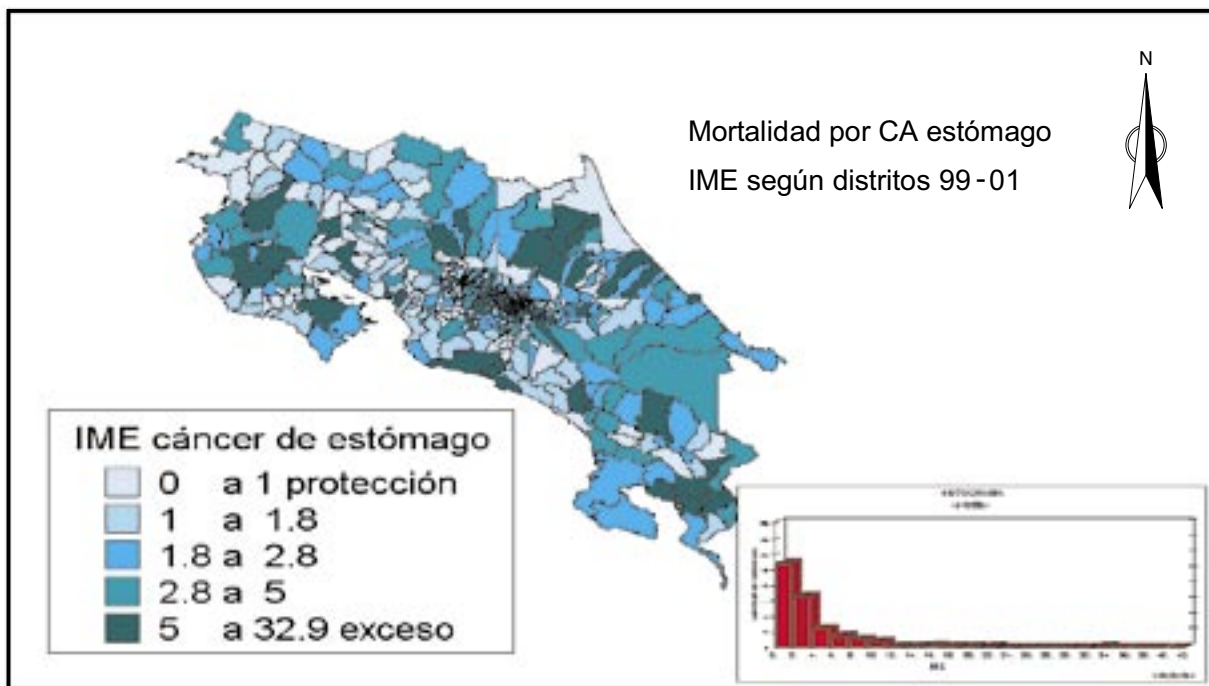
Cabe resaltar la situación de los distritos del Valle Central con valores que superan casi siempre las 4,5 defunciones por cien mil personas en

el período de tres años (1999-2001).

Las probabilidades más bajas se concentran al norte del Valle Central, en una zona que se extiende hasta la frontera norte con Nicaragua. Esta zona de baja probabilidad se extiende de oeste a este, estructurando al país en dos zonas: la norte de baja probabilidad de morir y la sur con probabilidades muy altas.

El patrón espacial del riesgo de morir de cáncer de estómago estandarizado por edad, se muestra en el mapa 3:

Mapa 3: Mortalidad por cáncer gástrico: Índice de mortalidad por distritos 1999-2001.



Fuente: Elaboración propia.

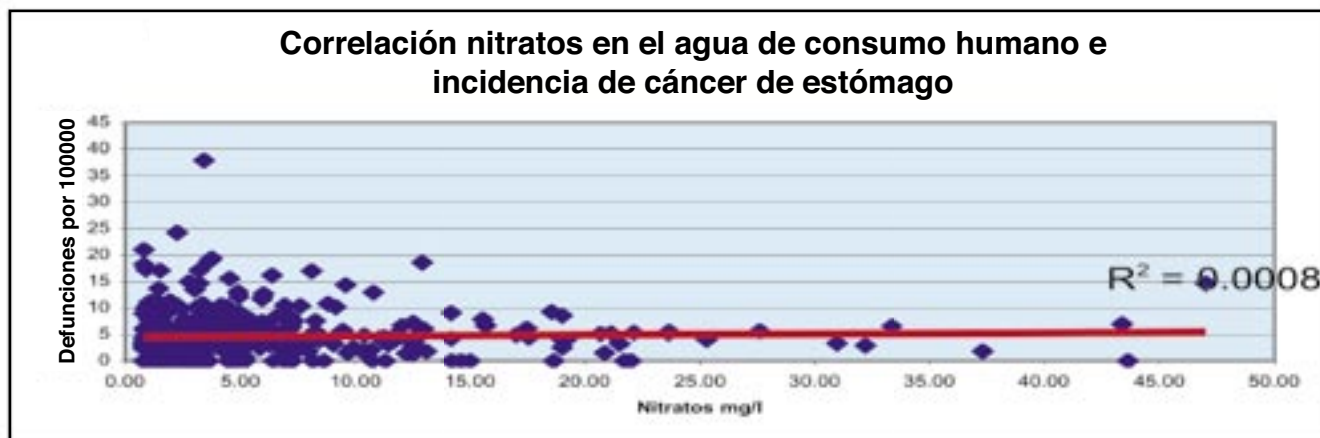
El patrón espacial del indicador de mortalidad refinado cambia considerablemente respecto a lo presentado en el mapa 2. Se advierte un conglomerado de alto riesgo, muy por encima del promedio nacional, localizado en el Valle Central. Las otras dos zonas de alto riesgo se localizan al nordeste y al noroeste en el Caribe y en el Pacífico al norte de la península de Nicoya. En el mapa 3 ya no es tan clara la diferencia norte-sur

que manifiesta la frecuencia bruta.

3. Contenido de nitrato en el agua para consumo versus la incidencia de cáncer gástrico.

En el gráfico 2 se presenta la correlación entre los contenidos de nitratos (mg/L) en las ACH distritales y la incidencia de CG.

Gráfico 2



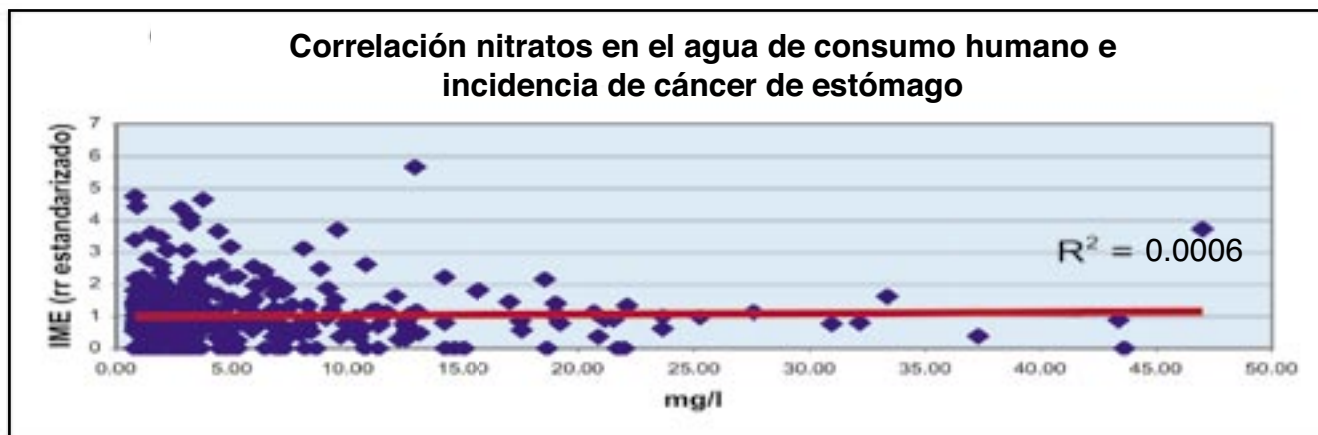
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico anterior no muestra que exista una correlación notable entre el contenido de nitratos en el ACH y la probabilidad de morir por CG. La recta de regresión casi no presenta pendiente que evidencie algún nivel de explicación de la variación espacial de la mortalidad a partir del

contenido de nitratos en el agua.

En el siguiente gráfico se ha considerado el riesgo relativo estandarizado por edad como variable dependiente o a explicar a partir de los datos de contenido promedio de nitratos:

Gráfico 3



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico anterior se aprecia una tendencia muy similar a la que describe la frecuencia bruta de mortalidad. Aún cuando se ha estandarizado por edad, no se aprecia pendiente alguna que evidencie el más mínimo nivel de explicación del riesgo relativo de morir por CG, a partir del contenido de nitratos en el agua de consumo

humano. En este mismo sentido, en el cuadro 3 se ratifica la no correlación entre los contenidos de nitratos en el ACH y los conglomerados de CG. En los distritos en donde el ACH supera los 25 mg/L de nitratos, solamente el 25%⁽²⁾ presenta conglomerados altos de CG.

En el cuadro 3, se resumen los 8 distritos que tienen como promedio más de 25 mg/L de nitratos en el ACH y el Índice de Mortalidad Estandar (IME) por CG. Estos resultados demuestran que de un total de 8 acueductos, solamente 2 (20%), presentan un IME o conglomerado superior a 1. Es decir, Sabana Redonda y San Nicolás (Carta-

go) tienen un 43% y 62% más de probabilidad de padecer CG. Este resultado ratifica lo expresado en los gráficos 2 y 3, donde se muestra la no asociación entre el contenido de nitratos en las ACH y el CG en Costa Rica, por lo que se rechaza la hipótesis de estudio de que los nitratos en las ACH son un factor de riesgo para padecer CG.

Cuadro 3. Distritos abastecidos con aguas superiores a 25 mg/L y el índice de mortalidad estandarizado de cáncer gástrico en Costa Rica.

Distritos	Promedio de nitratos mg/L	IME estandarizado de CG
Peñas Blancas	32.17	0.8
San Isidro (Atenas)	43.63	0.0
San Pedro	33.0	0.28
San Juan	28.80	0.64
San Rafael	35.60	0.45
Sabana Redonda	64.50	1.43
Carmen (Cartago)	37.31	0.38
San Nicolás (Cartago)	33.85	1.62

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas.

Conclusiones

El análisis de los resultados de este estudio permite concluir que:

- Los contenidos de nitratos en las ACH suministradas en los distritos son un 99% menores a 50mg/L, el cual es el valor máximo permisible del Reglamento para la calidad de agua potable y las guías de calidad para el agua de bebida de la OMS.
- Las tasas de morbilidad y mortalidad por CG ha disminuido paulatinamente en Costa Rica. Sin embargo, la curva de decaimiento ha declinado con mayor peso a partir de 1990.

- No se ha encontrado asociación alguna entre el contenido de nitratos en el ACH y la probabilidad de morir por cáncer de estómago. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis de estudio y se acoge la hipótesis alternativa, es decir, los contenidos de nitratos en el ACH no son un factor de riesgo para padecer CG en Costa Rica.

Recomendaciones

- El AyA como ente rector en el suministro de agua potable, debe divulgar esta investigación con el objetivo de disminuir la incertidumbre y confusión creada por las noticias

sensacionalistas, sobre el verdadero papel de los contenidos de nitratos en el ACH y el CG en Costa Rica.

- El Laboratorio Nacional de Aguas debe realizar estudios más profundos para determinar las tendencias y las causas del incremento de nitratos en las ACH, suministradas por varias fuentes subterráneas ubicadas en el territorio nacional.

AGRADECIMIENTOS.

La realización de esta investigación se realizó gracias al apoyo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados y a la contribución del Sr. Edgar Serrano, Dra. Gabriela Catarinella, Licda. Nuria Alfaro y Bach. Marcela Prendas.

Referencias bibliográficas

1. Van Duijnenbooden W, Matthijsen ACJM. Integrated criteria document nitrate. Bilthoven, Netherlands National Institute of Public Health and Environmental Protection. (Report No. 758473012): 1989.
2. Jacks G, Sharma VP. Nitrogen circulation and nitrate in ground water in an agricultural catchment in Southern India. *Environmental Geology*: 5(2); 1983: 61-64.
3. WHO. Health hazards from nitrate in drinking water. Report on a WHO meeting. Copenhagen 5- 9 March, (Environmental Health Series No 1) 1985.
4. Laboratorio Nacional de Aguas. Informe sobre concentraciones promedios de nitratos en fuentes de agua en Costa Rica: 1996-2004. La Union, Cartago; 2005.
5. WHO. Guidelines for drinking water quality. Second Edition, Geneva. Volume 2. Health Criteria and other supporting information; 1996.
6. Presidencia de la República de Costa Rica. Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Periódico Oficial La Gaceta No 84 del 3 de mayo de 2005.
7. Organización Mundial de la Salud. Guías para la Calidad del Agua Potable. Segunda Edición. Addendum al Volumen 1. Recomendaciones; 1999.
8. Organización Mundial de la Salud. Guías para la Calidad del Agua Potable. Segunda Edición. Ginebra, Volumen 1. Recomendaciones; 1995.
9. World Health Organization. Guidelines for Drinking Water Quality. Third Edition Geneva, Volume 1. Recommendations; 2004.
10. Ejercicio y Salud. Agua Potable: Cuestión de Tiempo. San José. Revista ES. No 34. Año 3; 2005: 60-62.
11. Esteban Oviedo. Aumentan agentes de cáncer en fuentes de agua. Periódico La Nación 2005, abril 14: portada (pag 1). Consultado en [html//: www. lanacion.com](http://www.lanacion.com)
12. Periódico La Nación. Agua y Cáncer. La Nación, 2005, abril 15. Editorial pag. 15.
13. República de Costa Rica. Ley Constitutiva Reformada y anexos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. San José, Costa Rica; 1976.
14. Clesceri Lenore, Greemberg Arnold, Eaton Andrew. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 20th Edition. Washington D.C: APHA, AWWA, WEF; 1998.
15. Benach J, Yutaka Yasui, et al. Atlas de Mortalidad de España en Área Pequeñas (1987-1995). Cataluña, Universitat Pompeu Fabra; 2001.
16. Casteir V, Morris R. Deprivation and health in Scotland. Aberdeen: Aberdeen University Press; 1991.
17. Benach J, Borrell C, García MD, Chamizo H. Desigualdades sociales en mortalidad en áreas pequeñas de España. SESPAS. Informe 1998. Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria. Granada; 1998: 141-175
18. Breslow en Day NE, Statistical methods in cancer research Vol II. The desiny and analyses of cohort studies. Lyon. Scientific Publication No 82. IARC; 1987.

