



Semana temática: Agua para la vida. Tribuna del agua.

Eje temático: Agua para la vida y salud pública

Título de la ponencia: Calidad del agua de consumo en las comunidades rurales del occidente de Nicaragua

Autores: Guevara Villavicencio, Octavio¹; Orozco, Aura Lyli¹; González, Oscar¹; Aguirre, Javier¹; Álvarez, Guadalupe¹; Gema de la Cruz Saugar³; Arias Fernández, Maria Enriqueta²; Pérez Leblic, Maria Isabel²

¹ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ciencias y Tecnología, León, Nicaragua, Centro América. Correo electrónico: oguevaravilla@yahoo.es Teléfono: (505) 311 4012

² Departamento de Microbiología y Parasitología. Facultad de Farmacia. Universidad de Alcalá. 28871. Alcalá de Henares. Madrid

³ Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias: Instituto de Salud Carlos III.

Resumen:

El objetivo de este estudio era conocer la calidad del agua de consumo humano del sector rural noreste de León (14 comunidades), según las normas de calidad del Ministerio de Salud de Nicaragua (Normas CAPRE) y las posibles fuentes de contaminación de las mismas.

Para ello se diseñó un estudio en el que se muestrearon 69 fuentes de agua que abastecen a un 47.9% de la población total del sector. Sobre estas muestras se realizaron análisis microbiológicos, análisis físico-químicos y el análisis de plaguicidas.

Se tomaron muestras de suelo, con el fin de conocer el grado de permeabilidad del mismo, se aplicó una encuesta sobre el estado de los pozos y sobre las condiciones higiénico sanitarias de la zona.

Una vez obtenidos los resultados se realizaron los análisis estadísticos pertinentes para el estudio de las posibles asociaciones entre las diferentes variables.

Los resultados principales del estudio han sido que el 97.1% de las muestras analizadas no cumplen los parámetros establecidos por el ministerio de salud, para consumo humano. La contaminación predominante es la microbiana (97.1% de las muestras están contaminadas, según el análisis microbiológico), seguida de la contaminación físico-química (31.3%) y por último la contaminación con plaguicidas (18.8%).

Las pruebas estadísticas asociaron significativamente ($\Phi=0.580$ $p<0.05$)¹ la contaminación microbiana con el tipo de pozo (artesanal, perforado o tanque de almacenamiento) y la forma de extracción del agua por cuerda, bomba eléctrica o tubería ($\Phi=0.599$ $p<0.05$). Existió un grado de asociación significativa entre la contaminación microbiana y la presencia de animales domésticos cerca del pozo.

Los resultados sugieren que la contaminación se da fundamentalmente por introducción directa por la inmersión de cuerdas que son arrastrados por el suelo y contaminados con la carga fecal cercana a los pozos.

Palabras clave: Calidad bacteriológica del agua, parámetros físico – químicos, residuos de plaguicidas.

¹ Estadísticamente significativo para el test de Phi y V de Crámer con un intervalo de confianza del 95%.

1. INTRODUCCIÓN

Es ampliamente conocido que una de las principales fuentes de agua dulce, el agua subterránea, actualmente está siendo receptora de las consecuencias provocadas por las diferentes actividades que lleva a cabo el ser humano haciendo de éste un recurso altamente vulnerable al acceso de la misma, ya sea por contaminación y/o por reducción de las fuentes de abastecimiento de agua que reduce los usos potenciales de la misma.

Las diferentes fuentes de agua pueden ver mermada su calidad por dos tipos de contaminación según su origen:

- a) la contaminación producida por causas naturales o geoquímicas, y
- b) la contaminación provocada por las actividades antropogénicas.

Siendo los principales contaminantes del agua:

- Contaminantes orgánicos demandantes de oxígeno. Aguas residuales domésticas, estiércol, residuos alimenticios y algunos residuos industriales.
- Compuestos orgánicos refractarios.
- Plaguicidas, plásticos, detergentes, residuos industriales y aceites.
- Iones inorgánicos. Ácidos, sales, metales tóxicos y nutrientes vegetales.
- Sedimentos. Cenizas, arenas, gravillas y otros sólidos provenientes de la erosión de los suelos.
- Material radiactivo. Residuos de núcleo eléctricos y medicina nuclear.
- Organismos patógenos. Bacterias y virus.
- Maleza acuática. Lirios, algas y otros vegetales.

Entre los efectos nocivos para organismos, poblaciones y ecosistemas destacan los siguientes:

- Perjuicios a la salud humana (intoxicaciones, enfermedades infecciosas y crónicas, muerte).
- Daños a la flora y fauna (eutrofización, enfermedad y muerte).
- Alteraciones de ecosistemas (erosión, eutrofización, acumulación de compuestos dañinos persistente, destrucción).
- Molestias estéticas (malos olores, sabores y apariencia desagradable).

Con respecto a la calidad de agua subterránea, la cual se analiza en este estudio, Gray (1994) propone los siguientes factores de origen natural sobre los que va a depender la calidad del agua:

- Naturaleza de agua de lluvia, la cual puede variar considerablemente, especialmente en términos de acidez debido a la contaminación y a los efectos del aerosol marino;
- Naturaleza de las aguas subterráneas existentes, las cuales pueden tener miles de años;
- Naturaleza del suelo a través del cual el agua debe de infiltrar;
- Naturaleza de la roca que forma el acuífero.

Como factores antropogénicos de contaminación pueden ser:

- Usos del suelo cercanos a los acuíferos (agrícola, ganadero, etc.)
- Infiltración de aguas servidas por escorrentía.

En 1994, el Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana, CAPRE, de conformidad con sus Estatutos, los que le autorizan a dictar Normas Técnicas de control de calidad de productos en materia de Agua Potable y Saneamiento entre los países miembros y afiliados, pone en vigencia la NORMA REGIONAL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, con el objetivo de proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua que pueden representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua.

Las Normas de calidad del agua establecen los requisitos básicos a los cuales debe responder la calidad del agua suministrada en los servicios para consumo humano y para todo uso doméstico, independientemente de su estado, origen o después de su tratamiento.

Estas Normas fueron adoptadas por el Ministerio de Salud de la República de Nicaragua, según Acuerdo Ministerial No. 65-94 del 24 de octubre de 1994, amparado en lo establecido en las Disposiciones Sanitarias en relación a los sistemas de abastecimiento de agua para el consumo humano.

Los indicadores microbiológicos de calidad de los que hace uso las Normas CAPRE, son los coliformes totales y fecales, mientras que en este estudio se ha realizado un análisis completo en busca de la presencia de una flora microbiana acompañante que también puede ser factor de riesgo para el padecimiento de ciertas enfermedades de origen hídrico.

En cuanto al aspecto físico-químico los parámetros básicos² que tiene en cuenta las normas CAPRE son: pH, conductividad, dureza total, dureza cálcica, alcalinidad total, bicarbonato, calcio, magnesio, cloruro, sulfato, hierro, nitrito y nitrato y se ha añadido el estudio de algunos plaguicidas utilizados en la zona de estudio.

De la calidad del agua de consumo que disponen las poblaciones dependen en gran medida la calidad de vida de las mismas, pues el agua insalubre es uno de los diez factores de riesgo que producen mayor carga de morbilidad en el mundo, según estudios de la OMS.

Dependiendo de la contaminación que se esté dando el tipo de enfermedades que pudieran ser consecuencia de las mismas varía. En el caso de contaminación microbiológica las enfermedades asociadas son infecciosas, mientras que cuando la contaminación es físico química y por plaguicidas las enfermedades asociadas son de tipo crónico.

En el caso de las de Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAs), la tasa en Nicaragua en el año 2004 según datos del MINSA ha sido de 358,21 casos/10000 habitantes. Siendo esta una de las diez primeras causas de muerte en los grupos de edad entre 1 y 5 años en los países de las Américas.

La diarrea, la cual se extiende fácilmente en un ambiente pobre de higiene, mata cerca de 2.2 millones de personas al año, muchos de estos niños menores de cinco años. La mejora en el suministro de agua y una buena higiene, podría influir en la reducción de muerte por diarrea en un quinto (OMS 2005).

2. RESULTADOS

Los resultados arrojados por este estudio según los valores establecidos en las normas CAPRE fueron que el 97.1 % de las fuentes de agua no cumplen con los criterios de calidad para el consumo humano, por contaminación microbiológica, físico-química o por residuos de plaguicidas, pudiendo estar provocando daños sobre la salud de la población.

Sin embargo, estas normas están siendo cuestionadas debido a que los niveles de permisividad establecidos se consideran limitados para clasificar los tipos de agua de consumo en apta o no apta, pues únicamente consideran Coliformes Totales y fecales, sin tomar en cuenta otros indicadores que en otros países sí forman parte como indicadores de calidad de agua.

Analizando los “otros indicadores microbiológicos” (pseudomonas, clostridios, salmonelas entre otros), que las normas CAPRE no consideran, el número de muestras aptas para consumo se reducirían a 2, es decir el 97% de las fuentes de agua no son aptas para consumo humano, puesto que presentó

² Anexo I de normas CAPRE.

crecimiento de aerobios mesófilos y *Pseudomonas aeruginosa*. En general los valores de los parámetros físico químicos estuvieron por debajo del máximo admisible de acuerdo a las normas CAPRE que rigen a Nicaragua.

Se encontraron tres muestras con niveles de conductividad elevada indicando así un alto índice de concentración de solutos. La conductividad es importante también como indicador de posible contaminación con nitratos, ya que existen niveles altos de asociación entre conductividad y nitratos. En cuanto a este último fueron pocas las fuentes de agua subterráneas que presentaron niveles de nitratos superiores a los establecidos en las normas CAPRE (3 muestras). Sin embargo no hay que obviar la relevancia del consumo de agua contaminada con este ión para la salud el cual puede ocasionar metahemoglobinemia, una enfermedad mortal para los lactantes (Spalding y Exner, 1993).

El 10% de las familias muestreadas está ingiriendo agua contaminada con nitritos. Los nitritos son indicadores de contaminación fecal a mediano y corto plazo, ya que desde que se produce la contaminación hasta que aparecen los nitritos debe pasar un tiempo no excesivamente largo. Pero en los últimos estudios, el contenido de nitritos es variable y no muestra buena correlación con el grado o la antigüedad de la contaminación fecal (Picone et al. 2003). Con lo que se piensa que otra de las fuentes de estos nitritos podría ser el uso de fertilizantes orgánicos.

El plaguicida encontrado con mayor frecuencia en las muestras de agua fue el Clorpirifos (Lorsban). Este se encuentra asociado a las zonas donde se siembra maní y el maíz.

Se encontró una muestra de agua con presencia de Metil-Paration, el cual tiene un comportamiento similar al Lorsban. La presencia de este órgano fosforado en las aguas de consumo humano se da de forma similar que el Lorsban.

Se encontró DDT en tres muestras de agua y Dieldrin (órgano clorados persistentes) en una muestra.

El análisis realizado desde el laboratorio de Contaminantes de la UNAN-León no permite discernir entre si la contaminación es pasada o reciente puesto que para ello habría que analizar la cantidad de metabolitos de DDT. Si la concentración de metabolitos de DDT fuera mayor que la de DDT implicaría una contaminación pasada, sin embargo si fuese lo contrario, nos estaría indicando una contaminación reciente pues no habría pasado el tiempo suficiente para que el DDT se degradase en sus metabolitos residuales.

Su presencia en las fuentes de aguas subterráneas posiblemente ha sido producto de la persistencia que tienen en el ambiente, además del alto grado de infiltración que poseen estos suelos ha provocado que a través del tiempo este plaguicida alcance el manto acuífero por el proceso de percolación, aunque estas fuentes de aguas se encuentran a una profundidad promedio mayor a los 70 metros.

Según Gray (1994), los órgano clorados (DDT y Dieldrin) se consideran los mayores penetrantes por su persistencia, esto es, que se degradan muy lentamente en el ambiente y así continúan actuando durante períodos muy largos de tiempo.

Este estudio no establece la relación causa-efecto de la contaminación-enfermedad, para ello habría que realizar un estudio exhaustivo dirigido a este objetivo.

En lo que respecta a los efectos sobre la salud de una contaminación microbiológica, la más frecuente es la diarrea. En este estudio, de forma indirecta, se ha establecido un indicador de incidencia de “diarreas referidas” por la población encuestada, la cual puede tomarse como una estimación a lo que puede estar ocurriendo epidemiológicamente.

Según lo referido, la incidencia de diarreas es dos veces superior a la indicada por el MINSA para las EDAs durante el año 2004 en el departamento de León (213/10000 habitantes), dato altamente significativo de las malas condiciones higiénico-sanitarias y la calidad del agua de consumo.

Por otro lado el 52,3% de los encuestados refirieron que alguien de la familia padecía de alguna enfermedad renal, enfermedades que suelen ser causadas por múltiples factores entre los que se encuentran la calidad del agua.

En el estudio se evidencia otro factor de riesgo que repercute sobre las condiciones higiénico sanitarias y sobre el aumento de la incidencia de enfermedades infecto contagiosas, este factor es el hacinamiento.

Según el número de personas que duermen por dormitorio, el 69% de la población de estudio vive en condiciones de hacinamiento. Cabe mencionar en este punto que el número de personas por familia identificado en el estudio ha sido de 6 miembros, indicador obtenido de dividir el número de personas que refirieron los encuestados que forman cada familia. Sin embargo este dato no coincide con el valor que refiere el Censo Comunitario, 4 miembros/familia.

Según el análisis estadístico realizado en este estudio uno de los factores asociados a la contaminación del agua es el tipo de pozo y la forma de extracción del agua.

Efectivamente, cuando se trata de pozos artesanales (el 95% de la contaminación microbiológica se da en este tipo de pozos) la forma de extraer el agua es mediante cuerdas (el 90% de la contaminación microbiológica se da cuando la extracción del agua es mediante cuerda. Mientras que con los pozos perforados o red de distribución la extracción es mediante bomba eléctrica o tubería donde se da un 9.5% de la contaminación.

3. CONCLUSIÓN

De las 14 comunidades, solamente un pozo es considerado como una fuente de agua apta para consumo humano según los estándares (microbiológico, físico-químico y de pesticidas) que se rigen en las normas CAPRE.

En el análisis de las aguas de pozos se encontró que el 91.3% de las muestras analizadas NO cumplen con los parámetros para consumo humano según las normas CAPRE para los parámetros microbiológicos. Basándose en los estándares del laboratorio de microbiología de agua de la UNAN-León (análisis completo), resultaron que el 97% no cumplen los parámetros para el consumo humano.

El tipo de suelo que se ha encontrado en el sector noreste, arenoso o franco arenoso, es altamente permeable por lo que podría ser un factor de riesgo para la contaminación de los acuíferos de todas aquellas sustancias solubles en agua.

La contaminación que presentan las muestras de agua de consumo de este estudio es debida fundamentalmente a una contaminación cruzada, es decir, no se puede establecer la calidad del agua del acuífero sino la calidad del agua que consume la población directamente ya que la principal fuente de contaminación que se ha asociado a los resultados obtenidos es la introducción de materia fecal cercano a los pozos, a través de cuerdas y recipientes sucios que se utilizan para la extracción del agua.

Con lo que respecta al análisis físico-químico el 18.8% de las muestras de agua de los pozos analizados, no son aptas para el consumo humano según los estándares que se rigen en las normas CAPRE. Siendo la contaminación por nitritos la más predominante (10%) cuya fuente de

contaminación podría ser debido al uso excesivo de fertilizantes orgánicos, aspecto sobre el que habría que profundizar y encontrar la relación causa-efecto.

En cuanto a la contaminación por pesticidas se encontró la presencia de: DDT, Dieldrin, Clorpirifos y Metil-Paration, resultando contaminadas un 31 % (N= 48) de la muestras analizadas.

4. BIBLIOGRAFÍA

1. PNUD. 2003. Proyecto Estado de la Región; segundo informe sobre desarrollo humano en Centroamérica y Panamá. ed. Editorama S.A. San José, Costa Rica, p 444.
2. Picone, L.I., Y.E, Andreoli, J.L. Costa, V. Aparicio, L. Crespo, J. Nannini, W. Tambascio. 2003. Evaluación de nitratos y bacterias coliformes en pozos de la cuenca alta del Arroyo Pantanoso (BS. AS). INTA. RIA, 32 (1): 99-110.
3. Spalding, R.F., M.E. EXNER. 1993. Occurrence of nitrate in groundwater. A review: J. Environ. Qual. 22: 392-402.
4. Gray, N.F. 1994. Calidad del agua potable problemas y soluciones. Trad. I.E. López. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 365 p.
5. Heymann, D. 2005. El control de enfermedades transmisibles. 18ª edición. Washington, D.C. OPS. Pub. Cient. Técn. 613: 807 p.
6. Hornsby, A.G. 2000. Agua subterránea: el recurso oculto. Trad. J. Rosales; C. Balerdi y R. Regalado (en línea). Universidad de Florida. Consultado 18 may. 2006. Disponible en <http://edis.ifas.ufl.edu/SS313>
7. Hunter, C.; J. Perkins, J. Tranter y P. Hardwick. 2000. Fecal bacteria in the water of upland area in Derbishere, England: The influence of agriculture land use. J. Environ. Qual. 29: 1253-1261.
8. Reilly, K. y J. Kippin. 2000. Relación entre el conteo bacteriológico y otros parámetros de calidad de agua tratada en sistemas de distribución. Hoja de divulgación técnica, CEPIS. 4 p.
9. Lista de “la docena sucia” declarados por la Convención de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes http://www.geocities.com/rap_al/docenasucia.html

5. FOTOGRAFÍAS.



El 95.2 % de los pozos se localizan junto a pilas, baños y lavaderos.

En 63.1% de los pozos, el ganado llega a tomar agua a la pila próxima al pozo.

Suelos altamente permeable.



VALORES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DIFERENTES PARÁMETROS DE LAS NORMAS CAPRE.

1. Parámetros microbiológicos:

ORIGEN	PARÁMETRO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Todo tipo de agua de consumo.	COLIFORMES TOTALES	=>4 UFC/100ml
	COLIFORMES FECALES	0

2. Parámetros físico-químicos

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Conductividad	μs/cm	400	DND
pH	-	6.5 – 8.5	DND
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	400	DND
Dureza cálcica	mg CaCO ₃ /L		DND
Dureza magnésica	mg CaCO ₃ /L		DND
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L		DND
Bicarbonato	mg CaCO ₃ /L		DND
Calcio	mg Ca/L	100	DND
Magnesio	mg Mg/L	30	50
Cloruro	mg Cl/L	25	250
Sulfato	mg SO ₄ ⁻² /L	25	250
Hierro	mg Fe/L		0.3
Nitrato	mg NO ₃ ⁻ /L	25	50
Nitrito	mg NO ₂ ⁻ /L		1

DND: Dato no disponible en la regulación Nacional