

Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología

SISTEMA DE VIGILANCIA DE FLUORURO EN AGUAS DE CONSUMO EN CUBA

DrC. Maricel García Melián,¹ Dra. Maritza Sosa,² Lic. Lilliam Cuéllar,³ Dr. Luis Rodríguez⁴ y Téc. Ricardo Cangas Rancaño⁵

RESUMEN

Se describen las bases para la implementación del sistema de vigilancia de los niveles de fluoruro en aguas de consumo en Cuba, cuyo objetivo es la detección de cambios espaciales y temporales en los niveles del elemento en ese medio, para proteger la salud de la población. El sistema sirve de apoyo al programa nacional de fluoruración de la sal de consumo para la prevención de caries dental en el que se prevé la vigilancia de los niveles de fluoruro en aguas, para no suministrar sal fluorurada en aquellos municipios en que se han detectado fuentes de abastecimiento con concentraciones del ión que cubren los requisitos de la prevención. Se presentan los elementos del sistema relativos a cobertura, muestreo de aguas, métodos de análisis y laboratorios de ensayo, así como los aspectos de clasificación, análisis estadístico, mapificación de los resultados y flujo de la información.

DeCS: AGUA POTABLE; FLUORURACION/métodos; CARIES DENTAL/preven-
ción & control; SALUD BUCAL; VIGILANCIA SANITARIA; CALIDAD DEL AGUA.

Durante los últimos 30 años en Cuba se han aplicado métodos preventivos que han permitido alcanzar altas metas en determinados indicadores de salud bucal, por lo que se identificó la necesidad de implantar como medida alternativa para continuar mejorándolos, el programa de fluoruración de la sal de consumo a partir del año 2001, método utilizado con ese fin en diversos países

con resultados satisfactorios y sustentado desde el punto de vista económico por un análisis costo-beneficio favorable.

Los efectos esenciales del referido programa durante el primer quinquenio se evidenciarán, fundamentalmente, en la población menor de 15 años, ya que es en las edades tempranas de la vida en las que se mineraliza el diente y por lo tanto, el

¹ Dra. en Ciencias Químicas. Investigadora Titular, INHEM.

² Estomatóloga. Máster en Ciencias. Dirección de Estomatología, MINSAP.

³ Lic. en Geografía. Aspirante a Investigadora. INHEM.

⁴ Estomatólogo. Dirección Provincial de Estomatología, Ciudad de La Habana.

⁵ Técnico en Química. INHEM.

efecto es mayor. El impacto se extenderá de forma gradual a la población mayor de 15 años pasados los 10 años de iniciado el programa.

Los grupos poblacionales residentes en municipios en que se han detectado fuentes de abastecimiento de agua que garantizan los requerimientos de fluoruro para la prevención de las caries (concentraciones de fluoruro en aguas de 0,7 mg/L o mayores), no recibirán sal fluorurada y por esta razón se decidió la implementación de un sistema de vigilancia de este elemento en aguas de consumo.

Por otra parte, la ingestión de fluoruro en altas concentraciones provoca efectos adversos para la salud que van desde una fluorosis dental leve hasta la fluorosis esquelética invalidante,¹ lo cual justifica la vigilancia de este elemento en las aguas de consumo.

El propósito de la vigilancia para la salud ambiental es suministrar información fundamentada sobre bases científicas para tomar las decisiones que se requieran adoptar en cuanto a prevención y control de las enfermedades asociadas al ambiente.²

En el presente trabajo se describen las bases para la implementación del sistema de vigilancia de los niveles de fluoruro en aguas de consumo en Cuba.

ANTECEDENTES DE ESTUDIOS SOBRE LOS NIVELES DE FLUORURO EN AGUAS DE CONSUMO

En un estudio efectuado en 1992 por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos se determinó la concentración de fluoruro en aguas de 540 fuentes de abastecimiento que representaban el 54 % de la población servida y solamente en 3 fuentes se detectó la presencia de este ión en concentraciones superiores a 1,0 mg/L³. El estudio coincide

con otros realizados previamente, cuyos resultados motivaron que se comenzara un programa de fluoruración del agua de consumo en comunidades de las provincias La Habana, Pinar del Río y Villa Clara a mediados de la década del 70, con resultados satisfactorios en la prevención de caries dental, y posteriormente se discontinuó debido a su alto costo.⁴ Esta tecnología ha sido de gran aplicación a escala internacional.⁵

Por otra parte, según encuestas efectuadas por la Dirección de Estomatología del Ministerio de Salud Pública (MINSAP) existe muy baja incidencia de fluorosis dental en el país, concentrada fundamentalmente en la región oriental, en la cual también se encuentran las fuentes de abastecimiento con valores elevados de fluoruro, que fueron detectadas en el estudio señalado.³

Entre noviembre de 1998 y octubre de 1999, en el Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM) se realizó una investigación sobre los niveles de fluoruro en aguas en localidades de 1 000 o más habitantes, en el marco del proyecto "Evaluación del impacto en la salud bucal del consumo de sal fluorurada en Cuba" de la Dirección de Estomatología del MINSAP. Se analizaron un total de 4 588 muestras.

En la tabla 1 se presentan las distribuciones de frecuencia de las concentraciones de fluoruro en aguas de consumo. Solamente el 5,41 % de las muestras de aguas analizadas presentó concentraciones óptimas de fluoruro y se confirmó el hecho de que el agua de consumo en el país, de forma general, no proporciona el fluoruro necesario para la prevención de caries dental.

TABLA 1. *Distribución de frecuencias de las concentraciones de fluoruro en aguas de consumo (Cuba, noviembre de 1998-octubre de 1999)*

mg/L	Número de Muestras	%
< 0,7	4 250	92,63
0,7 - 1,49	248	5,41
≥ 1,5	90	1,96
Total	4 588	100,0

Fuente: INHEM/ Dirección Nacional de Estomatología del MINSAP

En 38 municipios (el 22,5 % de los del país) se detectaron localidades en las cuales al menos una muestra presentó una concentración de fluoruro igual o superior a 0,7 mg/L, por lo cual, en esos municipios no se prevé la distribución de sal fluorurada.

Todas las fuentes de abastecimiento en que se detectaron concentraciones de fluoruro en aguas, iguales o superiores a 0,7 mg/L, son subterráneas. El origen de estas concentraciones en aguas se considera que es natural, ante la ausencia de fuentes de contaminación por este ion en dichas localidades.

OBJETIVO DEL SISTEMA DE VIGILANCIA

El sistema se implantará con el fin de detectar cambios espaciales y temporales en los niveles de fluoruro en aguas de consumo para proteger la salud de la población.

INDICADOR DEL SISTEMA DE VIGILANCIA

El sistema tiene como indicador, la concentración de fluoruro en aguas de consumo.

Partiendo del concepto de que un indicador de salud ambiental es una expresión del vínculo entre el ambiente y la salud,

dirigido a un asunto específico de política o manejo, y que debe ser presentado en una forma que facilite la interpretación para la toma de decisiones,⁵ el empleo de la concentración de fluoruro en aguas de consumo cumple estos requisitos.

La relación entre las concentraciones de fluoruro en aguas y los efectos en la salud se describen en la tabla 2.

TABLA 2. *Efectos de los niveles de fluoruro en aguas de consumo en la salud humana*

Concentración en aguas (mg/L)	Efectos en la Salud
< 0,7	Déficit de fluoruro
0,7 - 1,4	Protección contra las caries dentales
1,5 - 6,0	Fluorosis dental
6,1 - 10,0	Fluorosis esquelética
> 10,0	Fluorosis esquelética (invalidante)

COBERTURA DEL SISTEMA

El sistema de vigilancia abarcará las aguas que abastecen a localidades de 1 000 o más habitantes de Cuba, distribuidas en sus 169 municipios. Está previsto además, que cada vez que se comience a explotar una nueva fuente, esta se incorpore al sistema. Los datos referentes al número de habitantes de las localidades han sido obtenidos en las Direcciones Provinciales de Planificación Física del país.

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE AGUAS

En las localidades que tienen acueducto se colecta la muestra en puntos claves de la red de distribución, identificados por los Centros o Unidades Municipales de Higiene y Epidemiología correspondientes, y que

son representativos de las fuentes de abastecimiento existentes.

En localidades que no tienen acueductos, se colectan muestras del agua de consumo de 49 viviendas, tomando como base el procedimiento para garantizar la calidad de lotes,⁶ con un valor de $\alpha = 0,05$ y de d (muestras con valor de fluoruro superior o igual a 0,7 mg/L), inferior a 1.

PERIODICIDAD DEL MUESTREO

La periodicidad de muestreo establecida es de 1 vez al año en concentraciones bajas de aguas subterráneas y 2 veces al año en concentraciones óptimas/altas. En aguas superficiales es de 1 vez al año. Cuando se realiza el muestreo 2 veces al año, uno debe ser en período de lluvia y otro, en período de sequía.

PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Para el muestreo se siguen procedimientos normalizados.^{7,8} El muestreo se realiza por personal previamente capacitado perteneciente a los grupos provinciales del Programa de Fluoruración de la Sal, con el apoyo de especialistas de los Centros Provinciales de Higiene y Epidemiología.

MÉTODO ANALÍTICO DE FLUORURO EN AGUAS

Para la determinación de fluoruro en aguas se emplea el método potenciométrico con electrodo selectivo de fluoruro, utilizando un equipo portátil Orion Modelo 290A, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.^{9,10}

Se verificó la linealidad de la función de calibración en el intervalo de 0,25 mg/L

a 1 mg/L. Como solución amortiguadora se emplea TISAB III suministrada por el fabricante del equipo. Las mediciones se efectúan directamente en concentración.

Las características metrológicas del método de ensayo se validaron y evaluaron en el INHEM según lo establecido en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, de APHA, AWWA y WEF.⁷ Los resultados de la recuperación y la precisión obtenidos en dos niveles de concentración se presentan en la tabla 3. La recuperación y el sesgo resultaron aceptables para este tipo de análisis.

TABLA 3. Recuperación y precisión de las mediciones de fluoruro en aguas. Método potenciométrico con electrodo selectivo

Concentración (mg/L)	Recuperación (%)	Coefficiente de variación (%)
0,5	86,6	4,4
1	95,3	7,2

La incertidumbre de las mediciones a una concentración de 1 mg/L es 0,1 mg/L, lo cual representa el 10 % de la concentración medida. El límite de detección del método es de 0,01 mg/L.

LABORATORIOS DE ENSAYO

En el país existen las condiciones materiales para el desarrollo de los análisis de fluoruro en aguas de consumo en dos laboratorios ubicados en los Centros Provinciales de Higiene y Epidemiología (CPHE) de Villa Clara y Santiago de Cuba, los cuales brindan sus servicios a las provincias cercanas: Villa Clara a Cienfuegos, Sancti Spíritus, Ciego de Ávila y Camagüey; Santiago de Cuba a Las Tunas, Granma, Holguín y Guantánamo.

En el INHEM radica el Laboratorio Nacional de Referencia para el Programa

de Fluoruración de la Sal, el cual da servicios a las provincias de Pinar del Río, Ciudad de La Habana, La Habana y Matanzas, así como al municipio especial Isla de la Juventud.

Se prevé el establecimiento de laboratorios en Matanzas, Camagüey y Guan-tánamo.

En el INHEM además se analiza el 10 % de las muestras positivas de los otros laboratorios existentes en el país.

CLASIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados de las mediciones se clasifican considerando los siguientes intervalos: concentraciones bajas: < 0,7 mg/L; óptimas: 0,7 mg/L – 1,49 mg/L y altas:³ 1,5 mg/L.

La norma cubana de calidad del agua potable fija una concentración máxima admisible⁸ de 1,5 mg/L, que es el recomendado por la Organización Mundial de la Salud.²

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

Los resultados de los análisis de fluoruro en aguas se conservan en un registro computadorizado que permitirá de forma periódica realizar su análisis estadístico. Durante los 5 primeros años de la aplicación del sistema se emplearán métodos “no paramétricos” para la evaluación estadística, tales como percentiles e intervalo intercuantílico.

MAPIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados de la investigación realizada en el INHEM sobre las concentraciones de fluoruro en aguas se mapificaron.

Se empleó como software para la implementación del Sistema de Información Geográfica el MapInfo Professional preparado para tecnologías de 32 bits: Windows 95 y NT.

Se utilizó la base cartográfica digital de Cuba a escala 1:250 000, en la cual se mapificó a nivel municipal el comportamiento del ion fluoruro en fuentes de abastecimiento de agua atendiendo a la clasificación ya señalada de tres categorías (bajas, óptimas y altas) y se destacaron con colores en el mapa.

Como criterio para la clasificación de los municipios según las concentraciones de fluoruro en aguas de consumo, se consideró que al menos en una de sus localidades se hubiera detectado una muestra con la concentración comprendida en esos intervalos.

Se asocia al mapa una base de datos con la siguiente información: provincia, municipio, tipo de fuente de abastecimiento, tipo de suelo, valores de fluoruro registrados y clasificación de estas fuentes, de acuerdo con las concentraciones medidas.

El empleo del Sistema de Información Geográfica en el sistema de vigilancia permitirá identificar con mayor facilidad las variaciones espaciales en las concentraciones de fluoruro en aguas de consumo. Por otra parte, permitirá en el futuro asociar la presencia de fluoruro en aguas con las características geológicas y de esa forma se perfeccionará el sistema de vigilancia.

Se ha descrito que las aguas con importantes cantidades de fluoruro de origen natural suelen hallarse cercanas a montañas altas y sobre los depósitos geológicos de origen marino. Como ejemplos típicos se encuentran el anillo geográfico que se extiende desde la República Árabe Siria hasta Jordania, Egipto y la Jamahiriya Árabe Libia, y desde Argelia hasta Marruecos; el valle

de Rift, desde Sudán a Kenya, y el anillo geográfico que recorre Turquía hasta Iraq, la República Islámica de Irán y Afganistán hasta la India, el norte de Tailandia y China. También existen zonas de este tipo en las Américas (del Norte, Central y del Sur).¹¹

FLUJO DE INFORMACIÓN

Los resultados de los análisis de fluoruro en aguas de consumo obtenidos en el INHEM y en los laboratorios de los CPHE se enviarán a los responsables de salud ambiental de los Centros Provinciales de Higiene y Epidemiología (CPHE) y del grupo de fluoruración de la sal de cada una de las provincias.

La información correspondiente a los análisis realizados en los CPHE se enviará además al INHEM, donde se analizará toda la información, cuyo resultado será remitido a la Dirección Nacional de Estomatología con el fin de analizar la inclusión o exclusión de algún municipio en el programa de fluoruración de la sal de consumo. Se informará además a la Unidad Nacional de Salud Ambiental sobre las fuentes de abastecimiento en las cuales se detectaron valores superiores a 1,5 mg/L, con el objetivo de que se elaboren las recomendaciones necesarias para el manejo del riesgo.

Con la implementación del programa nacional de fluoruración de la sal de consumo se garantizará la protección de la salud bucal de la población cubana en los próximos años.

SUMMARY

The bases for implementing a surveillance system of the fluoride levels in drinking water in Cuba are described. It is aimed at detecting space and temporary changes in the levels of the element in that means in order to protect the population health. The system serves to support the national program for the fluoridation of consumption salt to prevent dental caries. The surveillance of the fluoride levels in water is also considered so as not to supply fluorinated salt to those municipalities where sources of supply with ion concentrations fulfilling the prevention requirements have been detected. The elements of the system connected with coverage, water sampling, methods of analysis and assay laboratories, as well as the aspects dealing with classification, statistical analysis, mapping of the results and information flow are presented.

Subject headings: DRINKING WATER; FLUORIDATION/methods; DENTAL CARIES/prevention & control; ORAL HEALTH; HEALTH SURVEILLANCE; WATER QUALITY.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OMS, PISSC. Directives de qualité pour l'eau de boisson. 10 ed. Criteries d'hygiene et documentation a l'appui. Geneve: OMS, 2000;vol 2: 276-7.
2. INHEM, UNICEF Manual vigilancia sanitaria del agua de consumo. Santafé de Bogotá: Impresor Ediciones LTDA, 2000:6 (Serie Maestría de Salud Ambiental; No. 1).
3. Beato O, Suri A. Calidad de las aguas de las principales fuentes de abasto para el consumo humano de la República de Cuba. Memorias del XXIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. La Habana; Palacio de las Convenciones, 1992;t1:503.
4. Diez P. Evaluación del programa de fluoruración del agua en tres comunidades de provincia La Habana. Rev Cubana Hig Epidemiol 1993;31(2):84-93.
5. Briggs D, Corvalán C, Nurmiren N, ed. Linkage methods for environment and health analysis. General guidelines. Geneva: WHO, 1996:25.

6. Lemeshow S, Taber S. Muestreo para garantizar la calidad de los lotes: estrategia de muestreo simple y muestreo doble. Bol Of Sanit Panam 1994;117(2):142-63.
7. APHA, AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater, 20 th Edition. Washington D.F: APHA, 2000: 1-20.
8. NC 93-02: 85. Higiene comunal. Agua potable. Requisitos sanitarios y muestreo.
9. Orion Research Incorporated. Portable pH/ISE Meters. Instruction Manual, 1991.
10. _____. Combination Fluoride Electrodes. Instruction Manual, 1991.
11. OPS, OMS. La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible. Washington DC: OPS, OMS, 2000:114 (Publicación Científica; 572).

Recibido: 6 de julio de 2001. Aprobado: 27 de diciembre de 2001.

Dra. *Maricel García Melión*. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología, Infanta No. 1158, entre Llinás y Clavel, Centro Habana, Ciudad de La Habana, CP 10300, Cuba.