

MEDIDA DE LA CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD ALFA BETA GRUESO EN AGUA POTABLE PARA MUNICIPIOS DE ANTIOQUIA

Morales A. J., Puerta O. A., Zutta V. M., Muñoz L. D., Usuga H. A.
Universidad Nacional de Colombia

RESUMEN

El presente estudio está enfocado en la medición de la concentración de actividad alfa-beta grueso en agua potable de 46 municipios del departamento de Antioquia (Colombia). La recolección, preparación y medición de las muestras fue hecha siguiendo el protocolo EPA 600. En la medición se utilizó un contador a flujo de gas proporcional de bajo fondo (Canberra LB5500). Los resultados obtenidos se compararon con los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS): 0.5 Bq/L para la concentración de actividad alfa y 1 Bq/L para la concentración de actividad beta; estos arrojaron valores entre 0.01 Bq/L y 0.1Bq/L para alfa y, 0.08 Bq/L y 0.28 Bq/L para beta, cumpliendo con los estándares establecidos por la OMS. Los datos obtenidos podrán ser utilizados como referencia en estudios futuros ya que la región Antioqueña tiene una actividad minera en auge, y por la tanto, es necesario establecer la vigilancia radiológica que permita establecer si las concentraciones de actividad alfa y beta totales se mantienen bajo los límites establecidos que garantizan la potabilidad radiológica del agua.

1. INTRODUCCIÓN

Los elementos radioactivos naturales se presentan en las fuentes de agua de consumo humano, y su concentración varía por diferentes actividades humanas como la agricultura y la minería. Esta concentración de los elementos radioactivos naturales es conocida como TENORM (Technologically-Enhanced, Naturally-Occurring Radioactive Material). Los valores máximos para la concentración de actividad alfa grueso y beta grueso establecidos por la OMS son 0.5 Bq/L y 1 Bq/L respectivamente; exceder estos límites constituyen un factor de riesgo para la salud humana cuando hay incorporación de dichos emisores. El departamento de Antioquia en Colombia -un país en vía de desarrollo- adelanta procesos de crecimiento industrial a nivel agrícola y minero que pueden afectar las fuentes hídricas de las cuales se extrae el agua para consumo humano; y por lo tanto es importante comenzar con este tipo de estudios sobre las fuentes de agua de consumo con el fin de establecer unos niveles de referencia que permitan comparaciones con medidas futuras y poder entonces determinar acciones correctivas para los casos que excedan los límites internacionalmente recomendados.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Recolección de Muestras

Las muestras fueron recolectadas en 46 municipios pertenecientes a las 9 subregiones (Oriente, Occidente, Suroeste, Nordeste, Valle de Aburrá, Urabá, Norte, Bajo Cauca, Magdalena Medio) del

departamento de Antioquia (Colombia). El agua, proveniente de la red doméstica de acueducto de los municipios se recolectó durante los meses de junio, julio y agosto del año 2014, meses de verano en la región. Las muestras se almacenaron siguiendo el protocolo EPA 600 en recipientes de polietileno, herméticos y cuidadosamente lavados en el laboratorio con una capacidad de 4 litros [8].

2.2 Preparación de Muestras

Tras la recolección, las muestras se acidificaron con HNO₃ 1N para prevenir la proliferación de microorganismos [5] durante el transporte (EPA 600). En el laboratorio, a cada 1000 ml de muestra de agua se adicionaron 10 ml de HNO₃ (65% V/V); esta solución fue sometida a un proceso de evaporación a 70°C hasta obtener un precipitado del sedimento disuelto en el agua, posteriormente se agregaron 10 ml de HCl (37% v/v) por las caras internas del beaker para extraer de ellas la mayor cantidad de sedimento que pudo quedar adherido y depositarlo en planchetas recolectoras de acero inoxidable de bajo fondo de 2 pulgadas de diámetro y en un segundo proceso evaporando el ácido añadido se dejaron bajo una lámpara infrarroja llevando a sequedad total para su medición en el contador proporcional a flujo de gas de bajo fondo.

La concentración de actividad alfa-beta grueso fue medida en el contador proporcional a flujo constante de gas de bajo fondo (CANBERRA LB5500 Serie 5), simultáneamente para alfa y beta. Las 46 muestras fueron medidas durante 60 minutos en tres ciclos cada una (en total 3 horas por muestra).

El gas utilizado en el equipo CANBERRA LB5500 es P10 compuesto de Argón(90%)-Metano(10%); el voltaje de operación para el contador fue de 1380 V; para alfa, la eficiencia del equipo se reporta en 42.95 ± 1.32 mientras que para beta el valor reportado era 50.81 ± 1.58 .

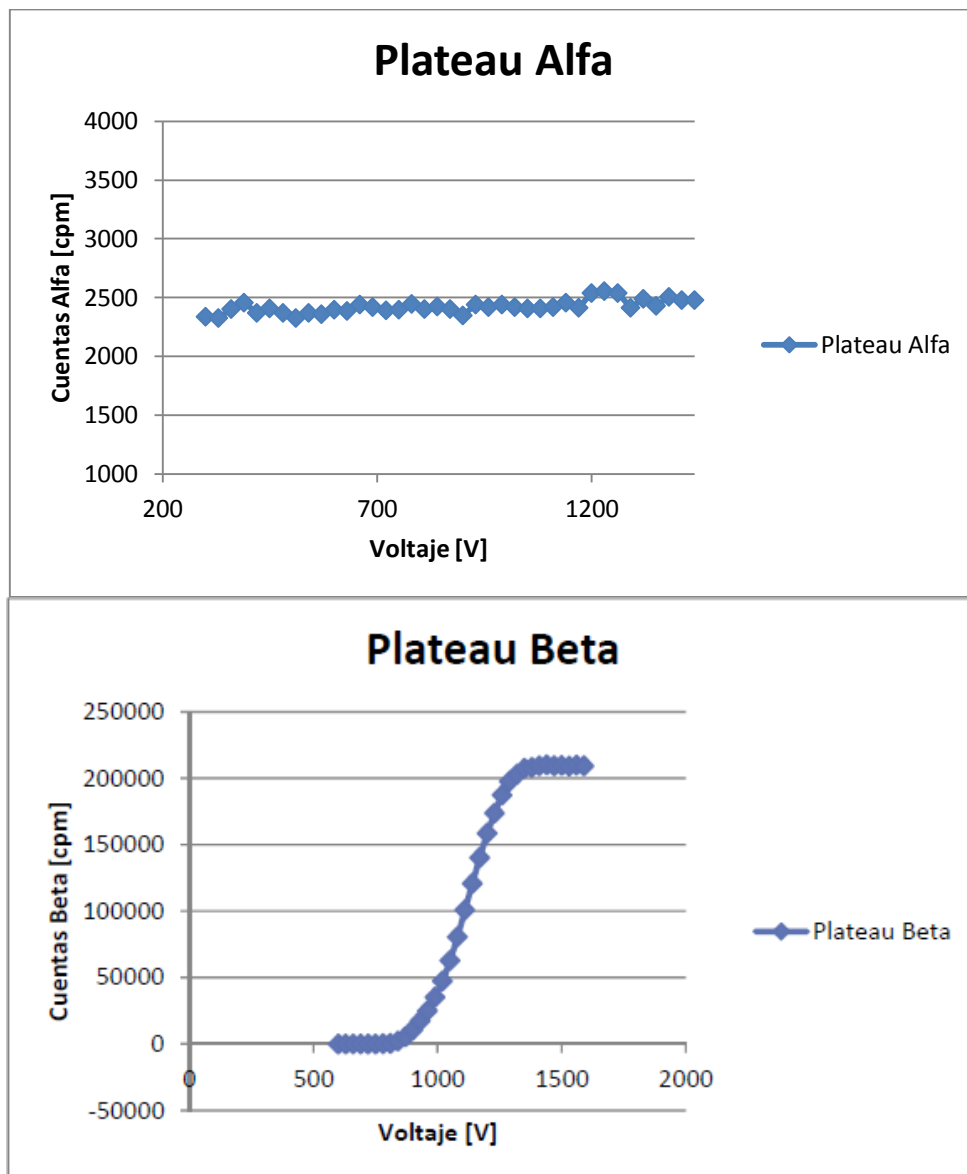
2.3 Calibración

El equipo fue calibrado para la medida de concentración de actividad alfa y beta grueso con patrones ²⁴¹Am (0.5372 kBq) y ⁹⁰Sr (0.5184 kBq), respectivamente. Las fuentes de calibración de marca Eckert & Ziegler Isotope Products (Valencia, California, EU) fueron adquiridas por la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín para el laboratorio de Bioanálisis. El equipo se calibró en plateau mes y medio antes de las mediciones con el ánimo de determinar el voltaje de operación óptimo para las cuentas en simultaneo alfa y beta; se obtuvo que a partir de 420 V el equipo puede realizar las cuantas alfa y para un voltaje a partir de 1380 V es estable la medición de conteo beta, estos resultados se evidencian en la Gráficas 1; para ese periodo, la actividad alfa y beta calculada en los patrones fue de 0.5318 kBq y 0.4665 kBq, respectivamente.

Para la medición del fondo radioactivo, las planchetas portamuestras se pasaron vacías por el contador, durante 60 minutos cada una, dando como resultado 0.01 Bq para fondo alfa y 0.07 Bq para fondo beta.

Con base en la calibración obtenida para plateau, se determinó el voltaje de operación óptimo para conteo en simultáneo de partículas alfa y beta en 1380 V.

Gráfica 1: Determinación de los voltajes de operación alfa y beta para el contador proporcional Canberra LB5500 Serie 5



2.4 Resultados y Discusión

Los datos de medición se muestran en la Tabla 1. Los valores para la concentración de actividad alfa grueso se encuentran ubicados en el rango de 0.00 a 0.09 Bq/L sin exceder el máximo permitido por la OMS de 0.5 Bq/L; siendo el agua apta y sin riesgo alguno para el consumo humano.

Tabla 1: Concentración de actividad grueso alfa y beta en muestras de 46 municipios del departamento de Antioquia.

Municipio	Concentración de actividad alfa grueso[Bq/L]	Concentración de actividad beta grueso [Bq/L]	Conductividad [mS/cm]
Sonsón	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,01	5,77 ± 0,01
Gómez Plata	0,00 ± 0,01	0,03 ± 0,01	7,53 ± 0,01
Carolina Del Príncipe	0,00 ± 0,01	0,02 ± 0,01	4,69 ± 0,01
Anorí	0,00 ± 0,01	0,03 ± 0,01	6,2 ± 0,01
Amalfi	0,05 ± 0,01	0,11 ± 0,01	5,2 ± 0,01
Yolombó	0,01 ± 0,01	0,05 ± 0,01	5,78 ± 0,01
La Unión	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,01	5,67 ± 0,01
Titiribí	0,00 ± 0,01	0,05 ± 0,01	6,29± 0,01
La Pintada	0,00 ± 0,01	0,04 ± 0,01	4,71 ± 0,01
Abejorral	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,01	5,88 ± 0,01
La Ceja	0,05 ± 0,01	0,12 ± 0,01	5,11 ± 0,01
Rionegro	0,00 ± 0,01	0,04 ± 0,01	5,12 ± 0,01
Guatapé	0,00 ± 0,01	0,04 ± 0,01	5,65 ± 0,01
Carmen de Viboral	0,01 ± 0,01	0,11 ± 0,01	5,74 ± 0,01
El Peñol	0,00 ± 0,01	0,03 ± 0,01	5,43 ± 0,01
San Vicente	0,00 ± 0,01	0,02 ± 0,01	4,9 ± 0,01
Arboletes	0,02 ± 0,01	0,16 ± 0,01	5,48 ± 0,01
Turbo	0,01 ± 0,01	0,17 ± 0,01	5,71 ± 0,01
Apartadó	0,00 ± 0,01	0,10 ± 0,01	5,29 ± 0,01
Necoclí	0,06 ± 0,01	0,17 ± 0,01	5,66 ± 0,01
Carepa	0,01 ± 0,01	0,04 ± 0,01	5,13 ± 0,01
Mutatá	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,01	5,38 ± 0,01
Chigorodó	0,09 ± 0,01	0,21 ± 0,01	5,3 ± 0,01
Dabeiba	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	4,97 ± 0,01
Uramita	0,00 ± 0,01	0,02 ± 0,01	5,02 ± 0,01
Cisneros	0,00 ± 0,01	0,04 ± 0,01	5,64 ± 0,01
Yondó	0,02 ± 0,01	0,12 ± 0,01	5,32 ± 0,01
Puerto Berrío	0,00 ± 0,01	0,04 ± 0,01	5,84 ± 0,01
Puerto Triunfo	0,00 ± 0,01	0,08 ± 0,01	4,92 ± 0,01
San Luis	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,01	5,63 ± 0,01
Cocorná	0,08 ± 0,01	0,18 ± 0,01	5,72 ± 0,01
Guarne	0,04 ± 0,01	0,15 ± 0,01	5,4 ± 0,01
Marinilla	0,01 ± 0,01	0,09 ± 0,01	5,28 ± 0,01

Jardín	0,00 ± 0,01	0,02 ± 0,01	5,66 ± 0,01
Andes	0,00 ± 0,01	0,05 ± 0,01	5,4 ± 0,01
Betania	0,00 ± 0,01	0,02 ± 0,01	5,38 ± 0,01
Ciudad Bolívar	0,03 ± 0,01	0,09 ± 0,01	5,56 ± 0,01
Betulia	0,00 ± 0,01	0,02 ± 0,01	5,09 ± 0,01
Concordia	0,00 ± 0,01	0,03 ± 0,01	5,23 ± 0,01
Urrao	0,00 ± 0,01	0,02 ± 0,01	5,48 ± 0,01
Cañas Gordas	0,00 ± 0,01	0,02 ± 0,01	6,17 ± 0,01
Santa Fe de Antioquia	0,03 ± 0,01	0,08 ± 0,01	5,01 ± 0,01
San Gerónimo	0,00 ± 0,01	0,06 ± 0,01	4,87 ± 0,01
Frontino	0,00 ± 0,01	0,02 ± 0,01	5,2 ± 0,01
Valparaiso	0,00 ± 0,01	0,03 ± 0,01	4,48 ± 0,01
Caramanta	0,04 ± 0,01	0,10 ± 0,01	4,48 ± 0,01

El rango obtenido para concentración radiactiva beta grueso va de 0.01 a 0.21 Bq/L; tomando como máximo valor permitido (OMS) de 1 Bq/L, las aguas de consumo humano de los municipios del departamento de Antioquia estudiados no presentan niveles perjudiciales de emisores beta.

3. CONCLUSIONES

La ingesta de emisores alfa y beta a través de agua de acueducto urbano en los 46 municipios registrados no es riesgosa para la salud humana. En 24 de los casos para alfa grueso y 30 para beta grueso, la concentración de actividad registrada corresponde exclusivamente a radiación de fondo.

El estudio realizado, muestra las concentraciones alfa-beta grueso en agua potable tomada directamente del grifo de la red domiciliaria en cada población. Los datos obtenidos dan medidas que pueden ser referentes para estudios posteriores, con el fin de comparar si existen cambios sustanciales en las medidas y si estos implican algún riesgo para la salud humana.

Según la norma colombiana (artículo 15 de la Resolución 2115 de 2007 de los Ministerios de la Protección Social, Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial) el agua es apta para el consumo humano si cumple con los valores establecidos por el Índice de Riesgo de Calidad de Agua Potable – IRCA [1][2]; dentro de las pruebas que se realizan para la potabilidad se encuentran análisis biológicos, químicos y físicos, pero no de carácter radiológico, es por esto que se sugiere adoptar la medida de la concentración radiactiva como una prueba más.

4. REFERENCIAS

- [1]. TABARES MORALES, J.W (2010) *Condiciones del agua para consumo humano y saneamiento básico –Antioquia-2010*. Secretaría Seccional de Salud y Protección Social de Antioquia.
- [2]. TABARES MORALES, J.W (2013) *Calidad de agua para consumo humano: Derecho Fundamental*. Foro “ Agua como derecho humano para promover la equidad y justicia social”. 22 de Marzo de 2013, Facultad Nacional de Salud Pública “Héctor Abad Gómez”, Universidad de Antioquia. Secretaría Seccional de Salud y Protección Social de Antioquia, Dirección de Factores de Riesgo.
- [3]. TABARES MORALES, J.W (2014) *Avances elaboración Mapas de Riesgo: Oriente Antioqueño*. SEMINARIO NACIONAL DE PLAGUICIDAS: “ Por la disminución de los factores de riesgo en la producción campesina, la salud pública y el ambiente”, Julio 25 de 2014, Universidad Católica de Oriente, Rionegro-Antioquia.
- [4]. ZUTTA VILLATE, M (2014) *Medida de la concentración de actividad alfa/beta grueso en agua potable*. Tesis para optar por el título de magister en física. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.
- [5]. ÖZLEM, S.Z, HASAN, C, MAHMUT, D. (2008) *Gross alpha and beta radioactivity concentration in water, soil and sediment of the Bendimahi River and Van Lake (Turkey)*. Springer Science + Business Media B.V. 2008.
- [6]. BONOTTO, D.M., BUENO, T.O., TESSARI B.W., SILVA A. (2009) *The natural radioactivity in water by gross alpha and beta measurements*. Departamento de Petrologia e Metalogenia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Av. 24-A No. 1515, C.P. 178, CEP 13506-900, Rio Claro, SP, Brazil, www.elsevier.com/locate/radmeas.
- [7]. TORRES SOTO, J. (1992) *Potabilidad del agua en una región de alto nivel de radiación natural*. Cátedra de Física Médica. Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas. Facultad de Medicina. Universidad de Cantabria.
- [8]. KORKMAZ G., GAMGOZ H. (2014), *Natural radioactivity in various wáter samples and radiation dose estimations in Bolu province, Turkey*. Chemosphere, **112**, 134-140.
- [9]. KRIEGER H., WHITTAKER E. (1980), *Prescribed radioprocedures for measurement of radioactivity in drinking water*. Section 1: Gross alpha and gross beta radioactivity in drinking water method 900.0, Enviromental monitoring and support laboratory. Enviromental Protection Agency, United States Of America.