



Estudio Piloto de la Radiactividad Ambiental

Pilot Study of Environmental Radioactivity

M. Morales¹, J. Morales¹, A. Puerta¹

¹Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín

Recibido 22 de oct. 2007; Aceptado 2 de sept. 2009; Publicado en línea 30 de oct. 2009

Resumen

El trabajo es un estudio de la radiactividad natural presente en aguas provenientes de diferentes lugares geográficos de Colombia. El método de detección se realizó mediante espectrometría gamma de alta resolución, usando un detector de germanio hiperpuro (Ge-Hp ORTEC) y el software MAESTRO. Se estudiaron las cadenas naturales provenientes del ^{238}U y del ^{232}Th , mediante el análisis de los fotones de 351.932 keV del ^{214}Pb , 609.312 KeV del ^{214}Bi , 583,191 KeV del ^{208}Tl , y de 911,204 KeV del ^{228}Ac . El muestreo de aguas se realizó: en aguas termales de Alejandría (Antioquia), Santa Rosa de Cabal (Caldas), Manizales (Caldas) y Tabio (Cundinamarca), en una mina de carbón en Amagá (Antioquia), en dos sitios de Zapatoca (Santander) y en aguas de consumo domestico de Medellín. Los resultados del muestreo se reportan en términos de la concentración de actividad (Bq/L) y su comparación relativa respecto al fondo radioactivo medido en el laboratorio de Bioanálisis de la Universidad Nacional – Sede Medellín.

Palabras claves: radiactividad ambiental, espectrometría gamma

Abstract

The work is a study of the natural radioactivity present in waters provenientes of different geographical places of Colombia. The method of detection was realized by means of spectrometry gamma of high resolution, using a detector of germanio (Ge-Hp ORTEC) and the MAESTRO software. We studied the natural chains of ^{238}U and of ^{232}Th , by means of the analysis of the photons of 351.932 keV of ^{214}Pb , 609.312 KeV of ^{214}Bi , 583,191 KeV of ^{208}Tl , and of 911,204 KeV of ^{228}Ac . The water sampling was realized: in waters termales of Alejandría (Antioquia), Santa Rosa de Cabal (Caldas), Manizales (Caldas) and Tabio (Cundinamarca), in a coalmine in Amagá (Antioquia), in two places of Zapatoca (Santander) and in waters of domestic consumption of Medellín. The results of the sampling are report in terms of the concentration of activity (Bq/L) and his relative comparison with regard to the radioactive background measured in the laboratory of Bioanalysis of the National University – Sede Medellín.

Keywords: environmental radioactivity, spectrometry gamma

© 2009 Revista Colombiana de Física. Todos los derechos reservados.

1. Introducción

El mayor porcentaje de exposición a la radiación ionizante que experimentamos los humanos se debe a radiaciones naturales que provienen de los suelos terrestres o de la que incide desde el espacio exterior [1]. En los estudios ambientales que se han realizado en Colombia el analisis sobre el contenido de radionucleidos es escaso y no se conocen

datos sobre el la actividad especifica o la concentración de actividad de nuestros suelos y aguas. Este trabajo pretende mostrar como se realizan este tipo de estudios, particularmente en la evaluación de radionúclidos emisores gamma de origen natural, que se encuentran en el agua. Como resultado se muestran las concentraciones de actividad para muestras de aguas de diferentes zonas geograficas del país.

2. Metodología

En el estudio se trata de cuantificar la presencia de las cadenas naturales del ^{238}U , ^{232}Th en aguas de diferente procedencia como aguas de consumo, aguas termales, y aguas subterráneas. Se utilizó un espectrómetro gamma con 4096 canales, un detector de Ge-Hp de la marca ORTEC modelo 20190 tipo P, junto al software MAESTRO para su análisis. El sistema de espectrometría cuenta con un castillo de blindaje de plomo y cadmio, de diez centímetros de espesor, para disminuir el efecto de la radiación de fondo del laboratorio sobre el conteo de las muestras de agua. La calibración por energía del espectrómetro se realizó con una fuente certificada de ^{152}Eu disuelto en agua y envasado en un recipiente de la misma geometría y volumen con el que se tomaron las diferentes muestras de agua. De la fuente patrón se tomaron en consideración las nueve emisiones gamma de mayor rendimiento en un rango de energías entre los 121.78 KeV y 1408.00 KeV. Se realizó la calibración por eficiencia del sistema de espectrometría cuyo resultado se resume en la Fig 1, donde se observa la curva de eficiencia correspondiente al mejor ajuste de los nueve datos experimentales de energía.

De los espectrogramas de las muestras de agua, se analizaron los fotones de mayor rendimiento dentro del rango de energías de calibración, éstos son el ^{214}Pb de 351.932 KeV con 37.6%, el ^{214}Bi de 609.312 KeV con 46.1% para la serie del uranio, y ^{208}Tl de 583.191 con 84.5 %, y el ^{228}Ac de 911.204 con 25.8% para la serie del torio [2,3]. Se recogieron cuatro muestras de cada zona con un volumen de 600 ml en recipientes de polietileno, éstas se preservaron mediante la acidificación con ácido clorhídrico al 37% de concentración y se sellaron para su transporte. La determinación de la concentración de las actividades de las muestras se hizo mediante un tiempo de conteo de 4 h (14400 s).

Conclusiones

En la fig. 2, muestran los resultados de concentración de actividad para los diez sitios estudiados y los cuatro radionúclidos analizados de las dos series naturales del ^{238}U y el ^{232}Th .

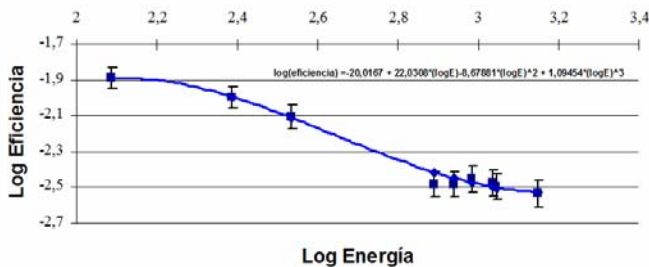


Fig.1. Curva de eficiencia para el detector de GeHp.

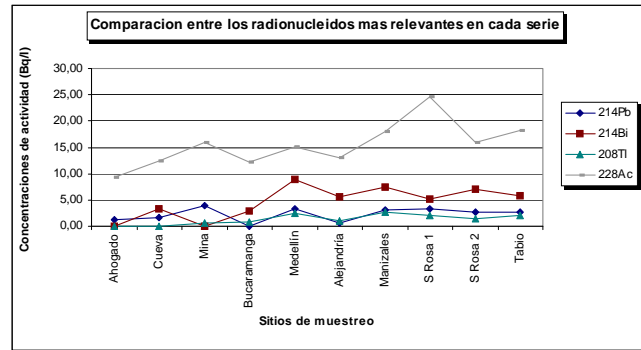


Fig.2 Distribución de la concentración de actividad en agua de las zonas muestreadas.

Dado que el ^{228}Ac tiene un periodo de semidesintegración, T , de 6.13h y este es descendiente del ^{228}Ra cuyo $T=5.76$ a, se puede inferir que los dos radionucleidos están en equilibrio radioactivo y por tanto el ^{228}Ra también se encuentra en las muestras con la misma concentración de actividad, no podemos decir lo mismo del padre de la cadena, ^{232}Th , cuyo $T=1.41 \times 10^{10}$ a, ya que se conoce que este tiene menor solubilidad que el radio. La baja concentración del ^{208}Tl se puede entender porque este es una hija de Toron que es un gas noble y fácilmente rompe el equilibrio de esta serie. Para la serie del uranio los dos radionucleidos analizados son hijas del radon, con actividades del mismo orden; como estos dos radioisótopos tienen periodos muy cortos, se puede inferir la presencia de la cadena del ^{222}Rn , lo que no se puede asegurar con la espectrometría gamma es su condición de equilibrio, para ello es necesario realizar análisis de emisión beta y alfa.

En la continuación del estudio de la concentración de materiales radioactivos naturales en aguas, el paso siguiente es la determinación de los emisores alfa y beta, los cuales requieren de una radioquímica asociada. Esto permitirá establecer para el caso específico de aguas de consumo determinar la presencia de ^{210}Pb , ^{210}Po y ^{222}Rn como indicadores de contaminación radioactiva.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Vicerectoría de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia por el financiamiento de este trabajo.

Referencias

- [1] UNSCEAR, 2000. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiation. New York: United Nations, 2000.
- [2] N. Žikić-Todorović, D. MrYa, S. Forkapić, Radiation Measurements 41,477-481, 2006
- [3] P. Theodorsson, Measurements of weak RadioactivityWorld Scientific, 1996