

ARTÍCULO ORIGINAL / ORIGINAL ARTICLE

**Radioactividad en yerba mate del Paraguay**

**Radioactivity in yerba mate from Paraguay**

Julio C. Cabello Leiva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Químicas, Laboratorio de Técnicas Nucleares. San Lorenzo, Paraguay.

Autor de correspondencia: scpy@rieder.net.py

Recibido: 07/06/2017. Aceptado: 15/12/2017.

**Resumen:** Los niveles de radioactividad en yerba mate (*Ilex paraguayensis* St H) obtenidos por espectrometría gama son presentados y referidos al contexto de los resultados de países del Mercosur. Básicamente se deben al radioisótopo K-40 y son coherentes con los tenores de dicho elemento determinados por otros investigadores en muestras de *Ilex*.

**Palabras clave:** yerba mate, espectrometría gama, K-40, bebida estimulante.

**Abstract:** The levels of radioactivity in yerba mate (*Ilex paraguayensis* St H) obtained by gamma spectrometry are presented and referred to the context of the results of Mercosur countries. Basically they are due to the radioisotope K-40 and are consistent with the tenors of that element determined by other researchers in *Ilex* samples.

**Keywords:** yerba mate, gamma spectrometry, K-40, stimulant beverage.

## INTRODUCCIÓN

La radioactividad natural de nuestro planeta tiene su andamiaje en la existencia de isótopos radioactivos en el globo. Algunos de ellos como el H-3, Be-10, C-14 se originan por acción de rayos cósmicos. Otros, la mayor parte, cuyos periodos de semi- desintegración ( $t_{1/2}$ ) son compatibles con la edad de la tierra están presentes desde la formación del planeta; entre estos citamos al K-40 ( $t_{1/2} = 1,28 \times 10^9$  años), Th232 ( $t_{1/2} = 1,4 \times 10^{10}$  años), U238 ( $t_{1/2} = 4,5 \times 10^9$  años) y la progenie de estos dos últimos de diferentes períodos de semi-desintegración en equilibrio secular (1, 2), que suelen estar envueltos en un estudio como el presente ya que pueden incorporarse a las plantas en mayor o menor proporción (como sería el caso de la yerba mate) y así ser cuantificados por la emisión de radiación gama. Aquellos que decaen al estado fundamental o en muy baja proporción a estados excitados de su descendencia (3) no son considerados en este trabajo ya que su contribución en radiaciones penetrantes sería nula o muy baja respectivamente.

La yerba mate, *Ilex paraguayensis* (Saint Hilaire)\*, o Ka'a en guaraní, es un arbusto rico en componentes minerales (4-5&ref inclusas) originario del Paraguay y empleado en la preparación de bebidas “estimulantes” que se consumen generosamente en toda la geografía del Paraguay, en Argentina, Brasil, Uruguay y su consumo, debe señalarse, está mundialmente extendido. Dichas bebidas se preparan por infusión de las hojas (mate, mate







Las muestras se midieron en un cristal de centelleo de germanato de bismuto:  $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$  (BGO) de 3 x 3 ", acoplado a un Analizador Multicanal (MCA). El BGO tiene una mejor eficiencia de conteo (densidad de 7.1 g.  $\text{cm}^{-3}$ ) que otros centelleadores sólidos (11). La actividad medida del radioisótopo fue corregida teniendo en cuenta la probabilidad de transición, eficiencia, tiempo de medición y masa en kilogramo.

Las mediciones y cálculos se ejecutaron de acuerdo a las recomendaciones del Organismo Internacional de Energía Atómica (12).

$$\text{LLD} = \frac{4,66 S_b}{\varepsilon P_\gamma} \quad (1) \quad \text{MDC} = \frac{4,66 S_b}{\varepsilon P_\gamma W} \quad (2)$$

\*LLD es el límite inferior de cuantificación (*lower limit of detection*)

\*MDC es la concentración mínima detectable (*Minimum detectable concentration*).

\*  $S_b$  es el error estándar de la actividad neta medida.

\*  $\varepsilon$  es la eficiencia del detector.

\*  $P_\gamma$  es la probabilidad de transición.

\*  $W$  es el peso de la muestra.

## RESULTADOS

El análisis de los espectros permitió establecer que las actividades medidas provienen básicamente del radioisótopo K-40 cuya abundancia isotópica es de 0,0117%. Es emisor  $\beta^-$  en 89% que decae al fundamental de Ca-40 y el 11% restante a un nivel excitado del Ar-40 que baja al fundamental por la emisión de radiación gama de 1,461 MeV: esta radiación es la utilizada en este análisis.

Con relación al Cs-137, un producto de fisión de rendimiento relativo alto que se incorpora a la atmósfera como consecuencia de ensayos y accidentes nucleares y que es componente del *fallout* no fue detectado.

Las series radioactivas naturales del Th-232 y del U-238 pueden quedar interrumpidas por la generación respectivamente del Rn-220 y Rn-222 isótopos del elemento radón, gas noble que es emanado con mayor o menor velocidad a la atmósfera, según el material contenedor. No fueron observados fotopicos en la zona baja del espectro, aunque sí una señal de 2,61Mev con área por debajo del *LLD* que podría ser atribuida en alguna proporción al Tl-208 de la progenie del Th-232 tanto en muestras abiertas como en tapadas.

Tanto el K40 y el Cs 137 decaen con gamas de una sola energía 1,461 y 0,662 Mev mientras que el Tl-208 finalmente decae con fotones de 2,61 MeV en un 100%.

Los resultados aparecen en la Tabla 1.

**Tabla 1: Actividades de las muestras de Ilex**

	<b>Kanindeyu</b>	<b>Actividad (Bq Kg<sup>-1</sup>)</b>
<b>M1</b>	Caballero Álvarez	522,95 ± 7,37
<b>M2</b>	Nueva Esperanza	561,38 ± 9,60
<b>M3</b>	Nueva Esperanza	553,88 ± 6,74
<b>M4</b>	Caballero Álvarez*	552,8 ± 4,46
	<b>Itapúa</b>	
<b>M5</b>	Bella Vista	738,60 ± 7,02
<b>M6</b>	Obligado	477,705 ± 5,68
<b>M7</b>	Capitán Miranda	450,94 ± 6,40
<b>M8</b>	Bella Vista*	889,0 ± 7,0
<b>M9</b>	Capitán Miranda *	496,23 ± 3,5

\* Marinelli tapado y sellado.

Los mismos señalan valores bastante próximos en el norte ( $\bar{X} = 547,75 \pm 14,70 \text{ BqKg}^{-1}$ ). En el Sur se destacan para arriba las muestras M5 y M8 con un valor promedio de  $813,8 \pm 75,8 \text{ BqKg}^{-1}$  provenientes de Bella Vista respecto de las muestras de Obligado y Cap. Miranda que promedian  $474,96 \pm 18,60 \text{ BqKg}^{-1}$ .

En un trabajo similar (13) que guió al presente, los niveles de radiación señalados en muestras provenientes del Estado de Paraná (suelos de origen basáltico) son bastante más elevados que los de este trabajo (suelos de origen basáltico) señalados en la Tabla 1, las que son muy coherentes con las concentraciones de K halladas previamente en muestras de yerbas del Paraguay. Por ejemplo, según la ref (4) en 04 campañas de colecta entre 1991-1997 se registraron contenidos de  $\sim 1,74$  a  $2,1\%$  con media de  $1,99 \pm 0,15 \%$ ; de  $1,85$ - $2,28\%$  con media de  $2,04 \pm 0,34 \%$ ; en las dos últimas los valores medios fueron  $3,54 \pm 0,22\%$  y  $1,7 \pm 0,21 \%$  y de acuerdo a la ref (5) valores medios de  $1,70 \pm 0,18 \%$  y de  $1,62 \pm 0,24\%$  en el norte y de  $2,21 \pm 0,24 \%$  en el sur de la RO así como de  $0,79 \pm 0,09 \%$  y de  $2,53 \pm 0,21 \%$  en el norte y sud respectivamente.

Para muestras estudiadas en Noreste de Argentina, se mencionan los siguientes tenores de K en Ilex;  $1040 \pm 2,6$ ;  $1200 \pm 22$ ;  $1392 \pm 9,2$  en Misiones, así como  $1380 \pm 8,2$  y  $1379 \pm 7,8$  en Corrientes (14). Otros datos del Brasil en seis diferentes localidades del Estado de Paraná varían de  $0,796 \pm 0,016 \%$  a  $1,1 \pm 0,012$  y un valor medio de  $0,91 \pm 0,013$  (15).

## CONCLUSIÓN

Los niveles de radiación gama se deben básicamente al K-40 y son coherentes con los mencionados en la literatura en regiones de Argentina, Brasil y Paraguay para el elemento potasio y su radioactividad. En todo caso son inferiores a los niveles de actividad mencionados para algunas muestras comerciales de yerba del Estado de Paraná provenientes también de suelos de origen basáltico. No fueron halladas marcadas diferencias en dichos niveles en muestras del norte y sur del país, salvo Bella Vista en Itapúa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Seelman-Eggebert W, Pfennig G, Münzel H, Kewe-Nobenius H. Nuklidkarte. Kernforschungszentrum: Karlsruhe; 1981.
2. Choppin G, Liljenzin JO, Rydberg J, Radiochemistry and Nuclear Chemistry. 3<sup>rd</sup> ed. Miami: Butterworth-Heinemann; 2002.
3. Firestone RB, Shirley V S. Table of Isotopes, 8<sup>th</sup> ed. New York: JohnWiley & Sons.
4. Vera García R, Basualdo I, Peralta I, Herebia M, Caballero S. Mineral content of Paraguayan yerba mate. Arch.Latinoamer. Nutr. 1997;47:77-80.
5. Dávalos A, Kump P, Facetti Masulli JF. Biogeochemical aspects of mineral content in *Ilex paraguayensis* S.H. 17<sup>th</sup> edición. Radiochemical Conference-Marianske Lazne; 2014.
6. Vera Garcia R, Peralta I, Caballero S. Fraction of minerals extracted from Paraguayan yerba mate (*Ilex paraguariensis*, S.H.) by cold tea(maceration) and hot tea(infusion) as consumed in Paraguay. Rojasiana. 2005;7(1):21-25.
7. Facetti Villasanti FS. Alcalinidad, potasio calcio y manganeso en Yerba mate. En Montalto F, editor. La nutrición en el Paraguay. Buenos Aires: Ediciones Oeste; 1956.
8. Heck CI, De Mejia EG. Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*): A Comprehensive Review on Chemistry, Health Implications, and Technological Considerations. J. of Food Science. 2007;72(9):138-151.
9. Paraguay. Código Bromatológico del Paraguay de 1932.
10. Argentina. Código Alimentario Argentino de 2000
11. Crystals-Saint-Gobain. Efficiency calculations for selected scintillators – Tech. 2016.
12. IAEA. Measurement of Radionuclides in Food and the Environment. Technical Reports series 295; 1989.
13. Scheibel V, Appoloni CR. Survey of natural radioactivity levels in *Ilex paraguariensis* (St. Hil.) by gamma-ray spectrometry. Braz. arch. biol. Technol. 2007;50(5). doi.org/10.1590/S1516-89132007000500019
14. Carducci CN, Dabas P, Muse JO. Determination of Inorganic Cations by Capillary Ion Electrophoresis in *Ilex paraguariensis* (St. H.), a Plant Used to Prepare Tea in South America. J. AOAC International. 2000;83(5):1167-1173.
15. Ducat G, Quinaia SP. Avaliação do teor de minerais da *Ilex paraguariensis* da região Centro-Oeste do Estado do Paraná. Rev. Cien. Exat. e Natur. 2004;6(1):31-42.