

Estrategia híbrida de preconcentración y separación para la determinación de ^{226}Ra y ^{228}Ra en aguas de consumo

Magdiel Gongora Bravo

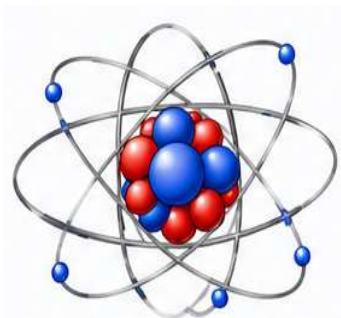
XIII Jornadas de Calidad en el Control de la Radiactividad Ambiental

4 de junio de 2026



¿Por qué es importante monitorear ^{226}Ra y ^{228}Ra ?

Radionucleidos naturales



Relevancia radiológica



Concentraciones bajas



mBq/L

Reto analítico



Niveles trazas



Alta sensibilidad y selectividad



LD para
aguas de consumo
RD 3/2023

^{226}Ra
40 mBq/L

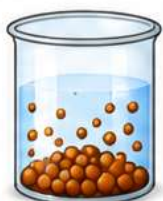
^{228}Ra
20 mBq/L



Cumplimiento
normativo



FORTALEZAS



Coprecipitación con MnO_2

→ permite procesar grandes volúmenes



Resina TK100^a

→ alta selectividad para Ra

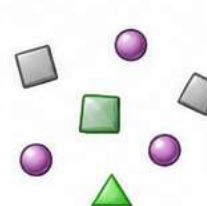


LIMITACIONES^a



Mn^{2+} residual

→ reduce la retención de Ra en la resina TK100



Interferencias de la matriz

→ disminuyen la eficiencia de adsorción del Ra

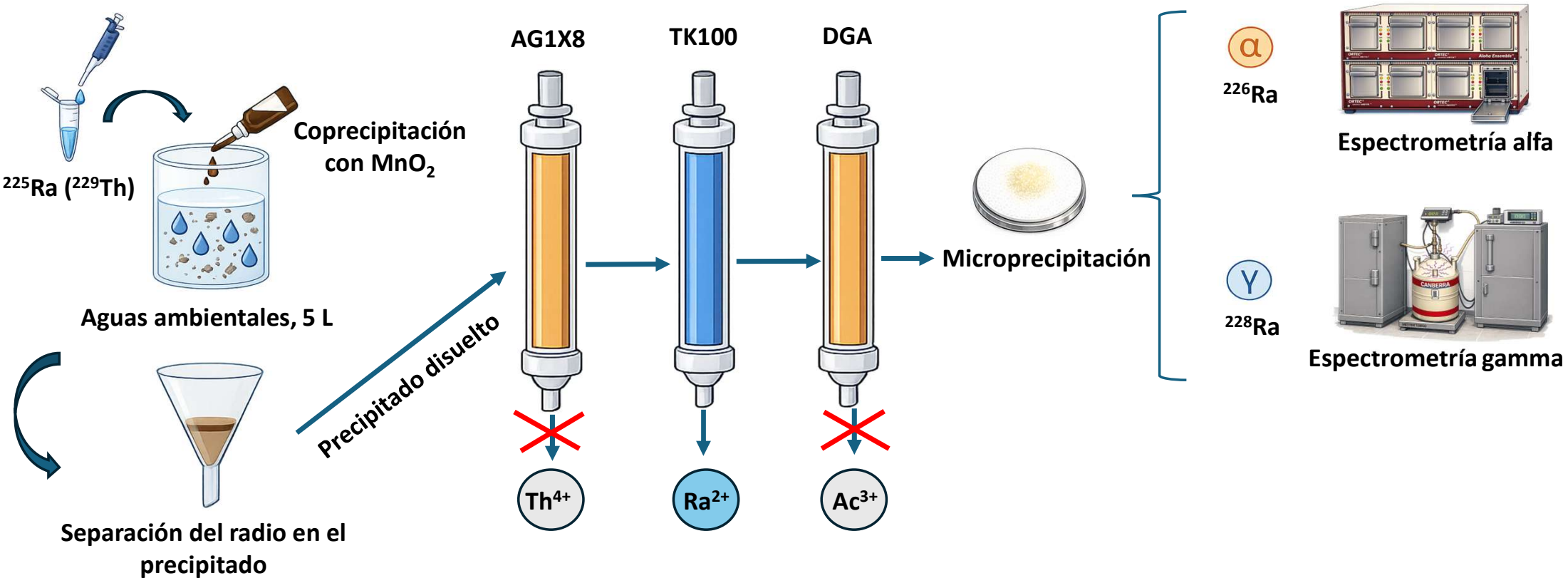


Objetivo:

Desarrollar y validar un flujo de trabajo **integrado** que combine **MnO_2** y **resinas de extracción cromatográficas** para la determinación de ^{226}Ra y ^{228}Ra en **aguas de consumo**.

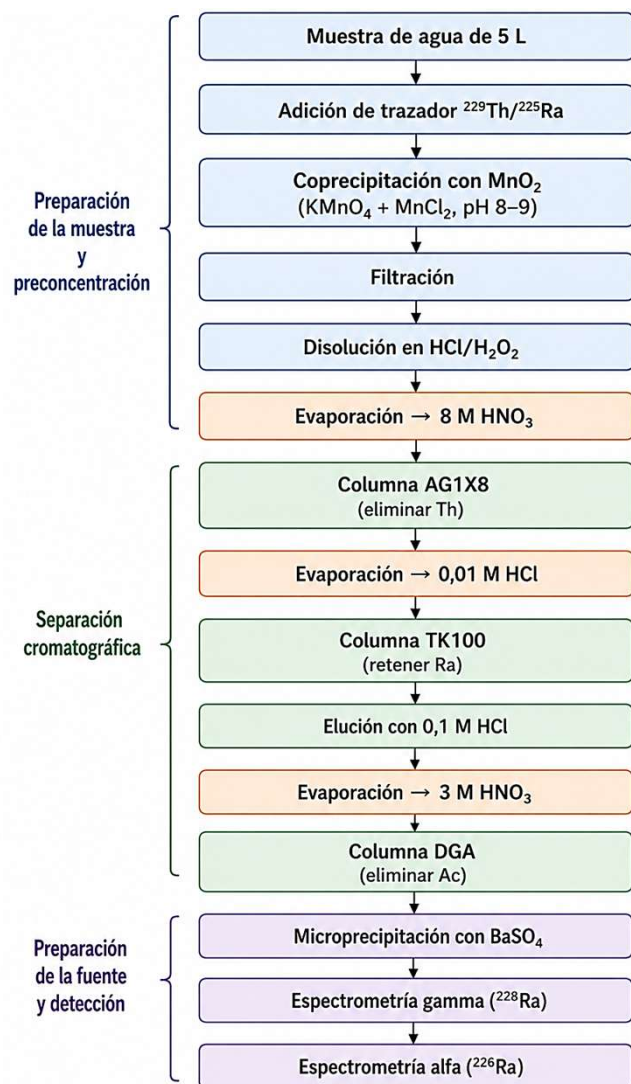
^aGongora, M., Martínez, J., Peñalver, A. et al. Performance assessment of TK100 resin for rapid and selective radium retention from environmental waters. *J Radioanal Nucl Chem* (2026). <https://doi.org/10.1007/s10967-026-10913-0>

Método desarrollado: estrategia híbrida

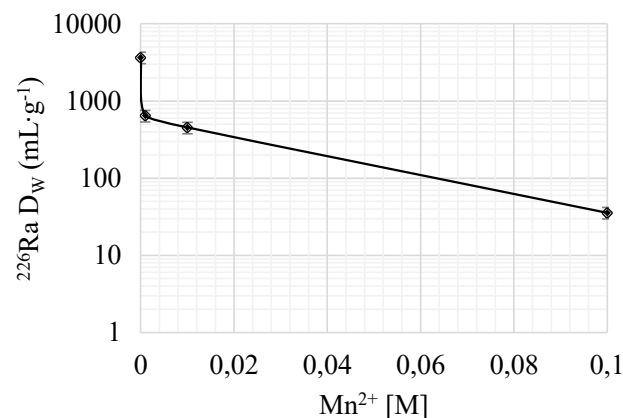


Flujo de trabajo integrado, selectivo y sensible para la determinación de ^{226}Ra y ^{228}Ra en aguas de consumo

Método desarrollado: estrategia híbrida



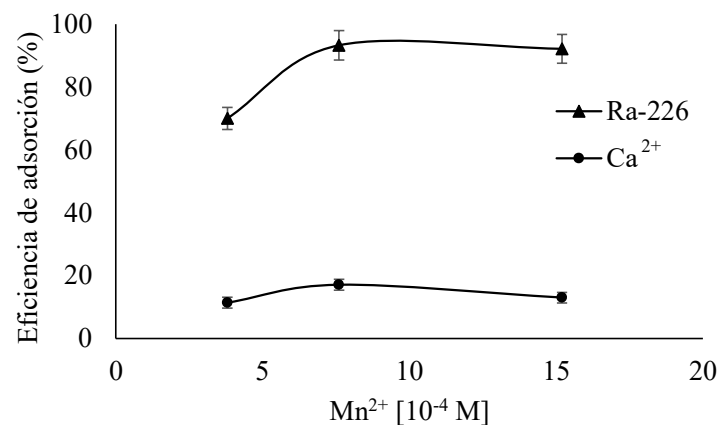
Optimización clave (efecto del Mn^{2+} residual)



Alta $[Mn^{2+}]$ → menor retención de ^{226}Ra

Concentración crítica de Mn^{2+} residual:
~ 10^{-3} M

Concentración óptima de Mn^{2+} :
 $7,6 \times 10^{-4}$ M

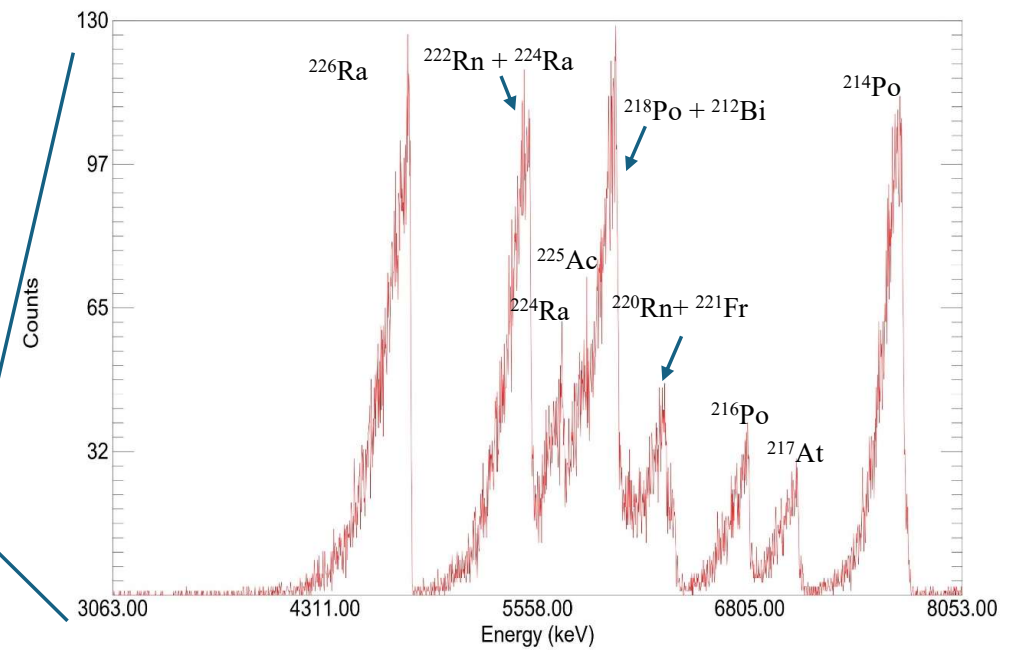


Análisis de muestras intercomparación						
Muestra [n=2]	Radionucleidos	Actividad certificada [mBq/L]	Actividad medida [mBq/L]	Recuperación [%]	Z-score	LD [mBq/L]
Spiked 1	²²⁶ Ra	18,6 ± 0,8	19,9 ± 0,5	77,9 ± 2,1	0,47	0,006
IAEA 1 ^a		52,3 ± 1,7	54,7 ± 2,1	46,7 ± 1,7	0,30	0,013
CSN 1 ^b		4,20 ± 0,12	5,2 ± 0,3	39,2 ± 1,7	1,53	0,020
CSN 2 ^c		26,2 ± 0,8	29,7 ± 1,1	41,6 ± 1,5	0,87	0,015
IAEA 1 ^a	²²⁸ Ra	67,7 ± 3,1	70,4 ± 4,6	46,7 ± 1,7	0,27	40,9
CSN 1 ^b		6,68 ± 0,32	< MDA	39,2 ± 1,7	-	48,8
CSN 2 ^c		42,1 ± 2,0	43,2 ± 2,1	41,6 ± 1,5	0,19	33,9

^aMuestra obtenida a partir de la dilución de IAEA-2019-TEL 1:143

^bMuestra obtenida a partir de la dilución de Inter-CSN-2024 1:250

^cMuestra obtenida a partir de la dilución de Inter-CSN-2024 1:40



Espectro alfa de la muestra CSN 2 después de la separación radioquímica

Evaluación del método



Recuperaciones:

✓ 37–78 %
(dependiente de la matriz)

Límites de detección (LD):

²²⁶Ra: 0,006–0,02 mBq L⁻¹

²²⁸Ra: 25,9–54,1 mBq L⁻¹



Procesamiento de grandes volúmenes (5 L)



Purificación selectiva altamente eficiente



Corrección precisa de recuperaciones

✓ Se ha desarrollado una estrategia híbrida basada en coprecipitación con MnO_2 y cromatografía selectiva para la determinación de ^{226}Ra y ^{228}Ra en aguas de consumo.

✓ El método alcanza LD inferiores a los exigidos por el RD 3/2023 para ^{226}Ra (0,006-0,02 mBq/L).

⚠ Para ^{228}Ra aún presenta limitaciones alcanzando LD en el rango de 25,9-54,1 mBq/L.



Estrategia híbrida de preconcentración y separación para la determinación de ^{226}Ra y ^{228}Ra en aguas de consumo

Magdiel Gongora Bravo

Gracias