

DETERMINACIÓN SIMULTANEA DE ACTIVIDAD DE CURIO Y AMERICIO EN MUESTRAS AMBIENTALES E INDUSTRIALES: Determinación del rendimiento total en ambos casos

Iñigo De la Hera Otaola
EHU

XIII JORNADAS SOBRE LA CALIDAD EN EL CONTROL
DE LA RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL



CONTENIDO

Índice de la presentación

01

Am y Cm: ¿Qué son?

Propiedades e importancia ambiental

02

Motivación del estudio

Por qué determinar ambos simultáneamente

03

Ensayos de electrodeposición

Optimización de temperatura y humedad

04

Validación del método

Pruebas con el nuevo sistema

05

Comportamiento químico similar

Muestras en disolución acuosa

06

Efecto matriz

Ensayos con suelo limpio

07

Estado de validación

Muestras de alta y baja actividad

Americio y Curio: Actínidos transuránicos

AMERICIO (Am-241 / Am-243)

Z = 95

Actínido producido en reactores nucleares (fisión y captura neutrónica).

Am-241 ($T_{1/2} = 432$ a): emisor α , presente en detectores de humo y residuos de armamento nuclear.

Am-243 ($T_{1/2} = 7,370$ a): isótopo de referencia empleado como trazador en análisis.

Monitorización clave en instalaciones nucleares y muestras ambientales.

CURIO (Cm-244 / Cm-243)

Z = 96

Actínido sintético, se produce por irradiación de Pu-239 con neutrones.

Cm-244 ($T_{1/2} = 18.1$ a): emisor α intenso, fuente de calor en RTGs.

Cm-243 ($T_{1/2} = 29.1$ a): minoritario, también emisor α .

Indicador de contaminación nuclear severa; relevante en control radiológico de instalaciones.

¿Por qué Cm-244 y Am-243 simultáneamente?

Principio clave: El Am-243 actúa como **trazador** del proceso radioquímico. Si tanto el americio como el curio se comportan de la misma manera en cada etapa del proceso de separación, el rendimiento de separación del Am-243 será aplicable a los isótopos de curio.

Química análoga

Ambos son actínidos trivalentes en solución ácida.

Se coprecipitan, separan en resinas y electrodepositan en las mismas condiciones.

Una sola preparación de muestra cubre los dos analitos.

Cálculo del rendimiento

Se añade Am-243 (actividad conocida) a la muestra.

Al final se mide cuánto Am-243 se ha recuperado.

Ese % de recuperación corrige la actividad de Cm-244 medida → resultado real.

Factor de multiplicación

Si hubiera desviaciones entre el comportamiento de Am y Cm,

se aplica un factor de corrección constante (factor de multiplicación).

Determinarlo es uno de los objetivos centrales de este estudio.

¿Por qué Am-243 y no Am-241? El Am-241 puede estar presente en la muestra real. El Am-243 no aparece de forma natural → sin interferencia en el espectro alfa.

Optimización de condiciones

Variables estudiadas

- Temperatura de electrodeposición
- pH de la electrodeposición
- Intensidad y tiempo de corriente
- Distancia
- Comportamiento relativo Am/Cm

Valores estándar empleados

Temperatura
Tambiente (°C)

pH
2.5

Tiempo
60 min

Intensidad
2.4 A

Distancia
2.5 cm

Condición óptima

Corriente continua

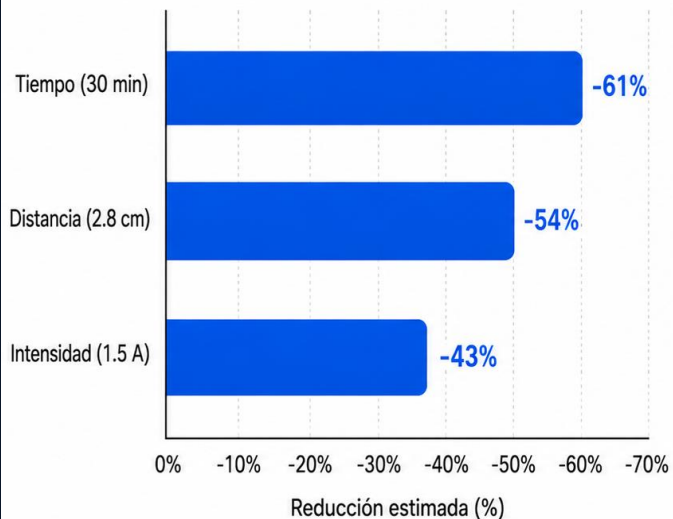
Electrodo – muestra

* Condiciones fijadas tras ensayos PRB2317 – PRB2337

Optimización de condiciones

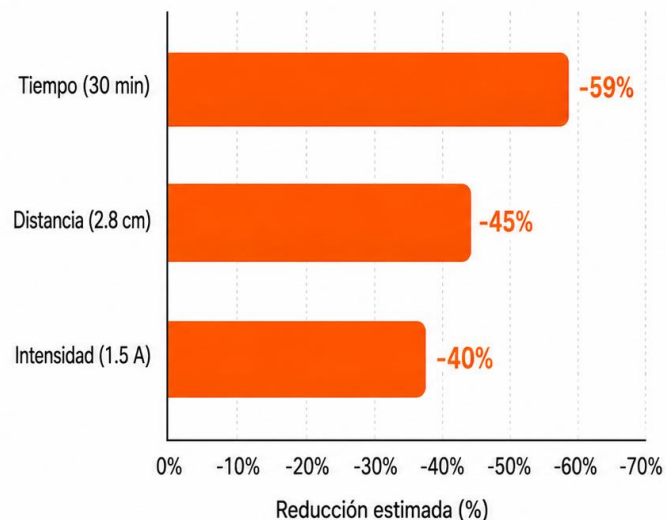
Pérdida de rendimiento Am-243 por variable

■ Reducción estimada (%)



Pérdida de rendimiento Cm-244 por variable

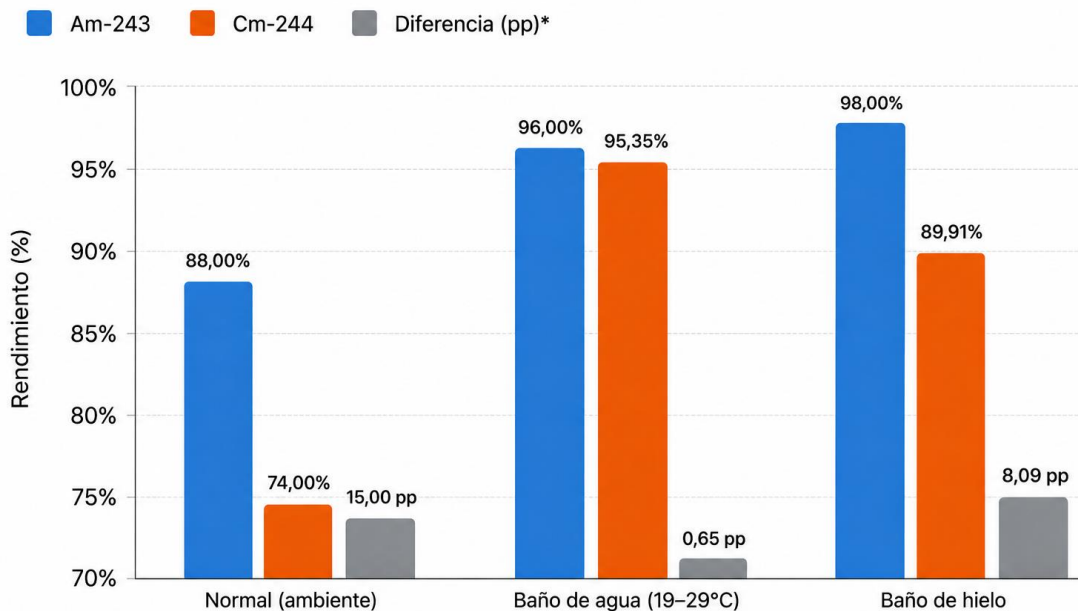
■ Reducción estimada (%)



La variación del PH tiene un impacto bajo en comparación con el resto de variables

Optimización de condiciones: Impacto de la Temperatura

Efecto temperatura sobre rendimiento (%)



* Diferencia (pp) = Am-243 – Cm-244 (puntos porcentuales)

Verificación con el nuevo sistema de electrodeposición

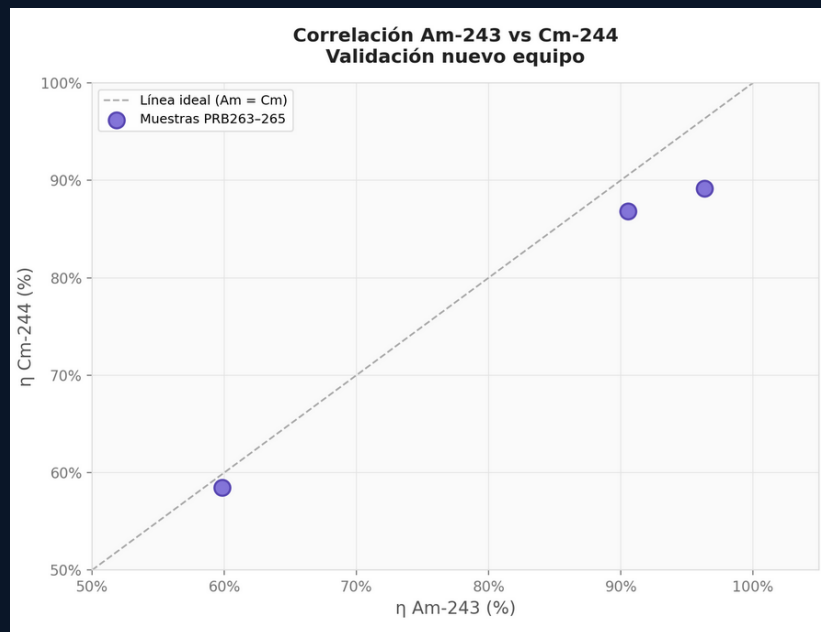
El laboratorio ha actualizado su sistema de electrodeposición. Dado el cambio de equipamiento, es necesario verificar que las condiciones óptimas previamente establecidas (agua corriente fluida) siguen siendo válidas con la nueva configuración.

Muestra	$\eta_{\text{Am-243}}$	$\eta_{\text{Cm-244}}$	Ratio (Am/Cm)
PRB263AM	59,86 %	58,46 %	1.023
PRB264AM	96,33 %	89,15 %	1.081
PRB265AM	90,55 %	86,81 %	1.022

El nuevo equipo de electrodeposición cumple con las condiciones óptimas previamente establecidas

Verificación con el nuevo sistema de electrodeposición

El laboratorio ha actualizado su sistema de electrodeposición. Dado el cambio de equipamiento, es necesario verificar que las condiciones óptimas previamente establecidas (agua corriente fluida) siguen siendo válidas con la nueva configuración.



Factor de multiplicación Am/Cm en disolución acuosa

Se han preparado 2 muestras en **disolución de agua** para comprobar si Am y Cm presentan un **comportamiento químico similar** o, en su defecto, si existe un factor de multiplicación constante y aplicable entre ambos.

Muestra Am-243 en agua

Muestra Cm-244 en agua

Muestra	$\eta_{\text{Am-243}}$	$\eta_{\text{Cm-244}}$	Ratio (Am/Cm)
PRB2647AM	97,27 %	95,35 %	1,021
PRB2648AM	83,78 %	80,68 %	1,038

Objetivo: ¿Comportamiento similar? ¿Factor de multiplicación constante?

Ensayos con suelo limpio (matriz real)

Para evaluar **la influencia de la matriz en los rendimientos de extracción y electrodeposición**, se empleó suelo limpio (no contaminado) al que se le añadió una cantidad conocida de Am-243 y Cm-244.

¿Qué es el efecto matriz?

La **composición química de la muestra** (suelo, sedimento, biota) puede interferir en los procesos de separación y electrodeposición, alterando el rendimiento del método.

Material de referencia

Se utilizó **suelo limpio certificado** (sin actividad de fondo significativa) para que la actividad trazada de Am/Cm sea la única fuente de actividad medible.

Objetivo de los ensayos

Verificar que el método mantiene rendimientos aceptables en matrices complejas y que el factor de corrección sigue siendo aplicable.

Ensayos con suelo limpio (matriz real)

Para evaluar la influencia de la matriz en los rendimientos de extracción y electrodeposición, se empleó suelo limpio (no contaminado) al que se le añadió una cantidad conocida de Am-243 y Cm-244.

Muestra	$\eta_{\text{Am-243}}$	$\eta_{\text{Cm-244}}$	Ratio (Am/Cm)
PRB2634AM	59,53 %	51,10 %	1,1416
PRB2635AM	57,26 %	50,21 %	1,1231

RESUMEN Y PRÓXIMOS PASOS

Determinación simultánea Am/Cm — Estado actual

1

Am y Cm son actínidos de gran relevancia en control radiológico ambiental e industrial.

2

Los ensayos de electrodeposición muestran que el **agua corriente fluida es la condición óptima** para la co-determinación.

3

El cambio de sistema de electrodeposición ha sido **verificado**: la condición óptima se mantiene.

4

El **comportamiento químico** del Am-243 y Cm-244 en **disolución acuosa podría ser análogo**: Am-243 trazador válido para el Cm-244

5

Se puede observar un factor de multiplicación sistemático y consistente (1,13-1,14), lo que indica que el **efecto matriz afecta diferentemente a ambos isótopos pero de forma reproducible y corregible**

6

Validación del método: 4 muestras con alta actividad y 4 muestras con baja actividad

DETERMINACIÓN SIMULTANEA DE ACTIVIDAD DE CURIO Y AMERICIO EN MUESTRAS AMBIENTALES E INDUSTRIALES: Determinación del rendimiento total en ambos casos

Iñigo De la Hera Otaola
EHU

XIII JORNADAS SOBRE LA CALIDAD EN EL CONTROL
DE LA RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL

