

# Obtención de Lutecio 177 mediante la irradiación de Lutecio enriquecido y Lutecio natural

Jorge Herrera <sup>a</sup> [jherrera@ipen.gob.pe](mailto:jherrera@ipen.gob.pe), Jesús Miranda <sup>a</sup>, Arturo Portilla <sup>a</sup>, Maria Benites <sup>a</sup>,  
Manuel Castro <sup>a</sup>, Rolando Arrieta <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Instituto Peruano de Energía Nuclear. Subdirección de Operación de la Planta de Producción. Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

<sup>b</sup> Instituto Peruano de Energía Nuclear. Subdirección de Operación de Reactores Nucleares. Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

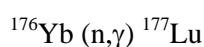
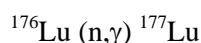
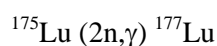
## Resumen

Se presentan los resultados preliminares de la obtención de Lutecio-177 (en dos lotes) a partir de la irradiación de blancos de lutecio enriquecido y natural. También se ha comparado las características radiactivas del radioisótopo obtenido a partir de la irradiación de los blancos, con la finalidad de verificar sus cualidades para la marcación de algunas moléculas usadas en radioterapia. Para esta investigación, se irradiaron blancos de lutecio en el reactor RP-10 del Centro Nuclear RACSO por dos períodos de 6 horas cada uno y con una semana de diferencia entre los mismos. La actividad específica obtenida para el blanco enriquecido fue 527,34 y 946,25 mCi de Lu 177/mg de LuCl<sub>3</sub> y para el blanco natural fue de 40,66 y 72,94 mCi de Lu 177/mg de LuCl<sub>3</sub>. Los resultados indican que la actividad específica obtenida a partir de lutecio enriquecido es aproximadamente 13 veces mayor que el obtenido mediante el lutecio natural y la pureza radionucleídica como Lutecio-177 tiene valores superiores a 99,9 %. Estos resultados lo hacen muy útil para la marcación de agentes radioterapéuticos que requieran actividades específicas bajas. Las condiciones y tiempo de irradiación fueron los mismos para ambos blancos irradiados.

## 1 Introducción

El objetivo del presente trabajo es la obtención de Lutecio-177 a partir de un blanco enriquecido y un blanco natural con la finalidad de comparar sus características radiactivas, así como determinar si el producto obtenido tiene actividad específica para ser usado en la marcación de moléculas con fines radioterapéuticos.

El Lu-177 es un radioisótopo que por sus propiedades nucleares es atractivo para su empleo en radioterapia. Se obtiene por irradiación con neutrones, a partir de Lutecio-175 y Lutecio-176 ó Yterbio 176[1]. Las reacciones nucleares son:



El Lu-177 posee una moderada energía beta, 0,497 MeV, la detectable energía gamma, 0,208 KeV y su tiempo de vida media es de

6,734 días, siendo un agente ideal para este propósito [2].

La probabilidad de absorber un neutrón, es mayor que absorber dos por el mismo núcleo, por lo que se espera que la reacción con Lutecio 176 ó con Yterbio 176 sea más viable para la obtención de Lutecio 177.

El Lutecio natural está constituido por los núclidos Lu-175 y Lu-176, siendo la abundancia isotópica de 97,41 % y 2,59 % respectivamente. El enriquecido que se utilizó para la presente investigación tenía 39,65% en Lu-176.

La abundancia isotópica de Lutecio-176 en ambos tipo de blancos es determinante para la obtención de diferentes valores de actividad específica de Lutecio-177 [4].

## 2 Parte Experimental

### 2.1 Material y Equipamiento

- Cartucho de aluminio para irradiación.
- Cápsulas de cuarzo de 3 mL de capacidad.

- Viales de vidrio de 10 mL de capacidad con tapón y precintos.
- Goteros de plástico de 5 mL de capacidad.
- Cinta indicadora de pH Universal.
- Trióxido de Lutecio natural Jhonson Matthey Co. Disuelto en ácido clorhídrico 1 N y re-cristalizado como  $\text{LuCl}_3$ .
- Trióxido de Lutecio enriquecido en Lutecio-176 al 39,65%, Isoflex USA disuelto en ácido clorhídrico 1 N y re-cristalizado como  $\text{LuCl}_3$ .
- Facilidad de irradiación en un reactor nuclear con flujos de irradiación de  $8,40 \times 10^{13}$  y  $9,65 \times 10^{13}$  ( $\text{n/cm}^2 \times \text{s}$ ) y flujos experimentales con valores por determinar.
- Calibrador de dosis Capintec CRC 15R.
- Cadena de espectrometría gamma multicanal con detector de GeHP.

## 2.2 Procedimiento

Se irradiaron 2 Lotes en diferentes fechas, cada uno compuesto por un blanco enriquecido y un blanco natural.

### 2.2.1 Preparación del blanco de irradiación:

En ampollas de cuarzo por separado se confinaron cantidades menores a 1 mg del blanco a irradiar.

Las ampollas de cuarzo se empacaron en cápsulas de aluminio las cuales fueron selladas herméticamente.

La forma química de los blancos irradiados fue tricloruro de Lutecio  $\text{LuCl}_3$ .

### 2.2.2 Irradiación:

Los blancos se irradiaron en el reactor nuclear RP-10 de Centro Nuclear RACSO, durante dos períodos de 6 horas cada uno, con un intervalo de una semana entre los mismos.

## 2.3 Tratamiento químico

Los blancos irradiados se solubilizaron por separado en solución de HCl 1 N. Las soluciones se envasaron en viales de vidrio por separado los que fueron debidamente sellados y precintados. Se determinó el pH para cada solución.

## 2.4 Calibración

Se calibró la actividad radiactiva de cada solución contenida en los viales, en un calibrador de dosis.

## 2.5 Determinación de Pureza Radionucleídica

La pureza radionucleídica se determinó en un equipo de cadena de Espectrometría Gamma Multicanal asociado a un detector de GeHP.

## 3 Resultados y Discusiones

Se obtuvo Lutecio-177 a partir de dos blancos irradiados en las mismas condiciones, con actividades específicas diferenciadas notablemente. Los datos y resultados se presentan en la Tabla 1.

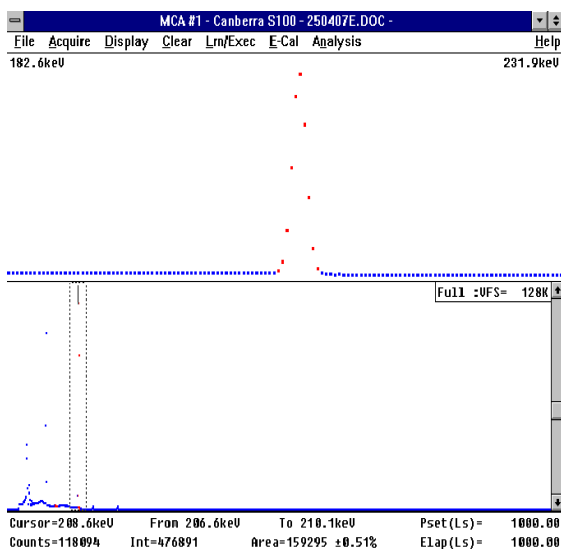
**Tabla 1.** Datos y resultado de la irradiación de dos lotes de  $\text{LuCl}_3$  para obtener Lu-177.

	Lote 1		Lote 2	
	Lutecio enriquec	Lutecio natural	Lutecio enrique	Lutecio natural
Flujo de irradiación ( $\text{n/cm}^2 \times \text{s}$ )	$8,40 \times 10^{13}$ (1er período)		Experimental *	(1er período)
	$9,65 \times 10^{13}$ (2do período)		Experimental *	(2do período)
Actividad (mCi)	172,28	13,02	140,04	10,03
Actividad específica (mCi Lu 177/mg $\text{LuCl}_3$ )	537,24	40,66	946,25	72,94
PRN (%)	99,9	99,9	99,9	99,9
pH de solución	1	1	1	1
mg de $\text{LuCl}_3$ irradiado	0,519	0,516	0,2387	0,2218
Relación $\text{Lu}_{\text{enriquecido}} / \text{Lu}_{\text{natural}}$		13,20		12,97

\* Flujo de neutrones no determinado por ser nueva la caja de irradiación en el núcleo del reactor RP-10.

Los valores de las actividades específicas obtenidas para los blancos irradiados se justifican por el tipo de reacción nuclear y por la abundancia isotópica de Lutecio 176 en ambos blancos.

En el espectro gamma se determinó el fotopico característico de Lutecio-177 (Figura 1). No se encontró presencia de otros radioisótopos como impurezas en el producto activado, esto se determinó por controles de pureza radionucleídica en los blancos irradiados.



**Figura 1.** Pico característico del espectro gamma de Lutecio 177, obtenido a partir de un blanco enriquecido.

#### 4 Conclusiones

La actividad específica obtenida a partir de Lutecio enriquecido es aproximadamente 13 veces mayor que la obtenida a partir de Lutecio natural.

La actividad específica del Lutecio-177 obtenido a partir de blanco enriquecido es adecuada para la obtención de agentes marcados con actividades específicas bajas, utilizadas en radioterapia [3]; tales como, EDTMP-Lu-177 y marcroagregados de Hidróxido de <sup>177</sup>Lutecio para artropatías, entre otros.

La pureza radionucleídica como Lutecio-177 presentó valores superiores a 99,9 % que lo hacen ideal para ser empleados en la obtención de agentes radioterapéuticos.

En el lote No. 2 se puede determinar que la activación a Lutécio-177 en la nueva caja experimental del núcleo del reactor es mayor que la activación obtenida en la caja donde se irradió el Lote No.1.

#### 5 Agradecimientos

Los autores manifiestan su agradecimiento al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) que a través del proyecto ARCAL LII, coordinado por la M.Sc. Anita Robles, proporcionó el blanco de trióxido de Lutecio enriquecido para iniciar el presente trabajo.

#### 6 Referencias

[1] International Atomic Energy Agency. Manual for reactor produced radioisotopes. IAEA-TECDOC-1340. Vienna: Austria; 2003. p. 121-128.

[2] Mirzadeh S, Knapp F. Reactor production of Lutetium 177-an attractive radioisotope for cancer therapy. J. Nucl. Med. 1996; 37(5): 167.

[3] Ruty Sola GA, Bottazzini DL, Argüelles MG, Furnari JC, Vera Ruiz H. Lutetium-177EDTMP for Bone Palliation Preparation an Biodistribution. [Short communication]. Eur. J. Nucl. Med. 1998; 25:8 OS 386.

[4] Herrera J, Miranda J, Portilla A, Castro M, Benites M. Obtención Lutecio 177 de bajas actividades específicas en el reactor nuclear RP-10. En imprenta.