



## DESTILACIÓN SECA DEL $\text{TeO}_2$ EN $\text{HNO}_3$ Y ANÁLISIS POR ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN ÓPTICA POR PLASMA PARA EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE YODO-131

María del carmen Zepeda Mondragón, José Alanis Morales, Guadalupe Plata Díaz  
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), Depto. de Materiales Radiactivos, Carretera México-Toluca Km. 36.5, Ocoyoacac Edo. de México, C.P. 52045.  
E-Mail: [nemrac\\_12@yahoo.com](mailto:nemrac_12@yahoo.com), [jam@nuclear.inin.mx](mailto:jam@nuclear.inin.mx), [luplady@hotmail.com](mailto:luplady@hotmail.com)

### Resumen

El  $^{131}\text{I}$  es uno de los radionúclidos que tiene aplicaciones en Medicina Nuclear y se emplea con fines de diagnóstico. En el ININ, el  $^{131}\text{I}$  se produce por vía destilación seca a partir del  $\text{TeO}_2$ . El presente trabajo, trata de un estudio que se está llevando a cabo y hasta el momento se está empleando un equipo simulador de destilación, que se compone por un horno eléctrico, un manómetro de agua así como una bomba de vacío, el  $\text{TeO}_2$  se calienta a diferentes temperaturas que comprende el intervalo de 700-800°C y los vapores desprendidos se diluyen en una solución 0.1N de  $\text{HNO}_3$  de la cuál se toman alícuotas cada determinado tiempo para determinar la cantidad de Te disuelto a través de la técnica analítica Espectrometría de emisión óptica de plasma. Lo anterior es con el fin de determinar la temperatura óptima del proceso de destilación de  $^{131}\text{I}$ .

### 1. INTRODUCCIÓN

Los radionúclidos son isótopos radiactivos que en muchas ocasiones por sus características químicas, biológicas y moleculares se pueden emplear como radiofármacos en el área de la medicina nuclear con el fin de diagnosticar o tratar terapéuticamente diferentes enfermedades. Dentro de los principales radiofármacos en el área de la medicina, se encuentra el  $^{131}\text{I}$  que posee un tiempo de vida media de 8.05 días y una energía gamma (364KeV) que le permite penetrar bien los tejidos y con ello obtener imágenes gammagráficas, de esta forma es empleado para diagnóstico clínico y en particular para observar el funcionamiento de la glándula tiroides.

En el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), se desarrolló un método de obtener  $^{131}\text{I}$ , basado en la irradiación del  $\text{TeO}_2$  y obteniendo el  $^{131}\text{I}$  por destilación seca. El  $^{131}\text{I}$  que se obtiene por este método emplea  $\text{TeO}_2$  irradiado que se calienta en un horno eléctrico, los vapores de yodo que se desprenden son absorbidos en una solución de  $\text{NaOH}$  y  $\text{Na}_2\text{HCO}_3$ . Una de las principales ventajas de obtención de  $^{131}\text{I}$  por este método, es que el proceso de destilación es simple dado que solo se emplea  $\text{TeO}_2$  como materia prima dentro del horno eléctrico de destilación, a una temperatura de destilación (arriba de 733 °C) tal que pueda destilarse el isótopo de  $^{131}\text{I}$  y que además no se desprendan trazas de isótopos de telurio que puedan contaminar el producto, lo que conlleva a encontrar una temperatura óptima de trabajo. Para determinar la cantidad de isótopos de telurio que pueden contaminar el producto durante la destilación, y ajustar la temperatura de destilación, se llevaron a cabo pruebas de destilación seca del  $\text{TeO}_2$  en  $\text{HNO}_3$  mismas que se presentan en este trabajo y aplicando la técnica analítica por Espectrometría de Emisión Óptica por Plasma a las pruebas realizadas a diferentes temperaturas se determinó la cantidad de Te disuelto, con este estudio se pretende determinar posteriormente la temperatura óptima de destilación para obtener el  $^{131}\text{I}$  y con alta pureza química y radioquímica.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El equipo de destilación está compuesto de un horno eléctrico, una bomba de vacío, un manómetro de agua, un grupo de dos dilutores, así como una cápsula y una charola de cuarzo (Fig. 1), y los reactivos son el  $\text{TeO}_2$  y  $\text{HNO}_3$  0.1N.

## 3. PROCEDIMIENTO DE DESTILACIÓN:

Para llevar a cabo el proceso de destilación se emplea el equipo de destilación (Fig. 2), se pesan 10g de  $\text{TeO}_2$  sinterizado a una temperatura de  $733^\circ\text{C}$  y con un tiempo de sinterizado de 15 minutos (como se muestra en la figura 1)



Fig. 1. Lingote de  $\text{TeO}_2$  sinterizado

Se colocan en una charola de cuarzo (1), que se introduce en el horno eléctrico(2). Cuando comienza a elevarse la temperatura del horno y alcance  $500^\circ\text{C}$  aproximadamente se enciende la bomba de vacío (3) y se regula la caída de presión en el manómetro de agua (4) de manera que permanezca constante el mayor tiempo posible, con ello comienza el proceso de destilación del Te.

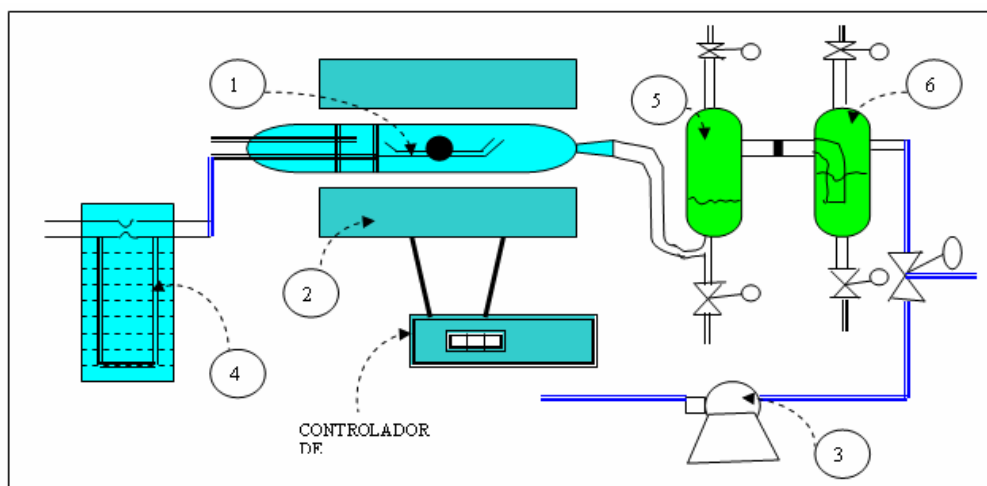


Fig. 2. Equipo de destilación de  $^{131}\text{I}$

Los vapores de  $\text{TeO}_2$  destilados pasan a un primer dilutor (5) que contiene 40ml. de  $\text{HNO}_3$  0.1N, de ahí una cantidad de vapores remanentes de  $\text{TeO}_2$  pasan a un segundo dilutor (6) que tiene la misma cantidad de solución de  $\text{HNO}_3$ . Una vez que el horno alcance la temperatura de trabajo se toma una alícuota de 4ml del primer dilutor y las siguientes alícuotas, cada 30 minutos hasta 2 horas de proceso. Cada alícuota se obtiene en un vial de 20 ml y este se etiqueta y se guarda para aplicar la técnica analítica por Espectrometría de Emisión Óptica de Plasma, donde se identifica el Te disuelto en cada muestra. Una vez que se tienen los resultados de cada muestra se gráfica la cantidad de Te disuelto contra tiempo.

#### 4. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

En la figura 4 se muestran graficados los resultados obtenidos en el análisis por Espectrometría de Emisión Óptica de Plasma de las pruebas llevadas a cabo a diferente temperatura, se observa el comportamiento que sigue la disolución del Te en  $\text{HNO}_3$  0.1N con respecto al tiempo. Teóricamente, cuando comienza el calentamiento en función del tiempo aumenta la cantidad de telurio disuelta en las soluciones de los dilutores, sin embargo, se observa que este comportamiento no existe en las primeras tres pruebas ( $695^\circ\text{C}$ ,  $704^\circ\text{C}$  y  $715^\circ\text{C}$ ), posiblemente se debe a que no se mantuvo constante la velocidad de burbujeo de manera adecuada debido a que el flujo de evacuación ocasionado por la bomba de vacío no es constante.

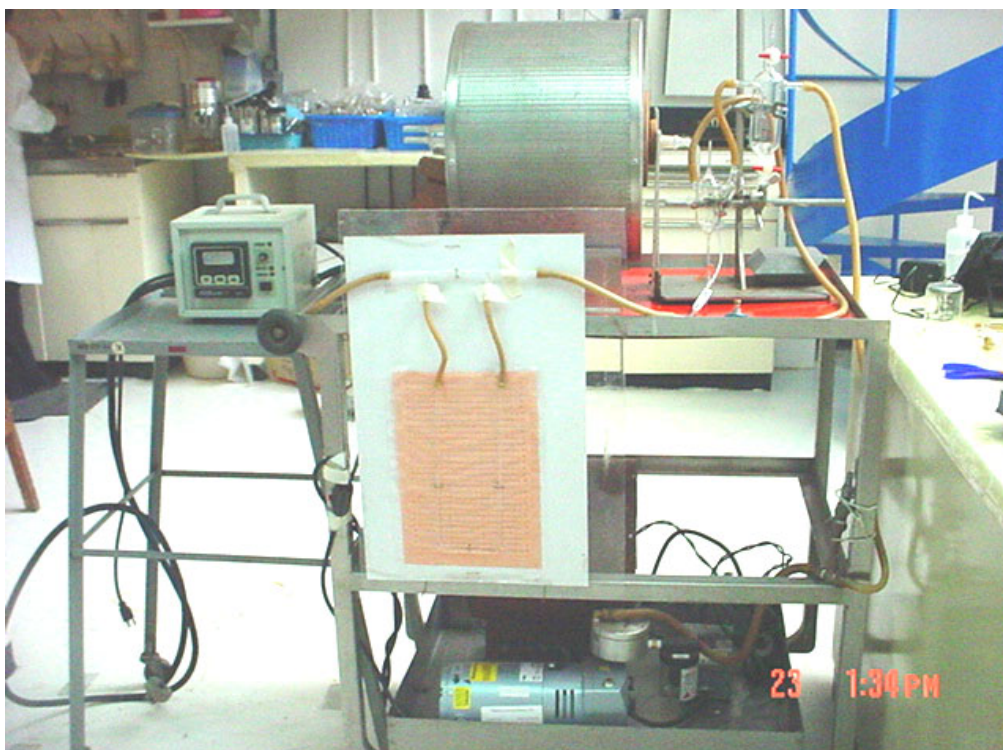


Fig.3. Equipo de Destilación de  $\text{TeO}_2$

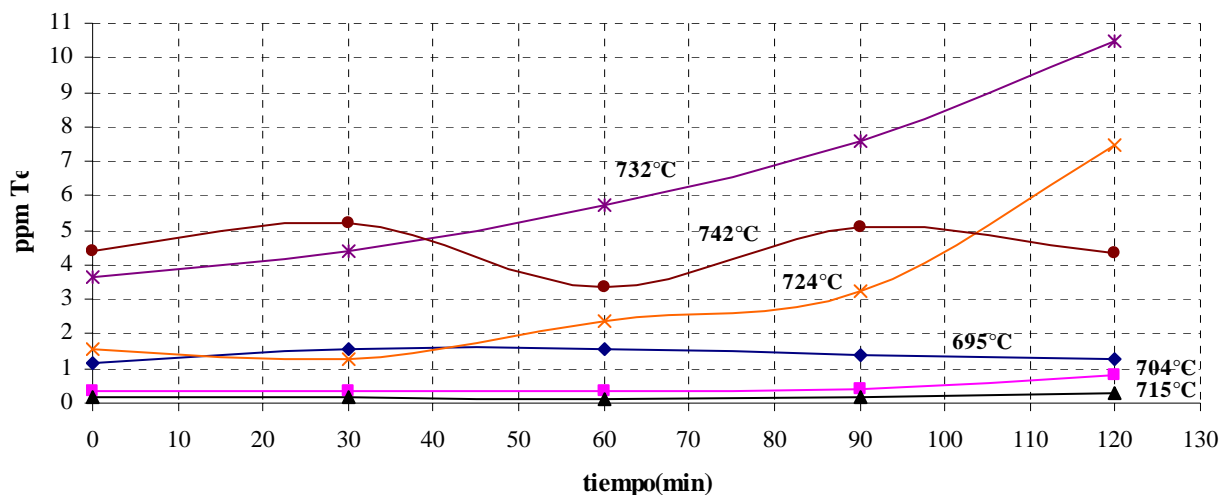


Fig. 4. Comportamiento del Te disuelto en  $\text{HNO}_3$  0.1N a diferentes temperaturas con respecto al tiempo

Para verificar que la velocidad de burbujeo es función de la cantidad de Te que se disuelve, se realizaron pruebas a diferente velocidad de burbujeo (alto, moderado y lento) a una temperatura constante ( $724^\circ\text{C}$ ), aplicando la misma técnica analítica se obtuvieron los resultados presentados en la figura 5. En general, se observa que a mayor velocidad del burbujeo se obtiene una mayor cantidad de Te disuelto en la solución.

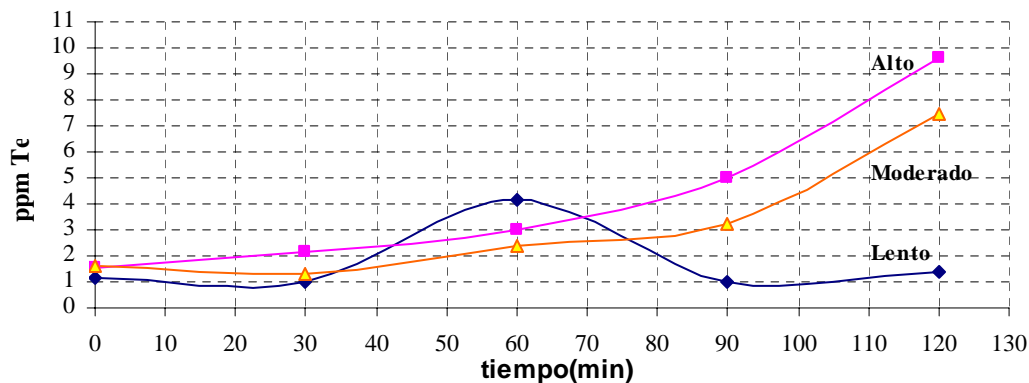


Fig. 5. Influencia de la velocidad de burbujeo a  $T=724^\circ\text{C}$

Por otro lado, en la figura 5 también se aprecia que conforme transcurre el tiempo se tiene una mayor cantidad de Te disuelto, a excepción de la curva que describe el comportamiento de la cantidad de Te presente obtenida con un burbujeo lento que muestra un pico a los 60 minutos debido a un cambio brusco en el burbujeo de los vapores de  $\text{TeO}_2$  en ese instante. Este fenómeno que se presenta, quizás sea debido, a que es muy difícil mantener el flujo de aire de succión de la bomba de vacío en este régimen.



Una vez comprobado que la velocidad de burbujeo influye en la cantidad de Te que se disuelve, posteriormente, las pruebas se realizaron con una velocidad de burbujeo moderado, los resultados obtenidos se observan en la figura 4, donde se muestran las curvas correspondientes a las temperaturas de 724°C, 732°C y 742°C, en las cuáles se aprecia que su comportamiento tiene un acercamiento a lo esperado teóricamente, es decir, la cantidad de Te que se disuelve en el HNO<sub>3</sub> es mayor conforme la temperatura se incrementa, ello se explica con el hecho de que a mayor temperatura el TeO<sub>2</sub> va a desprender una mayor cantidad de vapores y con ello se tiene mas Te disuelto. El comportamiento de la curva obtenida a una temperatura de 742°C tiene esa forma debido a que en ésta prueba el burbujeo fue disminuyendo a partir de los 60min por la gran cantidad de vapores de TeO<sub>2</sub> destilados que taparon parcialmente la salida de los vapores que es por donde se origina el burbujeo.

## 5. CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos en las primeras pruebas realizadas, que abarcan un intervalo de temperatura de 700°C-740°C, se concluye que es importante mantener constante la velocidad de burbujeo durante todo el proceso para las pruebas posteriores que complementen el presente estudio y para ello, es recomendable tener una forma más eficaz de controlar el burbujeo, como puede ser el uso de una válvula que regule la cantidad de aire que llega al dilutor principal.

Por otro lado, se comprueba que si se mantiene un burbujeo constante la cantidad de Te disuelto va a aumentar conforme se incrementa la temperatura y conforme transcurre el tiempo.

## REFERENCIAS

- J. Alanis "Estudio de Investigación y Optimización de los Parámetros del Proceso de Obtención de Yodo-131 del ININ", Tesis Doctoral, Facultad de Química, UNAM, México, 2000.
- M. Navarrete , L. Cabrera, "Introducción al Estudio de los Radioisótopos", Facultad de Química, UNAM, 2ª Edición, México, 1993.
- "Radioisotope Production and Quality Control" Series: International Atomic Energy Agency, Vienna Austria, 1971.