



XA04N1176

## DOSIMETRIA GAMMA DE ALTAS DOSIS

M. en C. Trinidad Martínez C.\* Q.I. Adriana Galvan G.\*\*

I.Q. Gerardo Canizal\*\*

## I.- INTRODUCCION

La dosimetría gamma de altas dosis ( $5 \times 10^4$  Gy)<sup>1</sup> es un tema de interés actual debido a sus aplicaciones<sup>2</sup> tanto en la búsqueda de nuevos materiales para reactores nucleares avanzados como en la dosimetría en casos de accidentes nucleares<sup>3</sup>, instalaciones de reprocesamiento y en almacenamiento de desechos radiactivos ya que inclusive se utilizan como fuentes de irradiación estos mismos elementos combustibles descargados de reactores y enfriados por un cierto tiempo dando razones de dosis de  $10^5$  Gy/h.<sup>4</sup> Asimismo las técnicas futuras de irradiación de alta intensidad ( rayos gamma y electrones) requerirán de métodos precisos para la determinación de la dosis. Sin embargo la mayoría de las técnicas presentes tienen como límite superior menos de 10 MGy ya que los irradiadores industriales trabajan en el intervalo de 0 - 0.1 MGy.

La dosimetría gamma de altas dosis es problemática en casi todos los dosímetros clásicos basados ya sea en la termoluminiscencia, propiedades eléctricas, químicas, etc., porque se saturan a muy altas dosis y ya no resultan útiles. Por lo tanto es importante llevar a efecto alguna investigación en el intervalo de altas dosis.

## II. PARTE EXPERIMENTAL

## II.1. Material y Equipo

Fe SO<sub>4</sub>. 7 H<sub>2</sub>O (Grado reactivo)

HCl 0.1 N

Material de vidrio ( matraces aforados, tubos de ensayo, etc.)

Balanza Analítica Bosch Mod. S-2000

Irradiador IHH 33-6500 de  $^{60}\text{Co}$  con una actividad de  $3.37 \times 10^7 \text{ Ci}$ .

Espectrofotómetro de ultravioleta Perkin-Elmer 553, Fast-sca UV/VIS

## II.2. Desarrollo Experimental

El sulfato ferroso heptahidratado, en estado sólido fué envasado en frascos de vidrio y, cerrados herméticamente se irradiaron a la misma geometría a dosis de 0.5 MGy, 1 MGy, 1.5 MGy, 3 MGy, 5 MGy, 7.5 MGy y 10 MGy ( 50 a 1000 MRad ) a una razón de dosis de  $2.25 \times 10^3 \text{ Gy/h}$ . La calibración fué hecha por el método de Fricke y el método del acrílico rojo fué también usado para comparación.

## II.3. Procedimiento.

Se determinó el espectro de absorción de una muestra irradiada para determinar la longitud de onda  $\lambda$  a la cual se observa la mayor absorbancia para hacer la cuantificación del Fe(III) y que fué de 304 nm.

Se realizaron curvas de calibración espectrofotométrica de la sal de Fe (III),  $(\text{Fe}_2 (\text{SO}_4)_3 \cdot n \text{H}_2\text{O})$ , para lo cual se prepararon soluciones (por triplicado) a diferentes concentraciones molares para conocer el intervalo en el cual se cumple perfectamente la Ley de Lambert-Beer. Dichas soluciones se prepararon en HCl 0.1 N y se leen contra un blanco del mismo ácido, (Fig. 1 )

Por lo que respecta a las muestras después de ser irradiadas, ( por triplicado ) se pesaron 0.125 g y se disolvieron en HCl 0.1 N en un matraz aforado; en caso necesario, se realizaron diluciones para determinar la densidad óptica de la solución adecuadamente, ya que si la formación de Fe (III) es muy grande el aparato se satura. La determinación de la densidad óptica se llevó a

cabo leyendo las soluciones contra blancos de soluciones de Fe(II) sin irradiar en solución de HCl 0.1 N a la misma concentración que las soluciones preparadas con las sales irradiadas.

### III.- Resultados

De la curva de calibración del Fe (III), obtenemos el valor del coeficiente de absorptividad molar ( $\epsilon$ ) o coeficiente de extinción molar que fué de  $1451.73 \text{ M}^{-1}\text{CM}^{-1}$ ; dicho valor nos permite calcular primero la concentración del Fe (III) y determinar la cantidad del mismo producido por efecto de la radiación gamma.

Además estas curvas permiten determinar el intervalo de concentraciones en que la determinación del hierro cumple con la Ley de Lambert-Beer. El intervalo de concentración fué de 0.1 M a  $2.5 \times 10^{-3} \text{ M}$ .

La curva de trabajo obtenida para el dosímetro de sulfato ferroso heptahidratado se muestra en la Fig.2 en donde se grafica en ordenadas la concentración Molar de hierro III calculada a partir de los valores de absorbancia y el coeficiente de extinción molar contra la dosis de radiación expresada en MGy en un intervalo de 0.5 a 10 MGy. La ecuación de la recta es  $Y = -2.01 \times 10^{-3} + 1.75 \times 10^{-3} X$  donde X es la dosis en MGy, con una  $m = 1.75 \times 10^{-3} \text{ Mol MGy}^{-1}$  y  $r = 0.99$ . El rendimiento radioquímico o valor G obtenido es 14

### IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES.

Comparando la curva de trabajo obtenida en este experimento, con la obtenida cuando hacíamos la valoración del Fe (III) producido, por medio de la Espectroscopía Mössbauer<sup>5</sup>, podemos observar que el método de valoración espectrofotométrica es más sensible ya que podemos

valorar cambios a dosis desde 0.5 MGy, a diferencia del otro método en el cual sólo podíamos hacer esto a partir de 3 MGy.

La respuesta del dosímetro es lineal en un intervalo de dosis de 0.5 a 10 MGy. El dosímetro es estable y se puede hacer la valoración del Fe (III) producido mucho después de hacer cesado la irradiación, sin cambio apreciable en los valores obtenidos, siempre y cuando se mantenga protegido del ambiente. Adecuada reproducibilidad.

El sistema sólido de sulfato ferroso heptahidratado, puede ser utilizado como dosímetro sólido de rutina para dosis altas de radiación.

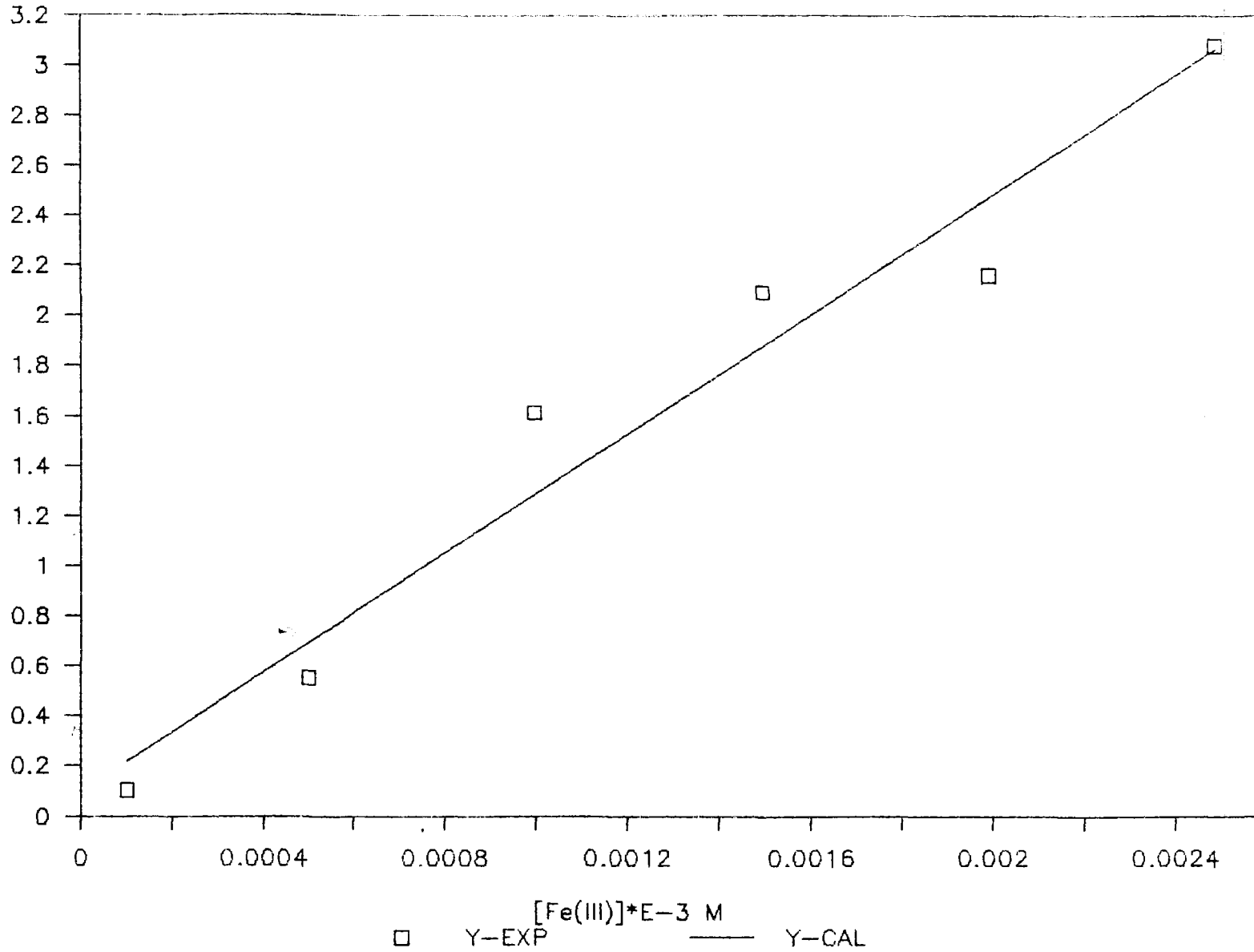
El método propuesto es simple, barato y no requiere espectrofotómetros sofisticados o espectrométros más caros y no comunes en algunos laboratorios.

- \* Profesor Investigador. Facultad de Química. UNAM
- \*\* Alumnos de la Maestría en Ciencias Nucleares. Facultad de Química. UNAM.
- \*\*\* Se agradece al Ing. Gustavo Liceaga del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares su colaboración en la irradiación de las muestras

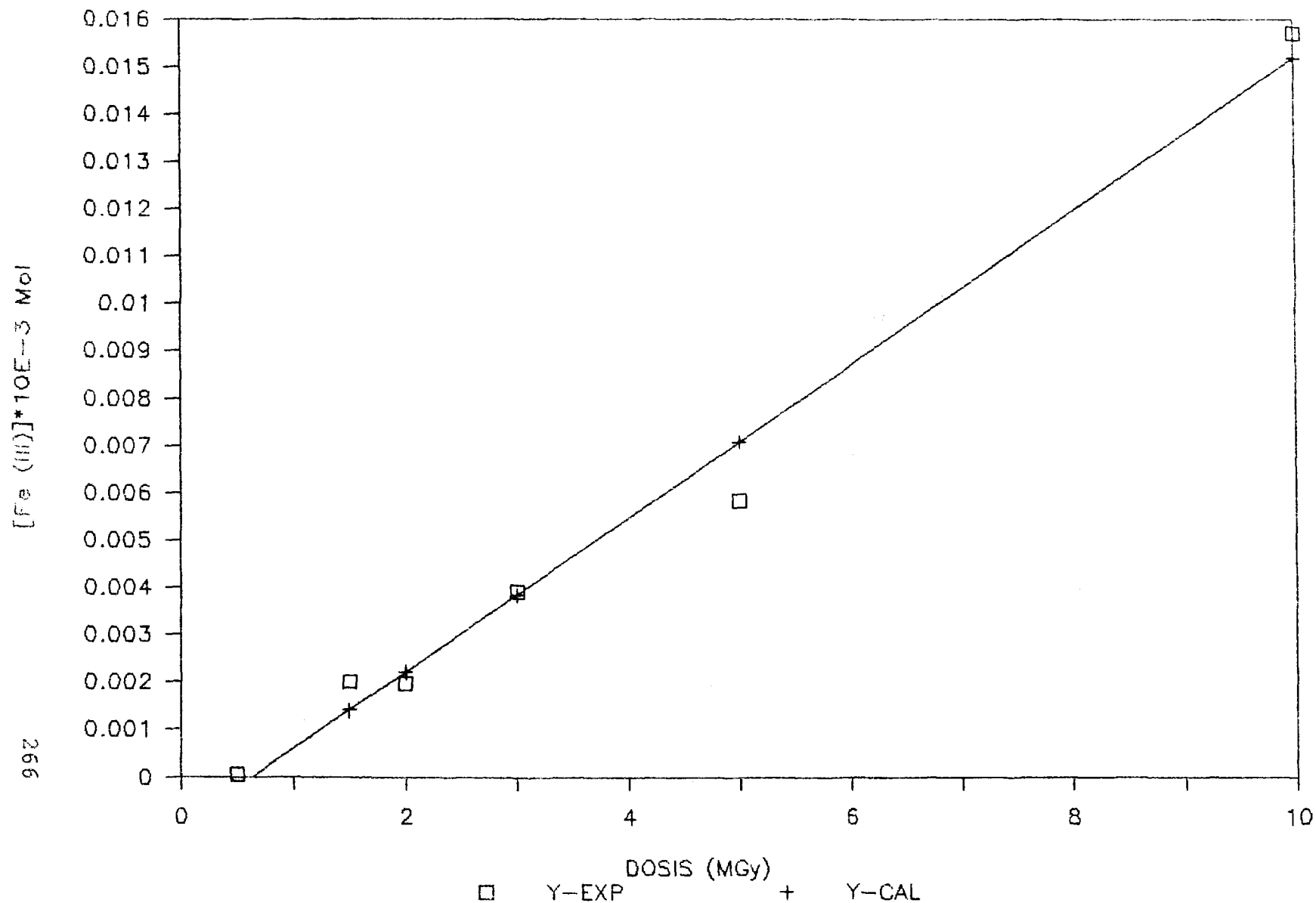
# CURVA DE CALIBRACION DE Fe(III)

265

DENSIDAD OPTICA



# CURVA DE TRABAJO DEL SULFATO FERROSO



## BIBLIOGRAFIA

- 1.- McLaughlin, L.E. Notas de Física., Vol. 4 No.2., Instituto de Física, UNAM, México, D.F., (1981)
- 2.- Simonet, G. Gamma Irradiator. Seminary on Applied Research and Service Activities for Research Reactor Operations. IAEA Meeting, Copenhagen, Denmark, September (1985)
- 3.- Koch, M., Nickel, T., Pitt, E., Sharmann, A. Emergency Dosimetry. Dose Assesment by means of the Lyoluminiscence of Sugar. DE9035688/093764 INIS. (1988)
- 4.- Hickman, S., Lorrain, S., Barthe, J.R., and Portal, G. Use of Mohr's Salt for High Level Gamma Dosimetry ( Up to  $10^8$  Gy) .Radiat.Prot.Dosim. Vol.17, 621 (1986)
- 5.- Martínez, T., Dosimetría gamma para altas dosis, por efecto Mössbauer. III Congreso Nacional de la Soc.Mex. de Seg. Rad.A.C. Morelia, Mich. Marzo (1989)

