



MX0500050

Congreso Internacional Conjunto Cancún 2004 LAS/ANS-SNM-SMSR/International Joint Meeting Cancun 2004 LAS/ANS-SNM-SMSR
XV Congreso Anual de la SNM y XXI Reunión Anual de la SMSR/XV SNM Annual Meeting and XXII SMSR Annual Meeting
Cancún, Q.R., México, 11-14 de Julio, 2004/Cancún, Q.R., Mexico, July 11-14, 2004

Efecto de Algunos Parámetros en la Respuesta de los Dosímetros Ambar Perspex 3042, Lote L.

Enrique Fco. Prieto Miranda, Gisela Barrera González

Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN).

Calle 30, # 502, Esq. 5^a Avenida., Playa, Ciudad de La Habana, Cuba.

Autor correspondiente: efprieto@ceaden.edu.cu

Facsímil: (53-7) 202 1518

Resumen

La respuesta de los sistemas dosimétricos es afectada por varios factores, por lo que se debe conocer como estos factores influyen en cada uno de los diferentes sistemas dosimétricos y de esta manera minimizar su efecto en el valor de la dosis absorbida y obtener valores de dosis exactos. Uno de los sistemas dosimétricos más empleados en la dosimetría de altas dosis como dosímetro de rutina para el control del proceso de irradiación son los dosímetros Perspex, por su rapidez en la obtención de la información, su fácil manipulación y la precisión que estos presentan. A este grupo de dosímetros pertenecen al igual que los Red y Clear los Ambar, los cuales son adecuados para la medición de la dosis de radiación en el rango de altas dosis.

El objetivo del presente trabajo es obtener las curvas de calibración de los dosímetros Ambar Perspex 3042, Lote L en nuestras condiciones de trabajo, como son las temperaturas de irradiación y de almacenamiento y conocer la influencia de la tasa dosis en el valor de la dosis absorbida para diferentes longitudes de onda de medición, así como, la relación entre el tiempo post-irradiación y el valor de absorbancia específica inducida en función de la dosis absorbida.

1. INTRODUCCIÓN

Los dosímetros Perspex (Red, Clear y Amber) son empleados para estudiar la distribución de dosis y en el control de rutina de la dosis absorbida en aplicaciones industriales como la esterilización de productos médicos, materiales biológicos y preservación de alimentos, pero estos dosímetros también son afectados por varios factores como son temperatura de irradiación y de almacenamiento, la humedad, la concentración de oxígeno y la tasa de dosis, los cuales deben ser estudiados para conocer su influencia en el valor de la dosis absorbida, además si las condiciones de uso no son normales, por ejemplo temperaturas de irradiación excepcionalmente bajas o elevadas o existen varios días entre la irradiación y medición del dosímetro, entonces condiciones de calibración similares deben ser empleadas [1-4]. De no tener en consideración estos factores pueden ocurrir problemas en la calibración y empleo de estos dosímetros, lo cual conduciría a errores considerables en la estimación de la dosis absorbida, afectándose así la exactitud de los mismos [5,6].

Además, en investigaciones precedentes se ha señalado que de un lote a otro de dosímetros de un mismo tipo la sensibilidad de la absorbancia específica inducida (K^*) cambia y se han obtenido

diferentes curvas de calibración para diferentes temperaturas, las cuales son encontradas frecuentemente en instalaciones de irradiación comercial, de calibración y en los laboratorios de países tropicales. Lo que significa que no es solo necesario recalibrar cada lote de dosímetro sino que es necesario investigar los efectos de los cambios ambientales con el objetivo de asegurar que nuevos lotes presenten un comportamiento satisfactorio bajo condiciones específicas de aplicación [1].

Por otra parte, Miller y colaboradores señalaron que las condiciones de irradiación empleadas en la práctica pueden ser bastantes diferentes de las usadas en la calibración y esto podría ser una fuente de inexactitud en la dosimetría. En la mayoría de las plantas de irradiación los dosímetros se exponen a cambios de tasa de dosis y temperaturas, mientras que en la calibración las condiciones empleadas son estandarizadas [7].

En la actualidad existe un creciente interés en el empleo de los dosímetros Ambar Perspex 3042, debido al uso industrial de la radioesterilización de productos médicos y a ciertas ventajas que estos presentan sobre los Red y Clear Perspex [8,9].

El presente trabajo tuvo el objetivo de obtener las curvas de calibración de los dosímetros Ambar Perspex 3042, Lote L en nuestras condiciones de trabajo, como son las temperaturas de irradiación y de almacenamiento y conocer la influencia de la tasa dosis en el valor de la dosis absorbida para diferentes longitudes de onda de medición, así como, la relación entre el tiempo post-irradiación y el valor de absorbancia específica inducida en función de la dosis absorbida.

2. MATERIALES Y METODOS

Todas las irradiaciones de los dosímetros Ambar Perspex 3042, Lote L, se efectuaron en una instalación de investigación tipo PX- γ -30, con fuentes de cobalto-60 donde los valores de la tasa de dosis en la posición de calibración se determinó con el dosímetro Fricke, recomendado internacionalmente como un dosímetro de referencia [10] y se preparó según Prieto [11]. La posición de calibración se ubicó en el centro de la zona inferior de la cámara de irradiación y los dosímetros fueron colocados en un cilindro de plomo con poliespuma para obtener las condiciones de equilibrio electrónico [12].

Primeramente para la calibración se realizaron dos experiencias, una sin tener en cuenta la absorbancia inicial (A_0) de los dosímetros y otra teniendo en cuenta este parámetro. El espesor X_i (mm) de los dosímetros se midió con un micrómetro de una precisión de ± 0.01 mm y el valor de absorbancia en un espectrofotómetro tipo Pye-Unicam 8600, para valores de longitud de onda de 603 y 651 nm.

Este tipo de dosímetro, según el productor [13] presenta diferentes intervalos de dosis en dependencia de la longitud de onda de medición. El rango de medición de dosis para la longitud de onda de 603 nm es de 1,0 a 15,0 kGy, donde los dosímetros fueron irradiados a valores de dosis de 1, 5, 10, 13 y 15 kGy y para la longitud de onda de 651 nm el rango es de 1,0 a 30,0 kGy y los valores de dosis de 1, 5, 10, 13, 15, 20 y 30 kGy.

Las irradiaciones se efectuaron a una temperatura de 27 ± 1 °C debido a que este es el valor de temperatura de la cámara de irradiación de la Planta de Irradiación de Alimentos. La metodología del proceso de calibración se efectuó según las normas de la American Society for Testing and

Materials (ASTM) [14]. El valor de K^* de cada dosímetro se calculó por las expresiones siguientes:

$$K^* = A_i / X_i \text{ (mm}^{-1}\text{)} \quad (1)$$

$$K^* = (A_i - A_o) / X_i \text{ (mm}^{-1}\text{)} \quad (2)$$

Donde:

A_i es el valor de absorbancia de cada dosímetro irradiado.

Posteriormente se seleccionaron tres valores de tasa de dosis para el estudio de la influencia de esta en la respuesta del dosímetro y las irradiaciones se efectuaron a una temperatura de 40 ± 1 °C, porque es el valor de temperatura de la cámara de irradiación sin refrigerante de la instalación de investigación y los dosímetros se almacenaron a 25 °C y humedad relativa de 60-70%.

Para ambas experiencias las lecturas de absorbancia se realizaron a 25 °C, se realizaron 5 réplicas por cada valor de dosis y para conocer la influencia del tiempo de medición post-irradiación los valores de absorbancia se determinaron a las 24 horas, 7, 14, 21 y 30 días.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de tasa de dosis obtenidos fueron de 1,28, 2,49 y 3,74 kGy/h en la posición de calibración de la cámara de irradiación de la instalación de investigación tipo PX- γ -30.

En las Figuras 1 y 2 se muestran las curvas de calibración del dosímetro Ambar Perspex 3042, Lote L, obtenidas sin tener y teniendo en cuenta el valor de A_o , siendo su comportamiento similar respondiendo a un polinomio de segundo orden, pero sin embargo se debe tener en cuenta que no deben ser utilizadas indistintamente puesto que para este rango de dosis absorbida estudiado se obtienen errores relativos del valor de K^* superiores al 4% para un mismo valor de dosis entre ambas curvas, siendo este valor superior a la precisión de este sistema dosimétrico, lo cual provocaría errores en la estimación del valor de dosis, además de los inherentes en el funcionamiento de la instalación de irradiación. Sin embargo es más exacto el valor de dosis absorbida cuando se tienen en cuenta A_o , ya que esto elimina la variación existente en el espesor del lote de dosímetros. Aunque el productor actualmente recomienda el empleo de las curvas de calibración sin tener en cuenta A_o [13] para evitar la manipulación del dosímetro antes de la irradiación y emplearlo como dosímetro de rutina y no con fines de calibración de proceso.

Por otra parte en las Figuras 3 y 4 se observan las curvas de calibración para las mismas condiciones que las anteriores pero para diferente longitud de onda de medición, donde se aprecia similar comportamiento entre ambas curvas, obteniéndose los mismos errores relativos de K^* que los analizados anteriormente, lo que hace válido también para este caso el análisis antes expuesto, aunque el rango de dosis absorbida sea mayor para esta longitud de onda de medición. Estos resultados se corresponden con los obtenidos por otros autores que señalan la necesidad de realizar sus propios procedimientos de trabajo y de hacer una calibración cuidadosa con estos dosímetros de rutina para obtener estimados de dosis absorbidas exactos y reproducibles [2,8].

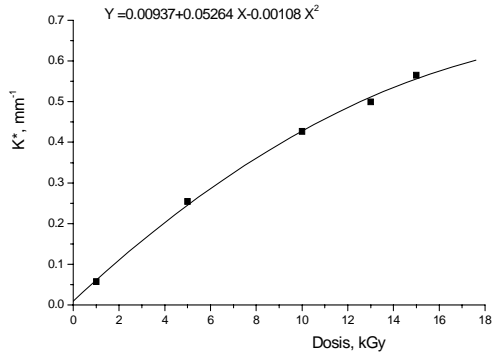


Figura 1. Curva de calibración de los dosímetros Ambar Perspex 3042, Lote L, $\lambda = 603$ nm. Sin considerar A_o .

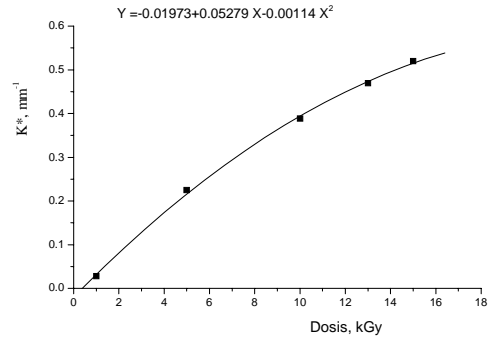


Figura 2. Curva de calibración de los dosímetros Ambar Perspex 3042, Lote L, $\lambda = 603$ nm. Considerando A_o .

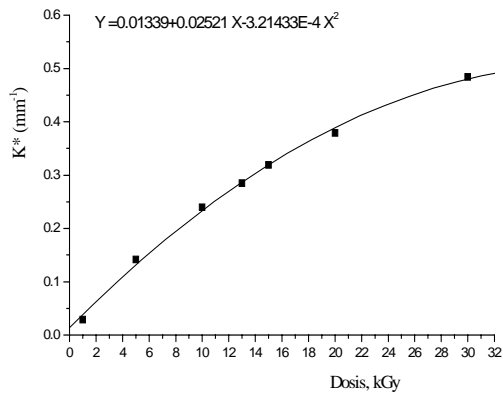


Figura 3. Curva de calibración de los dosímetros Ambar Perspex 3042, Lote L, $\lambda = 651$ nm. Sin considerar A_o .

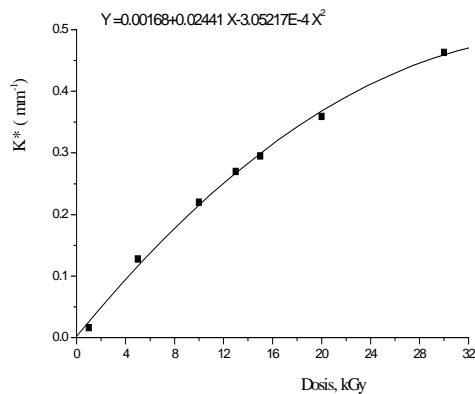


Figura 4. Curva de calibración de los dosímetros Ambar Perspex 3042, Lote L, $\lambda = 651$ nm. Considerando A_o .

La Figura 5 muestra las curvas de calibración de los dosímetros Ambar Perspex 3042, Lote L en el intervalo de dosis de 1,0 a 15,0 kGy para diferentes valores de tasa de dosis, donde se observa que no hay ningún efecto significativo de la tasa de dosis en el rango estudiado, sin embargo en la Figura 6 se muestra la curva de calibración para el intervalo de dosis de 1,0 a 30,0 kGy y se observa que para valores de dosis superiores de 15,0 kGy si hay diferencias por un mismo valor de dosis y diferentes valores de tasa de dosis, lo que indica que en la parte superior del rango de dosis de este sistema si existe influencia de la tasa de dosis en la respuesta de este sistema dosimétrico.

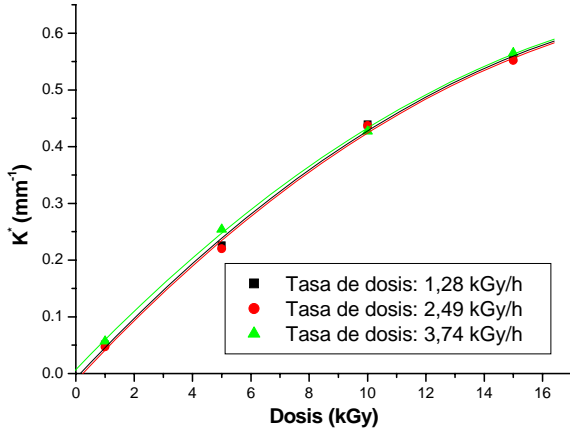


Figura 5. Curva de calibración de los dosímetros Ambar Perspex 3042 , Lote L, $\lambda = 603 \text{ nm}$, para diferentes valores de tasa de dosis.

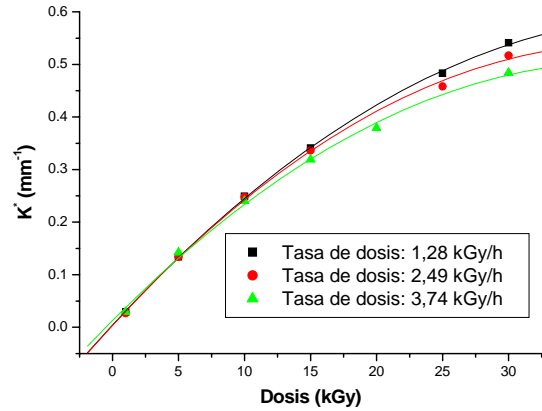


Figura 6. Curva de calibración de los dosímetros Ambar Perspex 3042 , Lote L, $\lambda = 651 \text{ nm}$, para diferentes valores de tasa de dosis.

Por otra parte, en las Figuras 7 y 8 se muestra el comportamiento durante el tiempo post-irradiación del valor de K^* para valores de dosis absorbidas diferentes, para la longitud de onda de medición de 651 nm, donde se observa que para todos los valores de dosis absorbidas existe una variación significativa de K^* para los diferentes valores de tasa de dosis, lo que se corresponde con lo obtenido por otros investigadores en sus estudios con otros Lotes de este tipo de sistema dosimétrico [8,15].

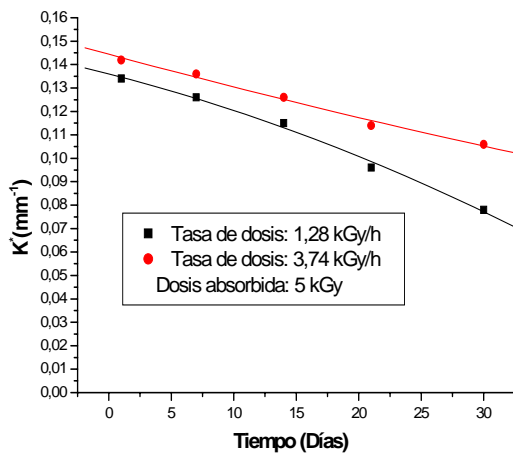


Figura 7. Variación del valor de K^* durante el tiempo post-irradiación para diferentes valores de tasa de dosis y una dosis absorbida de 5 kGy.

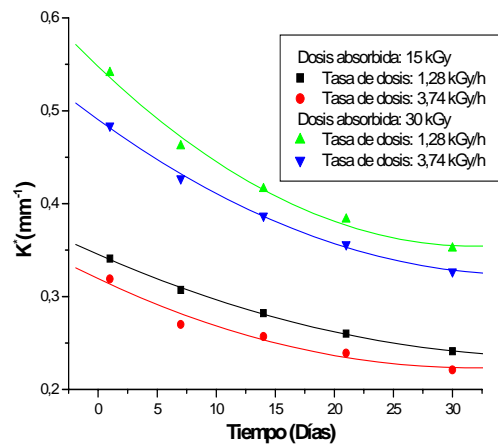


Figura 8. Variación del valor de K^* durante el tiempo post-irradiación para diferentes valores de dosis absorbida y tasa de dosis.

4. CONCLUSIONES

Se obtuvieron las curvas de calibración de los dosímetros Ambar Perspex 3042, Lote L para la temperatura de irradiación de $27 \pm 1^\circ\text{C}$ y de almacenamiento de 25°C , además teniendo en cuenta o no la Ao, lo que nos permite obtener valores exactos del estimado de la dosis absorbida durante el control del proceso de irradiación en nuestra instalación.

La exactitud dosimétrica de este sistema dosimétrico es afectada por la tasa de dosis, además se demostró que el valor de K^* se afecta significativamente también para valores de tasa de dosis diferentes cuando es medido para prolongados tiempos post-irradiación.

REFERENCIAS

1. Ten, Broeke, W.R. et al., The effect of storage temperature on the calibration of the Clear Perspex dosimeters, *Int. J. Appl. Rad. Isot.* **No. 28**, 429-434 (1977).
2. Amin, M. R. et al., Evaluation of locally available white Perspex as a dosimeter in radiation processing, *Proceedings of Symposium High Dose Dosimetry for Radiation Processing*, IAEA, Vienna, Austria, Nov. 1990, 57-63 (1991).
3. Prieto, E. Fco. et al., Influence of irradiation and storage temperature and post-irradiation time in the Amber Perspex dosimeters, *International Symposium on Nuclear and Related Techniques in Agriculture, Industry and Environment*, Ciudad de La Habana, Cuba, Oct. (1999).
4. Harwell Perspex (PMMA) Dosimeters Manufacturer. Didcot, Oxfordshire OX11 PRAYS, United Kingdom (1997).
5. Prieto, E. Fco., Chávez, A., Efecto de la temperatura durante la calibración y el almacenamiento de los dosímetros Perspex (Red y Clear), *International Symposium on Nuclear and Related Techniques in Agriculture, Industry and Environment*, Ciudad de La Habana, Cuba, Oct. (1997).
6. Prieto, E. Fco. y col., Dosímetros Perspex. Proceso de calibración. Informe Etapa, Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, Ciudad de La Habana, Cuba (1997).
7. Miller, A. et al., Some limitations in the use of plastic and dyed plastic dosimeters, *Int. J. Appl. Rad. Isot.* **26**, 611-620 (1975).
8. Watts, M. F., The influence of dose rate, irradiation temperature and post irradiation storage conditions on the radiation response of Harwell Amber 3042 PMMA dosimeters, *Inter. Symp. On Techniques for High-Dose Dosimetry in Ind. Agric. And Med.*, Vienna, Austria, Nov. 1998, 119-126 (1999).
9. Whittaker, B., Recent developments in Poly (Methacrylate)/Dye Systems for megarad dosimetry. Radiation dose and dose rate measurements, *Symposium Nat. Phy. Lab.* (U.K.) (1970).
10. IAEA, *Manual of Food Irradiation Dosimetry*, Tech. Rep. Series **No. 178**, IAEA, Vienna, Austria (1977).
11. Prieto, E. Fco.. NRIAL. Determinación de la dosis absorbida utilizando el dosímetro Fricke. Ciudad de La Habana, Cuba (1991).
12. Prieto, E. Fco., Chávez, A., Cuesta, G., Dosimetría para la puesta en marcha del irradiador PX- γ -30, *CEA-R 10/97* (1997).
13. Harwell Perspex (PMMA) Dosimeters. Didcot, Oxfordshire OX11 ORA, United Kingdom (1997).

14. ASTM. ISO/ASTM 51276 Practice for Use of a Polymethylmetacrylate Dosimetry System. Prog. Rep. 52. Subcommittee E 10.01 Dosimetry for Radiation Processing (2002).
15. Whittaker, B. et al.. Some parameters affecting the radiation response and post-irradiation stability of Red 4034 Perspex dosimeters. *Proceeding on High Dose Dosimetry*, IAEA, Vienna, Austria, Oct. 1984, 293-305 (1985).