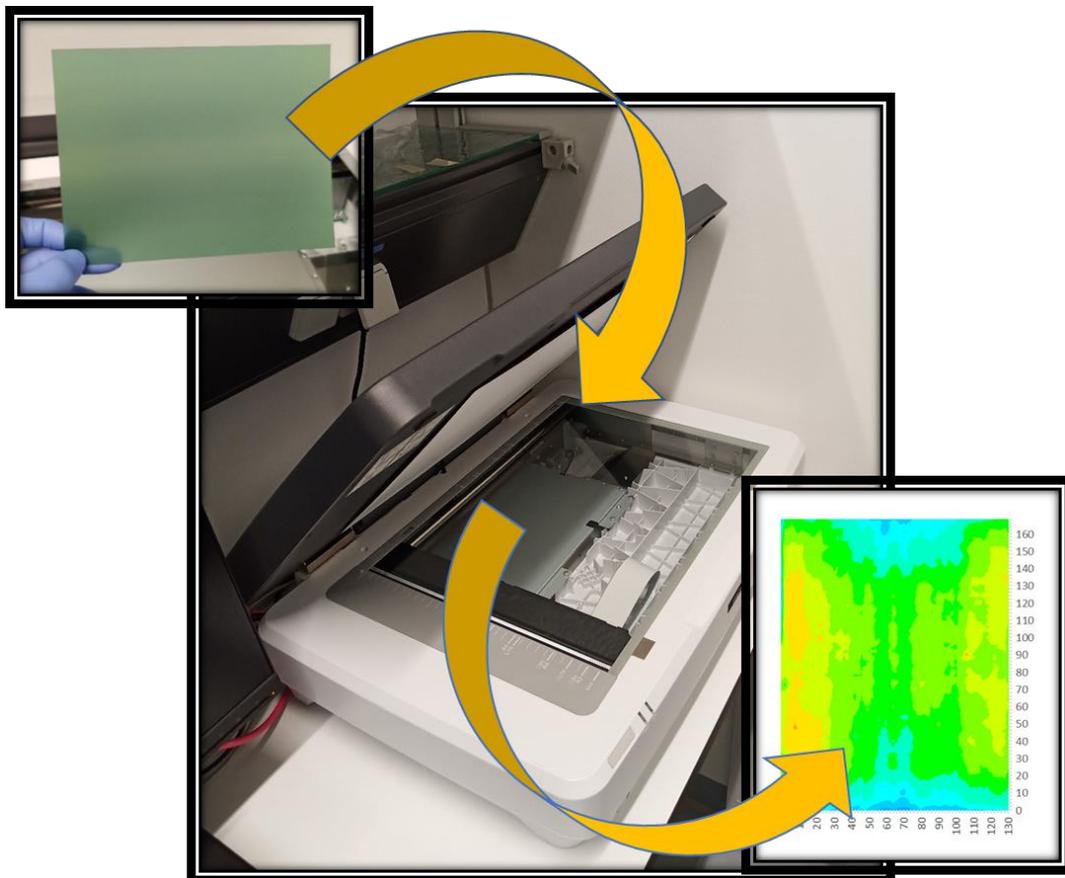


Mapeo de dosis por escaneo de películas Gafchromic® para medir la dosis de radiación absorbida por insectos durante su esterilización



Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Organismo Internacional de Energía Atómica

Viena, 2020

Descargo de Responsabilidad

La mención en este documento de compañías específicas o de ciertos productos de fabricantes, no implica que sean respaldados o recomendados por la FAO/OIEA en preferencia de otros de naturaleza similar que no se mencionan.

La forma correcta de citar este documento es:

FAO/IAEA. 2020. Dose mapping by scanning Gafchromic film to measure the insect's irradiation absorbed dose during sterilization, Parker, A.; Gómez-Simuta, Y.; Yamada, H. (eds.), Food and Agriculture Organization of the United Nations/International Atomic Energy Agency. Vienna, Austria. 16 pp.

Mapeo de dosis por escaneo de películas Gafchromic® para medir la dosis de radiación absorbida por insectos durante su esterilización

Editado por:

Andrew Parker, Yeudiel Gómez-Simuta, Hanano Yamada

Sección Control de Plagas de Insectos, FAO/OIEA Programa de Técnicas Nucleares en Alimentación y Agricultura.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Agencia Internacional de Energía Atómica

Viena, 2020

Table de Contenido

Introducción	1
Materiales	1
Películas Gafchromic®	2
Escáner Plano de color.....	2
Resolución	2
Profundidad de color	3
Formato de archivo de imagen	3
Software	3
Mapeo de dosis	4
Calibración.....	4
Análisis.....	4
Procedimiento	7
Recomendaciones.....	12
Referencias relevantes	12

Mapeo de dosis por escaneo de películas Gafchromic® para medir la dosis de radiación absorbida por insectos durante su esterilización

Introducción

Para el éxito de un programa que utiliza la Técnica del Insecto Estéril (TIE), la dosis absorbida aplicada a los insectos para su esterilización debe cuantificarse y controlarse con precisión. Por lo tanto, los programas necesitan tener un sistema de dosimetría establecido para medir con precisión la dosis absorbida y estimar si el intervalo de confianza se encuentra dentro de lo permisible. Óptimamente, sería deseable que todos los insectos que han sido irradiados en un contenedor reciban la misma dosis. En la práctica, debido a la característica de interacción de la irradiación con la materia, existe un patrón sistemático de variación de dosis dentro del contenedor, y por lo tanto no todos los insectos reciben la misma dosis. La distribución de la dosis dentro del contenedor se determina mediante un "mapeo de dosis", que generalmente se realiza colocando varios dosímetros en puntos conocidos dentro de todo el recipiente. El mapeo de dosis proporciona a los operadores de los irradiadores la información de la variación de la dosis dentro del recipiente de irradiación, incluyendo las áreas de dosis máxima y mínima, la relación de uniformidad de dosis (dosis máxima / dosis mínima; DUR por sus siglas en inglés) y las áreas donde la tasa de dosis es relativamente uniforme. De tal manera que se pueda seleccionar un espacio adecuado del recipiente para proporcionar el DUR requerido.

La dosis absorbida que se usa para inducir la esterilidad es de vital importancia para los programas que liberan insectos estériles. Esta se puede medir utilizando cualquier sistema de dosimetría, pero muchos dosímetros son relativamente grandes, lo que limita la resolución que se puede lograr. Las películas radio cromáticas pueden ser usadas para medir la dosis sobre el área de la hoja, teniendo muy buena resolución, en el orden de decimas de micrómetros. Mientras que los dosímetros individuales de 10 × 10 mm se pueden leer con un densitómetro, se puede lograr una resolución mucho más fina escaneando la película en un escáner de color de superficie plana y utilizando la información del canal de color.

El desarrollo de un mejor sistema para conocer la distribución de dosis dentro de un contenedor de irradiación y el desarrollo de una curva confiable de dosis-respuesta para un insecto objetivo, usando una dosimetría precisa, es un prerrequisito para cualquier programa que libera insectos estériles. Este manual describe los procedimientos operacionales para desarrollar mapeo de dosis por escaneo de películas Gafchromic y la calibración del sistema, para ser usado en el proceso de irradiación de insectos en programas que aplican la TIE.

Materiales

1. Películas Gafchromic® EBT-XD, MD-V3 o HD-V2

2. Marcador de punto fino, Tijeras, Navaja o cortador para papel, guantes, etc. (todo para manejar, marcar y cortar las películas al tamaño requerido)
3. Sobres de papel u hojas de papel copia para proteger las películas cortadas
4. Hoja de Polimetil Metacrilato (PMMA, acrílico, Plexiglás®, Lucita®), de 2-4 mm de grueso, cortado a la medida como soporte para la película y material de absorción del incremento de dosis.
5. Escáner plano de color con el software (el mejor es Epson 12000 XL con cabeza de transparencia)
6. Software de análisis (FilmQA™ Pro / tsplit + Excel)

Películas Gafchromic®

Las películas dosimétricas Gafchromic® EBT-XD (0.1-60 Gy), MD-V3 (1 a 100 Gy) y HD-V2 (10 a 1000 Gy) tienen un rango de respuesta apropiado para la esterilización de insectos con fines de aplicación de la TIE, se pueden utilizar en irradiadores de Rayos-x de baja energía y en irradiadores gamma, teniendo una resolución de cerca de 10 µm. las películas reaccionan por sí mismas y tienen baja sensibilidad a la luz visible y a ondas cercanas a la luz UV. Mientras que la película HD-V2 tiene una capa activa expuesta y por lo tanto es sensible al agua, en las películas EBT-XD y MD-V3, la capa activa de la película está encajonada entre dos láminas de acetato de refuerzo, lo que le brinda una protección razonable contra el agua permitiendo que pueda ser sumergida temporalmente en agua para mapear la dosis. Las películas EBT-XD y HD-V2 están disponibles en hojas de 20 x 25 cm (8 x 10 pulgadas) mientras que las películas MD-V3 están disponibles en hojas de 12.5 x 12.5 cm (5 x 5 pulgadas).

Escáner plano de color

En principio, las películas pueden ser escaneadas sobre cualquier escáner plano de color, pero una mejor calidad con más baja incertidumbre puede ser lograda utilizando un escáner de buena calidad. El escáner disponible actualmente es el Epson Expression 12000XL (cualquier versión PH o GA) el cual es un escáner profesional grado A3. Un escáner de buena calidad para usuarios (como el Canoscan 9000F Mk II, tamaño A4) es considerablemente barato y aun con buenos resultados. La característica más importante que debe tener es la posibilidad de desactivar en el software todas las correcciones de color establecidas, para prevenir la distorsión de color en el escaneo.

Resolución

Los escáneres pueden funcionar a resoluciones muy altas, típicamente 2400 × 2400 puntos por pulgada (dpi; por sus siglas en inglés), equivalentes a 94.5 puntos por milímetro o un poco más de 10 µm cuadrados. Esto produce archivos de datos muy grandes, demasiado grandes para manejarlos cómodamente en una PC estándar, y una resolución mucho más fina que la que prácticamente se puede usar. Una resolución de 1 × 1 mm equivalente a 25 dpi, es suficiente para el mapeo de dosis (o 2 × 2 mm si la película es grande). Los escáneres generalmente no funcionan a una resolución tan baja, por lo que se debe usar la resolución más baja disponible, deberá ser un múltiplo exacto de 25 dpi (generalmente 50, 75 o 100 dpi, evite los 72 dpi comunes, ya que da como resultado

una escala extraña). El programa “tsplit” incluye una función para combinar píxeles adyacentes para reducir la resolución al nivel requerido, de modo que mantiene un registro de la resolución de escaneo realmente utilizada.

Profundidad de color

Los escáneres por lo general operan a una profundidad de color de 24 o 48 bits por píxel, use la profundidad de color más alta disponible en el escáner

Formato de archivo de imagen

La imagen escaneada debe guardarse como un archivo tiff sin comprimir (.tif o .tiff). Nunca guarde el archivo como jpg, ya que se trata de un formato de compresión con pérdida que puede distorsionar los colores de la imagen y afectará negativamente al mapa de dosis. Debe guardarse directamente como tiff y no convertirse a otro formato en ningún momento.

Software

Se pueden lograr buenos resultados utilizando un software gratuito personalizado (tsplit) combinado con Excel u otro programa de hoja de cálculo. El programa “tsplit” se compone de un archivo de lectura para automatizar la ejecución y dos archivos ejecutables. “tsplit” debe ejecutarse desde el símbolo del sistema. Es más conveniente colocar los archivos escaneados en una carpeta con un nombre corto en la raíz de C: \ (por ejemplo, C: \ temp\scan) para facilitar el acceso desde el símbolo del sistema. Evite nombres de carpetas o archivos que contengan espacios, en su lugar utilice guion bajo (_) si necesita separar palabras. Las instrucciones para Windows 10 son las siguientes:

Existen dos opciones para utilizar el programa “tsplit”

1. Para usar los archivos tsplit en cualquier carpeta de Windows, los archivos deben guardarse en la carpeta Archivos de Programa (x86). Esto requiere derechos de administrador. Cree una subcarpeta denominada tsplit en Archivos de programa (x86). Copie en esta carpeta los tres archivos (tsplit.bat, csv_reduce.exe y tiff8_to_csv.exe). La variable de entorno PATH debe establecerse para que Windows pueda encontrar los archivos. Pulse la tecla Windows  o haga clic en Inicio (Figura 1) y escriba Editar las variables de entorno del sistema. En la ventana de propiedades del sistema, y en configuración avanzada del sistema seleccione: Variables de entorno... en la parte inferior. En Variables de entorno, haga doble clic en el nombre de la variable Path en la ventana inferior (Variables del sistema) para abrir editar variable de entorno. Haga clic en Nuevo y escriba la ruta de acceso de la nueva carpeta que ha creado (C: \Archivos de programa (x86) \tsplit\) y seleccione Aceptar.

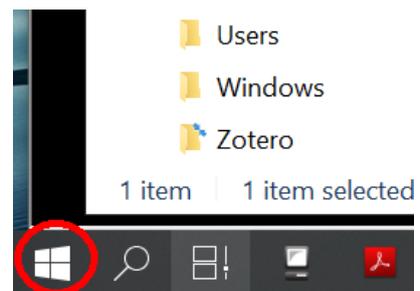


Fig. 1. Ventana de Inicio de Windows

2. Si no tienes derechos de administración en la computadora, copie los tres archivos (tsplit.bat, csv_reduce.exe y tiff8_to_csv.exe) en la carpeta que contiene el archivo tiff. Los programas se ejecutarán en esta carpeta

sin más instalación, pero deben copiarse en la carpeta que contiene los archivos tiff cada vez que se utiliza una nueva carpeta.

Todo el software, incluidas las plantillas mencionadas a continuación, están disponibles en un archivo zip tsplit.zip. Para su uso, extraiga los archivos en una carpeta adecuada (ejemplo: C:\temp\). Los archivos de plantilla se pueden copiar en la carpeta de plantilla de Excel haciendo doble clic en el archivo copy_templates.bat.

Mapeo de dosis

La dosis central para el ejercicio de mapeo no necesariamente tiene que coincidir con la dosis que después será usada para irradiar los insectos. Como el propósito del mapeo es obtener la dosis relativa (tasa) en diferentes puntos, cualquier dosis puede ser usada. Seleccione una dosis apropiada para la película que se va a utilizar, 20-50 Gy para MD-V3 o EBT-XD, 50-150 Gy para HD-V2.

Calibración

El Sistema de película necesita ser calibrado. Esto se realiza al mismo tiempo que el mapeo de dosis, utilizando piezas de la película de 20 × 20 mm. Un juego de películas se expone a una serie de dosis que abarca la dosis central esperada para el mapeo de dosis (aproximadamente 50% arriba y 50% abajo de la dosis central). Las dosis de calibración seleccionadas deben estar en una secuencia geométrica con al menos una o dos dosis por encima de la dosis más alta esperada; incluya también una pieza de película de control de dosis cero (sin irradiar). Las dosis fuera de este rango de calibración se estimarán por extrapolación, y aunque tenga errores más grandes, estas dosis alejadas de la dosis central de todos modos son de poco interés para la TIE. Estas películas se irradian más convenientemente en la misma geometría que el mapa, pero también se pueden irradiar en la posición de calibración del irradiador o punto de referencia.

Análisis

El procedimiento paso por paso para el escaneo del mapa de dosis y la conversión de datos para la dosis relativa y dosis absoluta, son dados a continuación.

Los datos del canal de color (de la exploración tiff) tiene una relación recíproca con la dosis. Esta relación se puede utilizar para construir una calibración y luego convertir el mapa de dosis a dosis absoluta. Para dosis moderadas, el canal verde generalmente ofrece el mejor ajuste, pero para dosis altas o bajas puede ser necesario usar el canal rojo o azul. El canal para usar puede ser determinado mediante la observación del valor R^2 de la regresión como se indica en la siguiente página. Se pueden combinar bloques de píxeles adyacentes para ajustar la resolución final; esto está determinado por la resolución de escaneo original y la resolución final requerida. Para mapeos grandes, una resolución de 2 mm es adecuada, para mapeos más pequeños se puede usar una resolución de 1 mm. 50 dpi representa aproximadamente 2 píxeles por milímetro, por lo que, para obtener una

resolución final de 1 mm, el número sería 2 (Tabla 1). A partir de 100 dpi para obtener una resolución final de 2 mm, el número sería 8.

Tabla 1. Numero de bloques de pixeles adyacentes que pueden ser combinados para obtener resolución de 1 o 2 mm, de acuerdo a la resolución original escaneada (dpi)

Dpi	1 mm resolución	2 mm resolución
50	2	4
75	3	6
100	4	8

El valor de este número puede caer entre 2 y 25. El 2 significa un block de 2x2 pixeles de tal manera que un total de cuatro valores son combinados para dar un valor final. Omita el número por completo si no quiere combinar pixeles adyacentes. El valor máximo del número en cada celda de la hoja de cálculo depende de la profundidad del color (medida en bits por píxel, 24 o 48 bpp) y el número de píxeles adyacentes combinados. Para 48 dpi y 2x2 pixeles combinados, el máximo valor es aproximadamente 260 000.

Para que sea más fácil determinar dónde están los datos de la película en la hoja de cálculo, utilice el formato condicional en los comandos Inicio. Seleccione una celda justo a la derecha de los datos y coloque el valor de 220 000. Seleccione todos los datos y luego haga clic en Formato condicional > Resaltar celdas > Mayor que > y luego seleccione la celda que tiene el valor de 220 000 y presione aceptar (para el caso de 2 x 2 pixeles combinados, 48 bits por píxel; en otros casos tiene que determinarse un valor). Todas las celdas que corresponden a la información de fondo (donde no hay película) estarán coloreadas de rosa (Figura 2). Las columnas y filas que son todas de color rosa se pueden eliminar, pero deje al menos una fila y columna de color rosa alrededor de los datos para que aún pueda ver el borde de la película

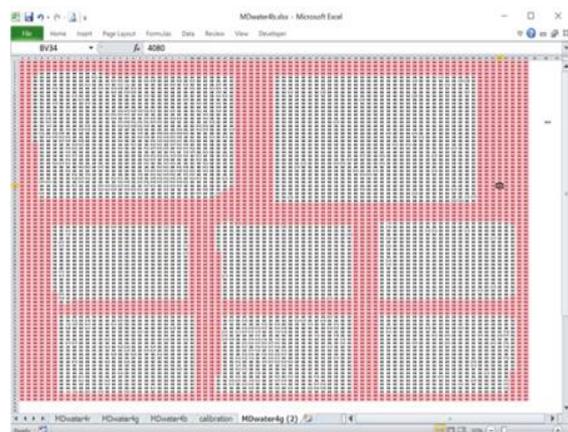


Fig. 2. Hoja de cálculo mostrando las celdas de color blanco (con información de las películas irradiadas) y celdas de color rosa con información de fondo (sin películas)

Para crear la calibración, comience en la hoja de cálculo del canal verde, haga una pequeña tabla debajo de los datos de escaneo, creando las columnas de Lectura de películas (FR), $2 \cdot 10^6 / \text{FR}$ y Dosis (Gray), suponiendo que se combinaron bloques de 2×2 (Tabla 2). Ingrese los valores de dosis utilizados para la calibración en la columna "Dosis" (Gray), iniciando con el control "0". En la columna "Film Reading", utilice la fórmula PROMEDIO, tomando el promedio de un block 6×6 celdas en el medio de la película para una dosis correspondiente. Cuando tenga los promedios tomados de las películas de todas las dosis usadas para la calibración, calcule el valor de $2 \cdot 10^6 / \text{FR}$ para cada dosis y trace un gráfico de dispersión de "Dosis" contra el valor de $2 \cdot 10^6 / \text{FR}$ y agregue la línea de tendencia con la ecuación y el valor R^2 (si un número diferente de píxeles fueron combinados, el valor de $2 \cdot 10^6$ puede ser ajustado para dar números entre 1 y 10 para mejor conveniencia). El valor R^2 debe ser 0.99 o mayor (Figura 3). Si no consigue un buen ajuste, omita la película de control (0 Gy). Si el ajuste aún no es bueno, repita el procedimiento de calibración con los datos del canal rojo y azul para seleccionar el valor R^2 más alto. Como último recurso, intente utilizar el registro de la dosis (omitiendo la dosis cero) y/o pruebe un ajuste cuadrático. Si un punto es atípico, es decir, está fuera de

línea con relación a los demás puntos, compruebe que el PROMEDIO cubre los datos de la película correcta y compruebe los datos reales en caso de que haya un defecto en la película. Puede ser necesario repetir una o más películas si el daño es evidente.

Una vez que se ha seleccionado el mejor ajuste, use la ecuación de regresión de la línea de tendencia para calcular los valores de dosis reales en el mapa. Escriba los valores de gradiente e intercepción de la línea de tendencia en celdas vacías y etiquételos. Luego, en una nueva hoja de cálculo, comenzando en la celda B2, calcule el valor de la dosis, desde el punto de datos superior izquierdo del interior de la película escaneada. Copie la fórmula en toda la hoja de cálculo para incluir todas las celdas del mapa de dosis. En la fila superior, ingrese números secuenciales (1, 2, 3 ...) para etiquetar el ancho de la película de mapeo e igualmente en la columna A para la altura de la película. Cuando se realiza combinación de píxeles, el píxel justo fuera de la película puede

Tabla 2. Datos del promedio de lectura de películas para cada dosis de calibración, el valor de intercepción y de la pendiente

Film Reading	$2 \cdot 10^6 / \text{FR}$	Dose
1636609	1.222	0
1146829	1.744	50
1000685	1.999	75
904945	2.210	100
828073	2.415	125
	Intercept	-129.303
	Gradient	103.9125

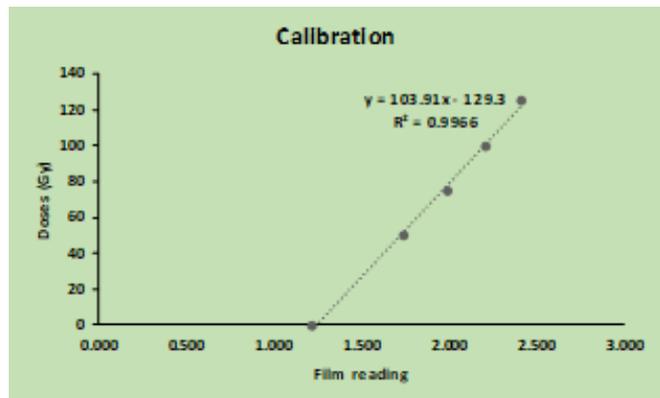


Fig. 3. Ecuación de regresión y coeficiente de determinación (R^2) de las lecturas de las películas vs dosis de irradiación

estar combinado con el primer píxel dentro de la película, dando un valor de dosis mucho más bajo, así que inspeccione el valor de dosis resultante y recorte cualquier fila o columna afectada (Figura 4)

La dosis resultante en Gray puede ser graficada utilizando una gráfica de superficie en Excel, o posteriormente procesada para dar una dosis relativa en cualquier punto deseado. Una forma conveniente es seleccionar la dosis mínima aceptable en el mapa y expresar todas las dosis en proporción a esta dosis. Cada valor en un punto del mapa representa la uniformidad de dosis efectiva en ese punto (DUR, Dose uniformity Ratio).

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	-36.9242	-36.8243	-36.7415	-36.6817	-36.7954	-36.7508	-36.7723	-36.5668	-36.7277	-36.8294	-36.74
2	-36.6895	-36.4871	-36.0903	-35.768	-35.8965	-35.8126	-35.7354	-35.6376	-35.6747	-35.76	-35.73
3	-36.526	-36.0255	30.81892	81.43202	68.13537	57.66164	52.8482	49.19839	43.01993	38.37712	35.103
4	-36.4029	-35.7849	33.61428	93.52305	95.59606	93.87624	94.76606	95.68371	96.80111	97.14182	97.385
5	-36.3575	-35.6938	39.25964	95.23426	95.86946	95.80604	94.9653	97.04662	96.72635	97.67131	98.679
6	-36.4759	-35.6982	42.73962	95.34008	95.63744	96.56839	97.14429	97.85713	97.41355	96.64673	98.887
7	-36.5235	-35.7364	44.65447	94.49798	94.28899	95.03357	95.58949	96.52102	95.80263	95.70076	98.483
8	-36.5656	-35.8429	44.16906	91.61394	92.68786	92.18252	93.67869	94.4563	93.49319	94.08422	96.468
9	-36.6223	-35.781	45.64262	89.76035	92.58713	92.24934	93.40366	93.84197	93.22219	94.01725	94.379
10	-34.4962	-6.68412	63.32788	90.62597	91.3742	90.43854	92.90337	93.54837	91.20351	92.76756	92.818
11	-30.597	87.07248	90.83353	90.76826	90.29876	90.4569	90.95975	93.52878	91.75657	92.19408	91.622
12	-29.486	88.44792	92.07682	92.97253	93.33852	92.45477	91.77374	93.72631	92.80553	91.30954	91.692

Fig. 4. Hoja de cálculo mostrando áreas con valores negativos y valores de dosis bajos por efecto de orilla de la película

Procedimiento

1. Determine la geometría del recipiente o contenedor que desea mapear. Dependiendo de la forma del contenedor de irradiación, la película deberá colocarse de forma paralela a la fuente de irradiación, cubriendo en lo posible, el contenedor completo (Figura 5).
2. Decida qué película utilizará para el mapeo: si el mapeo será en agua deberá utilizar la película EBT-XD o MD-V3 o colocar la película HD-V2 dentro de un material impermeable. También es importante el tamaño; las hojas de MD-V3 son únicamente de 125 x 125 mm. Mientras que las hojas de EBT-XD y HD V2 son de 200 x 250 mm.
3. Corte las películas de acuerdo al volumen que desea mapear. Coloque la película en un sobre cerrado o cúbralo con papel para protegerlo del polvo y la suciedad. Si se utiliza la película HD-V2 en agua, séllelo con plástico.
4. Prepare el material de soporte (de absorción de incremento) PMMA. Para rayos gamma se requiere que el material sea de 4 mm, para Rayos-x la película actúa como propio material de incremento (particularmente si se utilizan películas EBT-XD o MD-V3) de tal manera que el PMMA únicamente se requiere como soporte. El mismo soporte puede ser utilizado para manejar las piezas de calibración haciendo una marca en medio del PMMA y colocando allí las películas que se utilizarán para la calibración pegándolo con una cinta adherible.

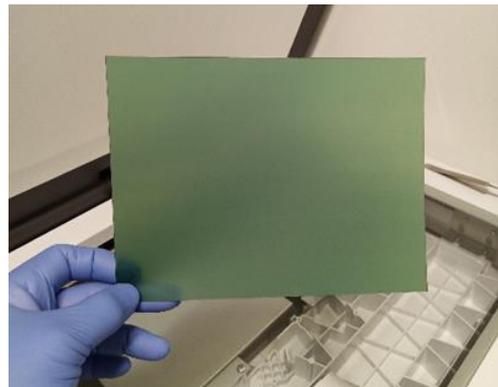


Fig. 5. Ejemplo de una película GAFchromic para mapeo de dosis en Gammacell 2020

5. Corte las piezas para calibración (dosis) de 20 × 20 mm, al menos 6 piezas para obtener 6 puntos de calibración; Se puede usar más para obtener una mejor calibración. Como solo se utilizarán los 10 × 10 mm centrales para la calibración, cada película se puede marcar cerca del borde con la dosis que se le aplicará (Figura 6). Coloque cada pieza en su propio sobre o séllelo con polietileno si es necesario, etiquetándolo con la dosis y la fecha. Es importante que las películas para calibración (dosis) se preparen de la misma manera que la hoja del mapeo

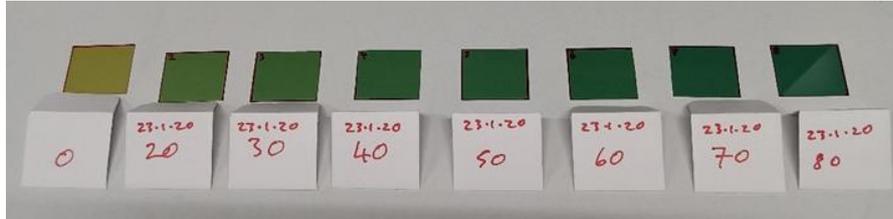


Fig. 6. Películas Gafchromic de 20 x 20 mm irradiadas a diferentes dosis utilizadas para la calibración de los dosímetros durante el mapeo de dosis

6. Prepare el material de soporte (incremento) del mismo grosor para la calibración, si se necesita calibrar en una posición diferente.
7. Determine el tiempo de exposición para el mapeo de dosis. Calcule los tiempos para la calibración abarcando el tiempo del mapeo (aproximadamente 50 % abajo y 50% arriba). El tiempo de exposición deberá calcularse de acuerdo con la tasa de dosis obtenida por un dosímetro de referencia (ejemplo: alanina, cámara de ionización o Fricke)
8. Inserte dentro del soporte de PMMA cada pieza de calibración en turno de acuerdo a las dosis programadas y colóquelo en la posición de referencia dentro del irradiador, donde la tasa de dosis es conocida de acuerdo a la calibración primaria; si la calibración primaria fue realizada sin rotación de la muestra, las exposiciones deben hacerse de la misma manera sin rotación para asegurar una dosis conocida y si la primera calibración fue hecha con material en el contenedor, el mismo material (insectos o material similar) deberán ser utilizados para las películas a calibrar para asegurar la misma tasa de dosis. Exponga las películas a los tiempos programados para dar la dosis correcta de calibración. Continúe hasta que todas las piezas de calibración hayan sido expuestas.
9. Inserte la hoja de mapeo dentro del soporte de PMMA y colóquelo donde se necesita realizar el mapeo. Llene el resto del contenedor de irradiación con insectos o cualquier material semejante (ficticio). Exponga al tiempo calculado para la dosis central, use la rotación si lo permite el irradiador.
10. Si el mapeo o la calibración es realizada en agua con películas EBT-XD o MD-V3 sin cubrir, seque cuidadosamente las películas inmediatamente después de la exposición y regréselo a su sobre de papel para su almacenaje.
11. Permita que las películas reaccionen a la exposición por 24 horas.

12. Retire del sobre de almacenamiento las películas de mapeo y de calibración y colóquelos en secuencia sobre el escáner (Figura 7). Las películas deben estar cuidadosamente alineadas en forma paralela con el borde del escáner, en la línea central de la superficie del escáner. Deje un espacio de al menos varios milímetros entre cada película dosimétrica.

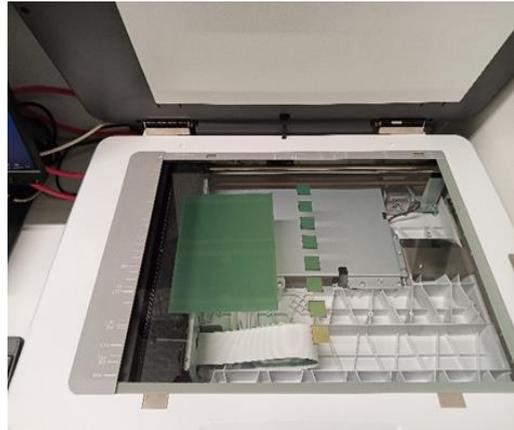


Fig. 7. Escaneo de las películas de 20 X 20 mm irradiadas a diferentes dosis para la calibración y película GAFchromic completa irradiada a una dosis central

13. Posteriormente escanee las películas. En lo posible utilice 48 bit por pixel, 50, 75 o 100 dpi, con todas las características de corrección de color apagadas. No utilice valor común de 72 dpi que viene predeterminado, ya que este dará una escala extraña. Verifique que el escaneo incluya todas las películas con algún borde blanco alrededor. Guarde el archive como un archive “tif” sin comprimir en un folder seleccionado (ejemplo: C:\temp\scan), utilizando un nombre de archivo sin espacios.

sin comprimir en un folder seleccionado (ejemplo:

14. Abra una ventana de Window (haga click en la tecla de búsqueda de la izquierda escriba cmd y dele aceptar o enter) y cambie a la carpeta que contiene el archivo tif de escaneo (para cambiar directorio use el comando cd seguido por la ruta, por ejemplo, cd c: \temp\scan). El mensaje cambia para mostrar la ubicación actual (c: \temp\scan).

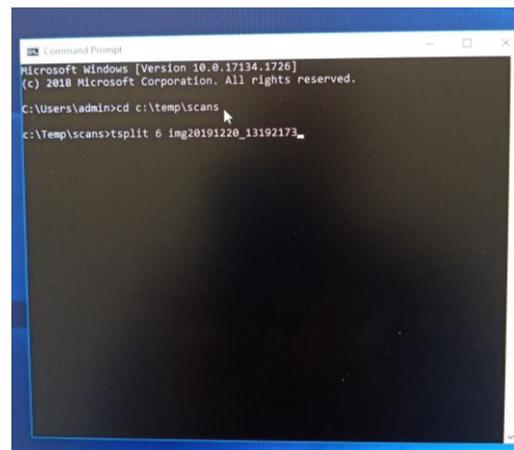


Fig. 8. Extracción del archivo .tif (del escaner) y conversión a archivo CSV para su análisis

15. Vea los archivos en este directorio para verificar que el archivo “scan” este presente (dir en la lista de archivos).

16. Extraiga los datos del canal de color usando tsplit.tsplit tome como parámetro (opcional) el número de pixeles adyacentes a ser combinados y el nombre del archivo tif SIN LA EXTENSION .tif (Figura 8); por ejemplo:

```
c:\temp\scans>tsplit 6 img20200805_13493304
```

17. El número de pixeles a ser combinados está determinado por la resolución del escaneo original y la resolución final requerida (citada anteriormente). El valor de este número puede entre 2 a 25. Omita el número completamente si no necesitas los pixeles adyacentes combinados.

18. Cuando el programa se ejecuta primero verifica el archivo tif y luego extrae un color a la vez. Los archivos tienen el mismo nombre que el tif original, pero con el número de reducción y el color agregado al final, con la extensión .csv, ejemplo: map_scan2r.csv, map_scan2g.csv y map_scan2b.csv para los tres canales de color rojo, verde y azul. Asegúrese que tiene los tres archivos y no estén vacíos.

19. Abra en Excel los tres archivos csv. Arrastre las pestañas azul y roja a la pestaña que contiene los datos del color verde y guarde el archivo en formato xlsx.

20. Cree la calibración y el mapa de dosis como se mencionó anteriormente en Análisis.

21. Seleccione todos los datos del mapa de dosis, incluyendo las líneas y columnas etiquetadas y cree una gráfica de superficie. Con los datos seleccionados vaya al comando insertar y seleccione el icono desplegable en la esquina inferior derecha del menú Gráficos, en el comando "todos los gráficos" seleccione "Superficie" y luego seleccione la tercera o cuarta opción (Figura 9).

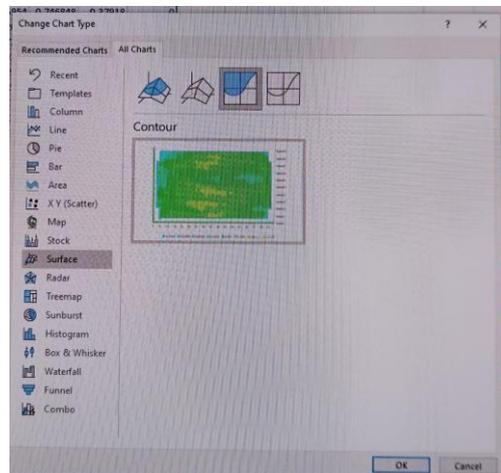


Fig. 9. Gráfica de superficie seleccionando opción que contiene la plantilla de gráfica de calor.

22. El formato predeterminado para esta grafica de superficie no se ve muy bien. Una plantilla de gráficos de Excel está disponible para formatearla con una gráfica de "calor" (azul significa frío para dosis bajas hacia el rojo que significa caliente para dosis altas) o en escala de grises para publicaciones impresas en blanco y negro (negro es dosis baja, blanco es dosis alta). Las plantillas, Heat_map_1.0-2.0(DUR).crtx y Grey_map_60-110%.crtx, deben guardarse en la carpeta

C:\Usuarios\%nombre de usuario%\AppData\Roaming\Microsoft\Templates\Charts,

donde %nombre de usuario% es su nombre de usuario en la computadora. Para hacerlo automáticamente, haga doble clic en el archivo batch copy_templates.bat. Cierre y vuelva a abrir Excel para que las plantillas estén disponibles.

23. Para formatear la gráfica usando la plantilla, seleccione la gráfica completa. En la opción de Herramientas, seleccione diseño luego cambiar tipo de grafica. En la ventana de tipo de gráfica, seleccione plantilla (template) y haga click en la plantilla Heat_map_1.0-2.0(DUR) o Grey map 60-100%, dele aceptar y entonces la gráfica será reformateada (Figura 10).

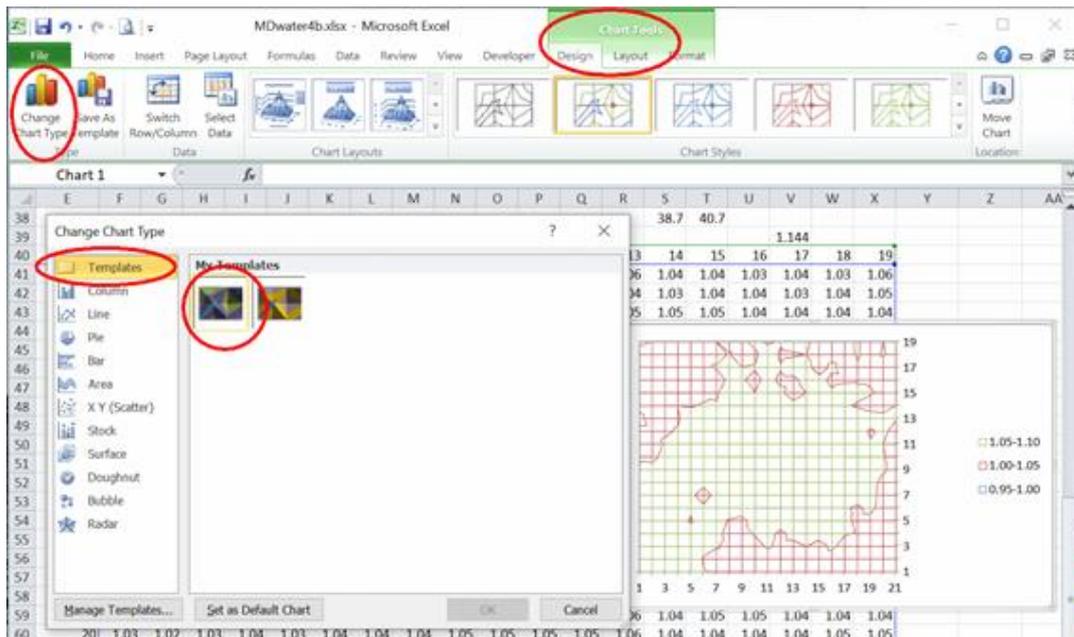


Fig. 10. Opción para la ubicación de la plantilla para tipo de grafica Heat_map_1.0-2.0. en Excel

24. Los de colores disponibles, inicialmente están programados de 1.0 a 2.0 en intervalos de 0.1. Para cambiar esto, en herramientas de gráfico, seleccione el eje vertical en la pestaña de planos (layout) en el cuadro despegable a la izquierda active selección de formato. Ajuste las opciones de "x" para dar el rango que usted necesita (Figura 11).

La grafica del mapa de dosis es un archivo muy grande. Para usar el mapa de dosis en un documento de Word sin transferir todos los datos y hacer que el archivo de Word sea muy grande, complete el formato en Excel, incluyendo el fondo y el título, copie el gráfico y péguelo de manera especial como meta archivo mejorado (emf).

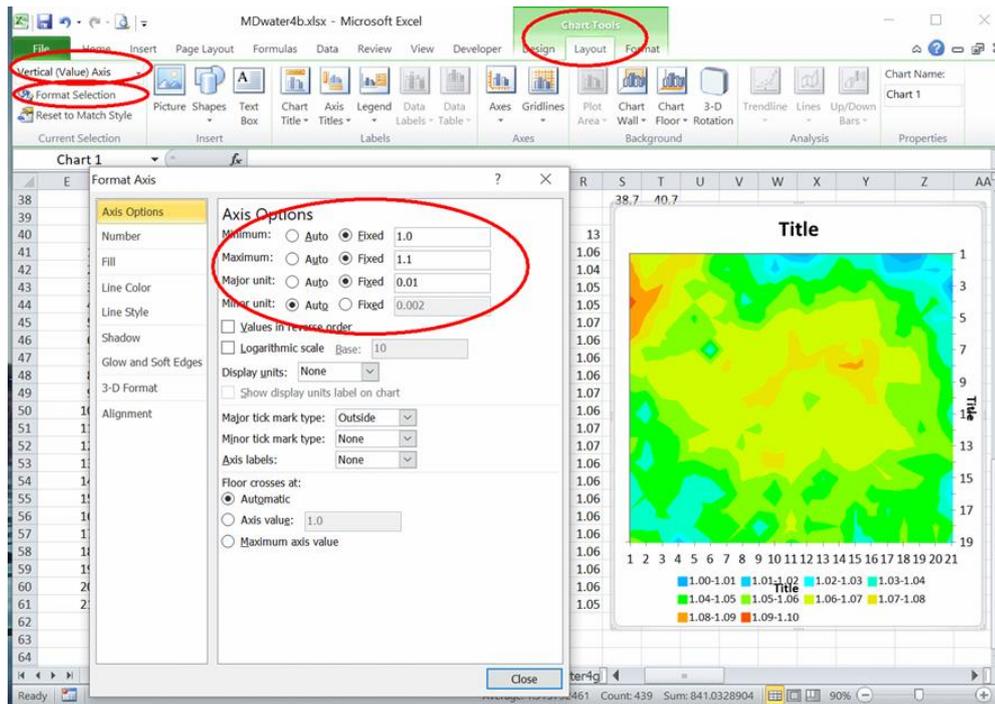


Fig. 11. Grafica de Heat_map_1.0-2.0. mostrando los valores desde 1.0 a 1.1 en intervalos de 0.01 para el mapeo de dosis

Recomendaciones

El sistema de mapeo de dosis por escaneo de películas Gafchromic se puede utilizar para seleccionar el volumen del recipiente o contenedor de irradiación donde la uniformidad de dosis es tal que la variación dentro del volumen no afectará al objetivo de la aplicación de irradiación. Además, se puede utilizar para seleccionar el punto de referencia para la dosimetría de rutina donde la dosis mínima es observada.

Este sistema de mapeo permite medir la dosis de radiación absorbida por insectos durante su esterilización de manera confiable, práctica y económica.

Referencias relevantes

GAFchromic film data sheets from the Ashland web site ETB XD, MD-V3, HD-V2

FilmQA™ Pro user guide PDF from Ashland. (<http://www.gafchromic.com/filmqa-software/filmqapro/index.asp>)

Lewis D., Micke A., Yu X, Chan M. 2012. An Efficient Protocol for Radiochromic Film Dosimetry combining Calibration and Measurement in a Single Scan, Medical Physics, 39 (2012) 10, pp. 6339

Xin Q, Zhao, X., ZHIHUA C., 2016. A new in vitro method to determine sun protection factor", J. Cosmet. Sci., 67, 101-108