

# Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Universidad de los Andes

29 de septiembre de 2020

# Contenido

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

## Introducción

### Objetivos

### Tratamiento de películas radiocrómicas

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

## Avances

### Toma de imágenes

### Desarrollo del software

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

## Objetivos a cumplir

## Bibliografía

Desarrollo de un  
programa de  
lectura y análisis  
de películas  
radiocrómicas para  
verificación  
dosimétrica

Carlos Daniel  
Contreras Quiroz

## Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas  
radiocrómicas

## Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a  
cumplir

## Bibliografía

# Introducción

# Motivación

Los planes de tratamiento con radioterapia requieren de una alta precisión en las dosis entregadas, desviaciones menores al 5 %.

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

## Introducción

### Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

## Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

### Objetivos a cumplir

## Bibliografía

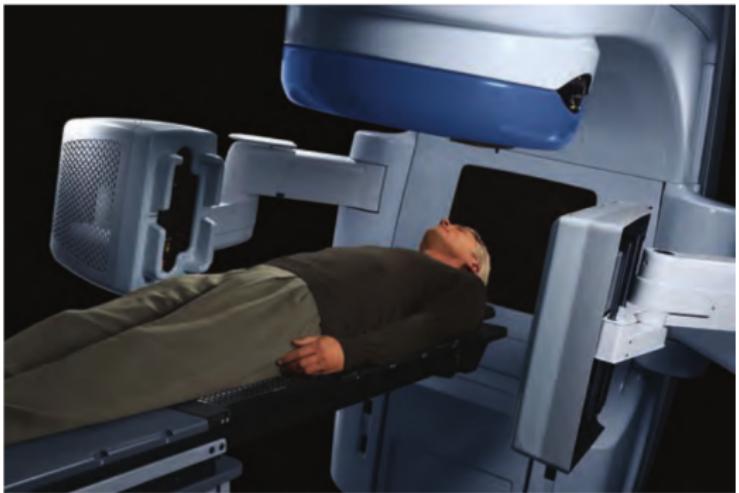


Figura: Maquina Varian Trilogy [Kha14]

# Motivación

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Existen diversos mecanismos para realizar el monitoreo de distribuciones y dosis entregadas.

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

# Motivación

## Cámaras de ionización



Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

### Introducción

#### Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

### Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

#### Objetivos a cumplir

### Bibliografía

# Motivación

## Paneles de silicio



Figura: [YKH<sup>+</sup>06]

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

### Introducción

#### Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

### Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

#### Objetivos a cumplir

### Bibliografía

Sin embargo, no sirven en todos los casos

- ▶ No tiene la resolución espacial suficiente para procedimientos como radiocirugía
- ▶ Son demasiado costos y poco asequibles

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas  
radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

# Motivación

Una posible solución es el uso de películas radiocrómicas

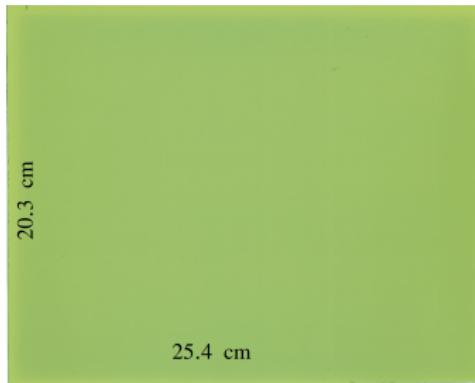


Figura: Película EBT2

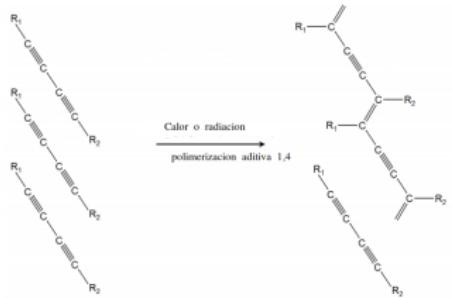


Figura: Reacción de diacetileno[WMR<sup>+11]</sup>

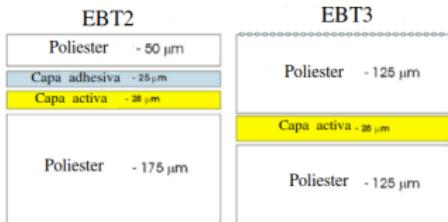


Figura: Estructura de películas EBT[DTL16]

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

## Introducción

### Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

### Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

### Objetivos a cumplir

### Bibliografía

# Motivación

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

El uso de estas presenta varias ventajas

- ▶ Alta sensibilidad a la dosis(0.1 Gy-10Gy)
- ▶ Sin dependencia energética(50keV-10 MeV)
- ▶ Bajo costo y amplia variedad
- ▶ Practicas de usar

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

# Objetivos

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

- ▶ Entender y aplicar el funcionamiento de películas radiocrómicas en verificación dosimétrica
  - ▶ Realizar calibraciones de dosis
  - ▶ Obtener mapas de dosis de un tratamiento a partir de una película
  - ▶ Realizar la comparación con el plan esperado
- ▶ Desarrollar un software que permita su uso bajo diferentes modalidades para su uso en el CCC

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

# Modo de uso de películas radiocrómicas

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Para usar la películas hay que tener en cuenta ciertos factores ambientales que afectan las medidas

- ▶ Temperatura
- ▶ Humedad
- ▶ Orientación y posición de escaneo
- ▶ Tiempo post-irradiación

Mantenerlos controlados basta para una medida precisa

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

# Calibración

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Irradiamos la película con diferentes dosis conocidas, obtenemos cierta coloración por cada dosis



Figura: Película de calibración

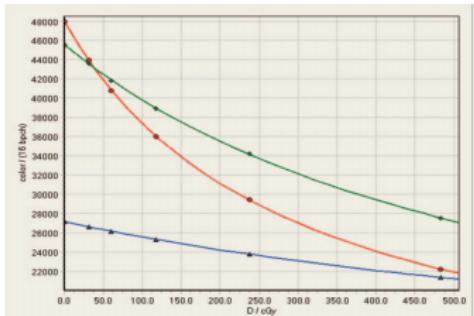


Figura: Curva de respuesta [RLV<sup>+08</sup>]

## Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

## Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

## Bibliografía

## Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas  
radiocrómicas

## Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

## Objetivos a cumplir

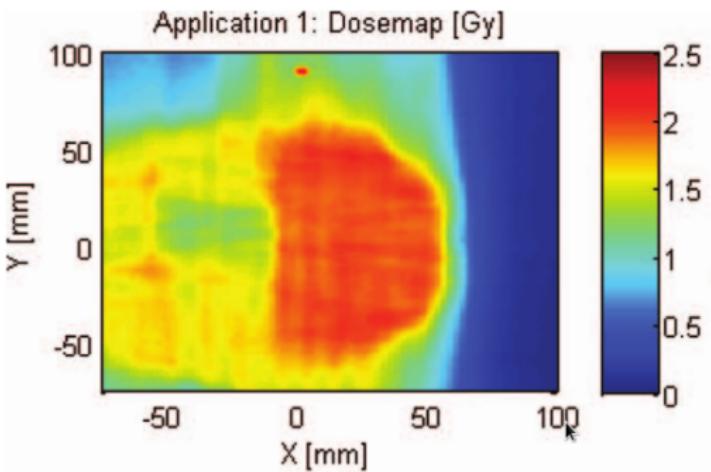
## Bibliografía

Se correlacionan los datos mediante un ajuste a algún tipo de curva.

Estos son los tipo de funciones más usadas

- ▶ Racionales
- ▶ Polinomicas
- ▶ Inversas
- ▶ Lineal

Con esta curva podemos relacionar dosis con colores en una película irradiada y generar mapas de dosis.



#### Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

#### Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

#### Objetivos a cumplir

#### Bibliografía

# Métodos Corregidos

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Podemos sofisticar un poco con correcciones como

- ▶ Usar información de los tres canales para corregir inhomogeneidades
- ▶ Aplicar cambios en las curvas para incluir errores laterales en el escáner
- ▶ Filtrar las imágenes para corregir defectos

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Desarrollo de un  
programa de  
lectura y análisis  
de películas  
radiocrómicas para  
verificación  
dosimétrica

Carlos Daniel  
Contreras Quiroz

# Avances

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas  
radiocrómicas

Avances

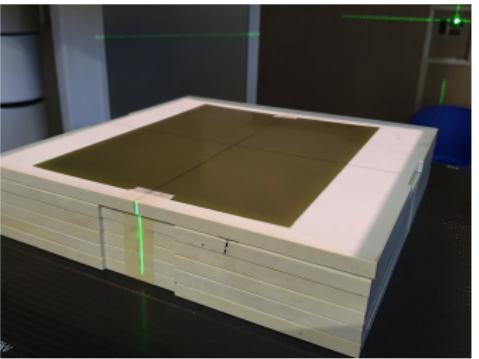
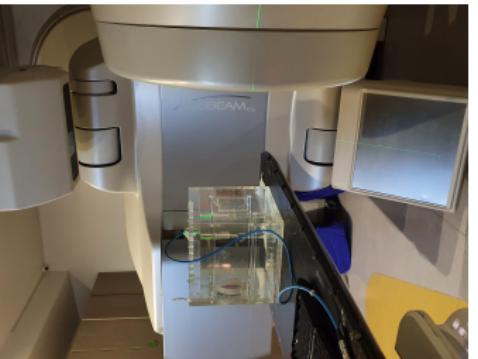
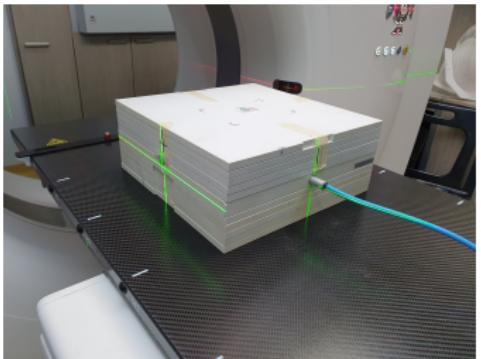
Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a  
cumplir

Bibliografía

# Montaje



Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

## Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

## Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

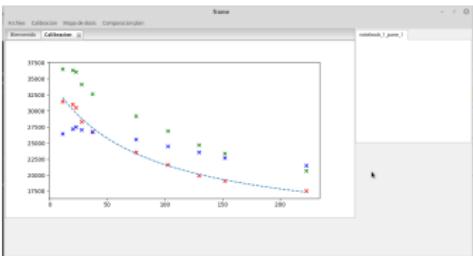
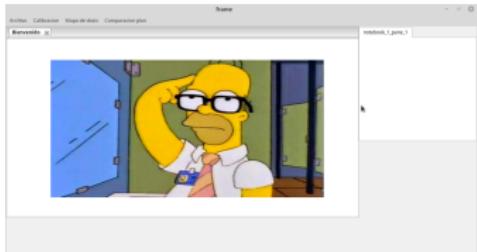
Objetivos a cumplir

## Bibliografía

# Montaje

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz



## Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

## Avances

Toma de imágenes

## Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

## Bibliografía

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

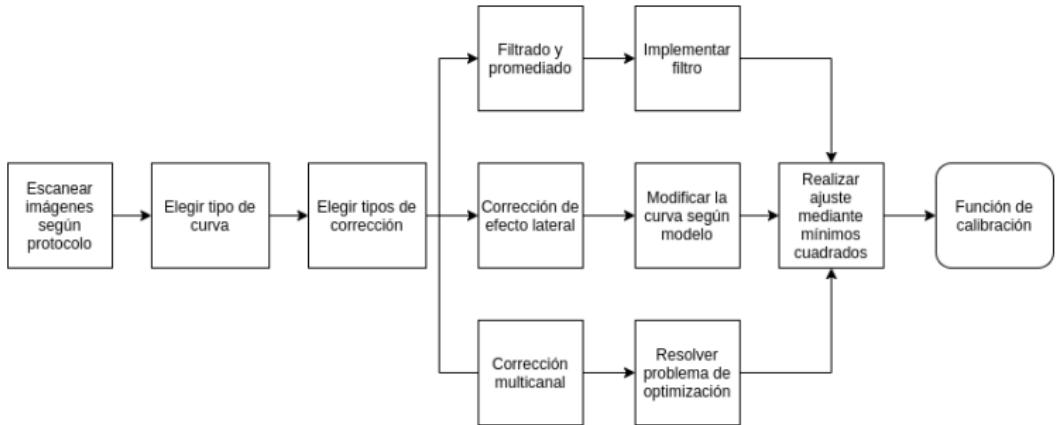
Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía



Desarrollo de un  
programa de  
lectura y análisis  
de películas  
radiocrómicas para  
verificación  
dosimétrica

Carlos Daniel  
Contreras Quiroz

## Introducción

Objetivos  
Tratamiento de películas  
radiocrómicas

## Avances

Toma de imágenes  
Desarrollo del software

## Objetivos a cumplir

## Bibliografía

# Objetivos a cumplir

Porcentaje avance documento 40 %

Porcentaje cumplimiento objetivos 50 %

Faltaría lo siguiente

- ▶ Mejorar la usabilidad del programa (hasta el final)
- ▶ Generar mapas y curvas de isodosis (próximas 3 semanas)
- ▶ Entender e implementar el cálculo de  $\gamma$  para la comparación cuantitativa con los planes de tratamiento(3 semanas)

#### Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas  
radiocrómicas

#### Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

#### Objetivos a cumplir

#### Bibliografía

# Referencias I

- [Att86] Frank Herbert Attix, *Introduction to radiological physics and radiation dosimetry*, Wiley, November 1986.
- [BKNY17] Mehrdad Shahmohammadi Beni, D. Krstic, D. Nikezic, and K.N. Yu, *Modeling coloration of a radiochromic film with molecular dynamics-coupled finite element method*, Applied Sciences **7** (2017), no. 10, 1031.
- [CBG<sup>+</sup>10] Krzysztof Chełmiński, Wojciech Bulski, Dietmar Georg, Dominika Bodzak, Zbigniew Maniakowski, Dominika Oborska, Joanna Rostkowska, and Małgorzata Kania, *Energy dependence of*

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica  
Carlos Daniel Contreras Quiroz

## Introducción

Objetivos  
Tratamiento de películas radiocrómicas

## Avances

Toma de imágenes  
Desarrollo del software

## Objetivos a cumplir

## Bibliografía

# Referencias II

*radiochromic dosimetry films for use in radiotherapy verification*, Reports of Practical Oncology & Radiotherapy **15** (2010), no. 2, 40–46.

- [CMvdHdH13] W. Crijns, F. Maes, U. A. van der Heide, and F. Van den Heuvel, *Calibrating page sized gafchromic EBT3 films*, Medical Physics **40** (2013), no. 1, 012102.
- [DSS<sup>+</sup>05] Slobodan Devic, Jan Seuntjens, Edwin Sham, Ervin B. Podgorsak, C. Ross Schmidlein, Assen S. Kirov, and Christopher G. Soares, *Precise radiochromic film dosimetry using a flat-bed document scanner*, Medical

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

## Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

## Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

## Objetivos a cumplir

## Bibliografía

# Referencias III

- [DTL16] Physics **32** (2005), no. 7Part1, 2245–2253.
- [HHG20] Slobodan Devic, Nada Tomic, and David Lewis, *Reference radiochromic film dosimetry: Review of technical aspects*, Physica Medica **32** (2016), no. 4, 541–556.
- [HHG20] Michelle E. Howard, Michael G. Herman, and Michael P. Grams, *Methodology for radiochromic film analysis using FilmQA pro and ImageJ*, PLOS ONE **15** (2020), no. 5, e0233562.

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica  
Carlos Daniel Contreras Quiroz

## Introducción

Objetivos  
Tratamiento de películas radiocrómicas

## Avances

Toma de imágenes  
Desarrollo del software

## Objetivos a cumplir

## Bibliografía

# Referencias IV

- [Kha14] Faiz Khan, *The physics of radiation therapy*, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2014.
- [LCZL17] Yinghui Li, Lixin Chen, Jinhan Zhu, and Xiaowei Liu, *The combination of the error correction methods of GAFCHROMIC EBT3 film*, PLOS ONE **12** (2017), no. 7, e0181958.
- [LMLGHG<sup>+</sup>18] Elsa Y. León-Marroquín, José M. Lárraga-Gutiérrez, J. Alfredo Herrera-González, Miguel A. Camacho-López, José E. Villarreal Barajas, and Olivia A. García-Garduño, *Investigation of EBT3 radiochromic*

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica  
Carlos Daniel Contreras Quiroz

## Introducción

Objetivos  
Tratamiento de películas radiocrómicas

## Avances

Toma de imágenes  
Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

## Bibliografía

# Referencias V

- film's response to humidity*, Journal of Applied Clinical Medical Physics **19** (2018), no. 3, 283–290.
- [May11] S. Mayers, *Characterisation of gafchromic ebt2 film for use in radiation therapy dosimetry*, 2011.
- [MC65] William L. McLaughlin and Lyman Chalkley, *Measurement of radiation dose distributions with photochromic materials*, Radiology **84** (1965), no. 1, 124–125.

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

## Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

## Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

## Objetivos a cumplir

## Bibliografía

# Referencias VI

- [MLY11] Andre Micke, David F. Lewis, and Xiang Yu, *Multichannel film dosimetry with nonuniformity correction*, Medical Physics **38** (2011), no. 5, 2523–2534.
- [NRBC<sup>+</sup>98] Azam Niroomand-Rad, Charles Robert Blackwell, Bert M. Coursey, Kenneth P. Gall, James M. Galvin, William L. McLaughlin, Ali S. Meigooni, Ravinder Nath, James E. Rodgers, and Christopher G. Soares, *Radiochromic film dosimetry: Recommendations of AAPM radiation therapy committee task group 55*, Medical Physics **25** (1998), no. 11, 2093–2115.

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

## Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

## Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

## Objetivos a cumplir

## Bibliografía

# Referencias VII

[RLV<sup>+</sup>08]

Alexandra Rink, David F. Lewis, Sangya Varma, I. Alex Vitkin, and David A. Jaffray, *Temperature and hydration effects on absorbance spectra and radiation sensitivity of a radiochromic medium*, Medical Physics **35** (2008), no. 10, 4545–4555.

[SAM<sup>+</sup>15]

Yoshinobu Shimohigashi, Fujio Araki, Masato Maruyama, Yuji Nakaguchi, Satoshi Kuwahara, Nozomu Nagasue, and Yudai Kai, *Evaluation of a single-scan protocol for radiochromic film dosimetry*, Journal of Applied Clinical Medical Physics **16** (2015), no. 2, 412–424.

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

# Referencias VIII

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

## Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

## Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

## Bibliografía

- [WMR<sup>+</sup>11] Matthew Williams, Peter Metcalfe, Anatoly Rosenfeld, Tomas Kron, Francesco d'Errico, and Marko Moscovitch, *Radiochromic film dosimetry and its applications in radiotherapy*, AIP, 2011.
- [YBC06] P. Yu, M. Butson, and T. Cheung, *Does mechanical pressure on radiochromic film affect optical absorption and dosimetry?*, Australasian Physics & Engineering Sciences in Medicine **29** (2006), no. 3, 285–287.

# Referencias IX

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

[YKH<sup>+</sup>06]

Sua Yoo, Gwe-Ya Kim, Rabih Hammoud, Eric Elder, Todd Pawlicki, Huaiqun Guan, Timothy Fox, Gary Luxton, Fang-Fang Yin, and Peter Munro, *A quality assurance program for the on-board imager(R)*, Medical Physics **33** (2006), no. 11, 4431–4447.

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía