

Médico Especialista Marina Adriana  
Velázquez Hernández

“Frecuencia de toxicidad aguda en pacientes con cáncer de recto localmente avanzado tratados con radioterapia  
concomitante con quimioterapia neoadyuvante, comparando las técnicas de radioterapia: intensidad modulada  
(IMRT), de arcos volumétricos (VMAT) ó 3D conformal en la unidad de especialidades de oncología SESEQ (junio

2026



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE MEDICINA

MAESTRÍA EN INVESTIGACIÓN MÉDICA

LINEA TERMINAL SALUD PÚBLICA



**“Frecuencia de toxicidad aguda en pacientes con cáncer de recto localmente avanzado tratados con radioterapia concomitante con quimioterapia neoadyuvante, comparando las técnicas de radioterapia: intensidad modulada (IMRT), de arcos volumétricos (VMAT) o 3D conformal en la unidad de especialidades de oncología SESEQ (junio 2019 - junio 2023)”**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de  
Maestría en Investigación Médica con Línea terminal en Salud Pública

Presenta

Médico Especialista Marina Adriana Velázquez Hernández

Dirigido por:

Dr. Carlos Francisco Sosa Ferreyra

Querétaro, Qro. a 24 febrero, 2026

La presente obra está bajo la licencia:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

### Usted es libre de:

**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

### Bajo los siguientes términos:



**Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



**NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



**SinDerivadas** — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

**No hay restricciones adicionales** — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

### Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
FACULTAD DE MEDICINA  
MAESTRÍA EN INVESTIGACIÓN MÉDICA



**“Frecuencia de toxicidad aguda en pacientes con cáncer de recto localmente avanzado tratados con radioterapia concomitante con quimioterapia neoadyuvante, comparando las técnicas de radioterapia: intensidad modulada (IMRT), de arcos volumétricos (VMAT) o 3D conformal en la unidad de especialidades de oncología SESEQ (junio 2019 - junio 2023)”**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de Maestría en Investigación Médica con Línea Terminal en Salud Pública

Presenta:

Médico Especialista Marina Adriana Velázquez Hernández

Dirigido por:

Dr. Carlos Francisco Sosa Ferreyra

Nombre: Dr. Carlos Francisco Sosa Ferreyra  
Presidente

Nombre: Dr. Med. Esp. Christian Omar Jiménez Ríos  
Secretario

Nombre: Dr. Javier Ávila Morales  
Vocal

Nombre: Dra. Sandra Margarita Hidalgo Martínez  
Suplente

Nombre: Dr. Nicolás Camacho Calderón  
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Fecha de aprobación por el Consejo Universitario (febrero 2026) México

## **DEDICATORIA**

A mis padres Don **Carlos Velázquez y Doña María de Jesús Hernández**

Que gracias a su esfuerzo y dedicación me han guiado en este hermoso viaje,  
la vida.

A mis Hermanos **Carlos, Alejandro y María Guadalupe**

Por coincidir y compartir siempre.

**A mis sobrinos**

Que sea este trabajo un estímulo para edificar su vida profesional.

## DEDICATORIA

Al Destacado **Doctor Carlos Sosa Ferreyra**

Por brindarme parte de su experiencia

Que deja huella en este trabajo.

A **Don Antonio Ortiz y Doña Elena Ortiz**

Por compartir su consejo conmigo.

A mi Querido **Doctor José Manuel García Ramírez**

Por ser amigo, maestro y guía, gracias infinitas.

## **AGRADECIMIENTO**

***A mi Querida Maestra Dra. María Teresita Ortiz Ortiz:***

*Gracias a su guía y apoyo en todo momento para la elaboración de este trabajo, no habría sido posible sin usted.*

## ÍNDICE

I.	Resumen.....	9
II.	Antecedentes.....	11
III.	Justificación.....	26
IV.	Hipótesis.....	27
V.	Objetivos.....	28
VI.	Materiales y método.....	29
VII.	Resultados.....	36
VIII.	Discusión.....	39
IX.	Conclusiones.....	42
X.	Referencias bibliográficas.....	43
XI.	Anexos.....	49
XII.	Cronograma.....	49
XIII.	Recursos humanos.....	50
XIV.	Recursos materiales y presupuesto.....	51
XV.	Difusión.....	52
XVI.	Datos de identificación.....	53
XVII.	Firmas del investigador principal e investigadores asociados.....	54
XVIII.	Herramienta de recolección de datos .....	55
XIX.	Tabla ctcae 5.0 .....	69
XX.	Glosario.....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

1.	Principales eventos adversos.....	25
2.	Distribución de pacientes por médico y técnica de tratamiento de radioterapia.....	30
3.	Definición de variables y unidades de medida.....	31
4.	Distribución de la población de pacientes por médico y por técnica de tratamiento.....	33
5.	Frecuencia ponderada por el grado de toxicidad, cita intermedia.....	36
6.	Frecuencia ponderada por el grado de toxicidad, cita final.....	37
7.	Promedios y desviación estándar de frecuencias ponderadas de toxicidad.....	38
8.	Análisis de varianza para cita intermedia.....	38
9.	Análisis de varianza para cita final.....	39

## INDICE DE IMAGENES

A. Unidades de medición de radioterapia .....	12
B. Primeros tratamientos con radioterapia.....	13
C. Proceso de radioterapia.....	15
D. Proceso de tomografía de simulación.....	16
E. Mapeo de dosis con beamlets.....	18
F. Colimador multihojas.....	20
G. Tipos de colimador multihojas.....	21
H. Isocentro de rotación del gantry del acelerador lineal.....	22
I. Esquema de giro de gantry .....	22
J. Flujograma.....	34

## I. RESUMEN

El cáncer colorrectal es una de las neoplasias gastrointestinales más comunes, siendo el cuarto más común de todos los cánceres y el segundo en mortalidad relacionada con el cáncer. La radioterapia concomitante con quimioterapia neoadyuvante se ha convertido en manejo estándar. Aplicar una técnica de radioterapia que disminuya la toxicidad permitirá un mejor apego, disminuirá las interrupciones y habrá mejor control local de la enfermedad, sobrevida libre de metástasis a distancia y sobrevida global.

**Impacto y originalidad:** La interacción de la radiación con la célula genera fenómenos físicos, químicos y biológicos. Los fenómenos físicos y químicos producen inestabilidad celular y destrucción de la misma, ésta toxicidad a nivel celular se manifiesta clínicamente como eventos adversos (signo anormal, hallazgos de laboratorio, síntoma o enfermedad temporal por el uso del tratamiento antineoplásico); que a través del CTCAE 5.0 (terminología descriptiva) los clasifica en 5 grados: grado 1 evento adverso leve (no requiere medicación), grado 2 evento adverso moderado, (requiere medicación), grado 3 evento adverso grave, (requiere medicación y valorar hospitalización), grado 4 evento adverso con riesgo de mortalidad o discapacidad, (requiere hospitalización), grado 5 muerte asociada a evento adverso. La toxicidad aguda es la que se presenta durante el tratamiento de radioterapia, la cual se evaluará aplicado la escala CTCAE 5.0 en los pacientes tratados en la unidad de especialidades de oncología SESEQ del periodo de junio 2019 - junio 2023.

**Planteamiento del problema:** ¿Hay diferencia en la frecuencia de toxicidad aguda aplicando tres técnicas de radioterapia: intensidad modulada (IMRT), arcos volumétricos (VMAT) ó técnica 3D conformal; concomitante con quimioterapia neoadyuvante en pacientes con cáncer de recto localmente avanzado tratados en la unidad de especialidades de oncología SESEQ (junio 2019 - junio 2023)?

**Objetivo general:** Evaluar la frecuencia de toxicidad aguda en pacientes que recibieron alguna de las tres técnicas de radioterapia junto con quimioterapia,

mediante la aplicación de la escala CTCAE 5.0 a los médicos radiooncólogos tratantes que registraran los síntomas manifestados por los pacientes.

**Metodología:** Se recabará la información y se integrará una base de datos. Se realizará una prueba estadística con chi cuadrada de Pearson para determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa entre la frecuencia esperada y la frecuencia observada.

Resultados: La frecuencia de toxicidad aguda es menor en los pacientes tratados con IMRT y VMAT en comparación con 3dCONF.

Palabras clave: cáncer, toxicidad, IMRT, VMAT, 3D

## II. ANTECEDENTES

Una de las principales causas de muerte en el mundo es el cáncer, siendo el cáncer colorrectal uno de los más frecuentes. El estilo de vida de los pacientes es un antecedente importante, algunos factores de riesgo como consumo de alcohol y de tabaco, aumento de índice de masa corporal, una dieta alta en conservadores y baja en frutas y verduras así como poca actividad física predisponen a desarrollar este padecimiento.

En el 2020 se reportaron 93 millones de casos de cáncer colorrectal en todo el mundo y 961 000 defunciones. En nuestro país en el año 2021 las defunciones por cáncer fueron 1,122, 249, el 8% fueron con cáncer colorrectal <sup>(1,2,3)</sup>

El estado de Querétaro está dentro de las entidades con menor defunción por cáncer en nuestro país, con una tasa de 4.7 a 6.2 por cada 10 mil. <sup>(3)</sup>

El cáncer de recto se clasifica en cuatro etapas clínicas, en la etapa I, la lesión tumoral invade mucosa, submucosa y /o muscular propia, en la etapa clínica II, invade la capa muscular propia de tejido pericólorrectal o invasión a peritoneo visceral como por ejemplo perforación de intestino o invasión continua de tumor a través de áreas de inflamación a la superficie del peritoneo visceral, o invasión o adherencias a órganos adyacentes; en la etapa clínica III, observamos la infiltración ya descrita más invasión a ganglios regionales (perirrectales, mesorrectales, iliacos interno, externos y comunes); en la etapa clínica IV, hay presencia de metástasis a uno más tejidos a distancia y órganos. La etapa clínica localmente avanzada son las etapas II y III. Las células tumorales que se depositan en otros tejidos fuera del sitio primario (recto) y generan implantes microscópicos (metástasis) que progresarán a lesiones macroscópicas en caso de no atenderse a tiempo, y se convertirán en la causa principal de muerte en estos pacientes. El tratamiento estándar: Quimioterapia con Radioterapia concomitante (al mismo tiempo) con fraccionamiento convencional (1.8 y a 2 Gy por día) neoadyuvante (antes del manejo quirúrgico). Quimioterapia: A base de fluoropirimidinas en infusión venosa

continua u oral. Dosis de radioterapia: Fase 1: 45 Gy (en 25 a 30 sesiones) otorgado a mesorrecto, ganglios presacros, ganglios obturadores posteriores, ganglios iliacos internos y tumor primario de recto). Fase 2: Incremento de 5.4 a 9 Gy (en 3 a 5 sesiones) otorgado al tumor primario de recto. <sup>(4,5, 6)</sup>

### a. Bases de Radioterapia

En menos de 4 años después del descubrimiento de los rayos X por Roentgen, la radioactividad por Becquerel, y el radio por Marie y Pierre Curie, la nueva modalidad del tratamiento contra el cáncer conocido como radioterapia reclamo su primera cura del cáncer de piel. Hoy, más de 120 años después, la radioterapia más comúnmente administrada en una serie de pequeñas fracciones de dosis diarias de aproximadamente 1.8 a 2.0 Gy cada uno, 5 días a la semana, durante un periodo de 5 a 7 semanas para dosis totales de 50 a 75 Gy. <sup>(7,8)</sup>

**Imagen A.** Científicos quienes sus nombres fueron empleados como unidades de medición de la radiación



W.K. Röntgen

H. Gray

H. Becquerel

R. Sievert

M. Curie

**Imagen B1.** Dr. Walther Murphy entregando tratamiento de radioterapia en un niño, en The Roswell Park Memorial Institute, Buffalo N.Y., usando una máquina de rayos X de 2 millones de electron-volts.



**Imagen B2.** Maxitron 250. Máquina de radioterapia 3 en 1. Otorgando tratamiento de radioterapia en cáncer de mama



*Fuente: Murat Beyzadeoglu MD, Cunevt Ebruli MD, Gokhan Ozyigit. (2010). Basic Radiation Oncology. Springer.*

La radioterapia (RT) es la modalidad de tratamiento anticancerígeno no quirúrgico más antiguo. La radiación ionizante (IR), es el agente individual más eficaz capaz de interferir con la replicación celular, comúnmente encuentra una aplicación clínica en aproximadamente el 60% de los pacientes con un diagnóstico de cáncer. La falta de especificidad para entregar la radiación a las células cancerosas ha sido históricamente mitigada mediante el uso de dispositivos para enfocar los haces de radiación por estrategias de entrega como el fraccionamiento. Se requieren diferentes profesionales para manejar la complejidad del proceso que está compuesto de varios pasos para un tratamiento de radiación. <sup>(9)</sup>

La administración de un agente físico como es la radiación ionizante a través de la radioterapia esta intrínsecamente ligada a las maquinas (por ejemplo, aceleradores lineales), por lo que las tecnologías son esenciales para los radioncólogo. Los avances tecnológicos en la radioterapia de haz externa con fotones o partículas cargadas condujeron a una alta precisión en la administración de la dosis. La principal mejora tecnológica en la radioterapia de haz externo de fotones son los

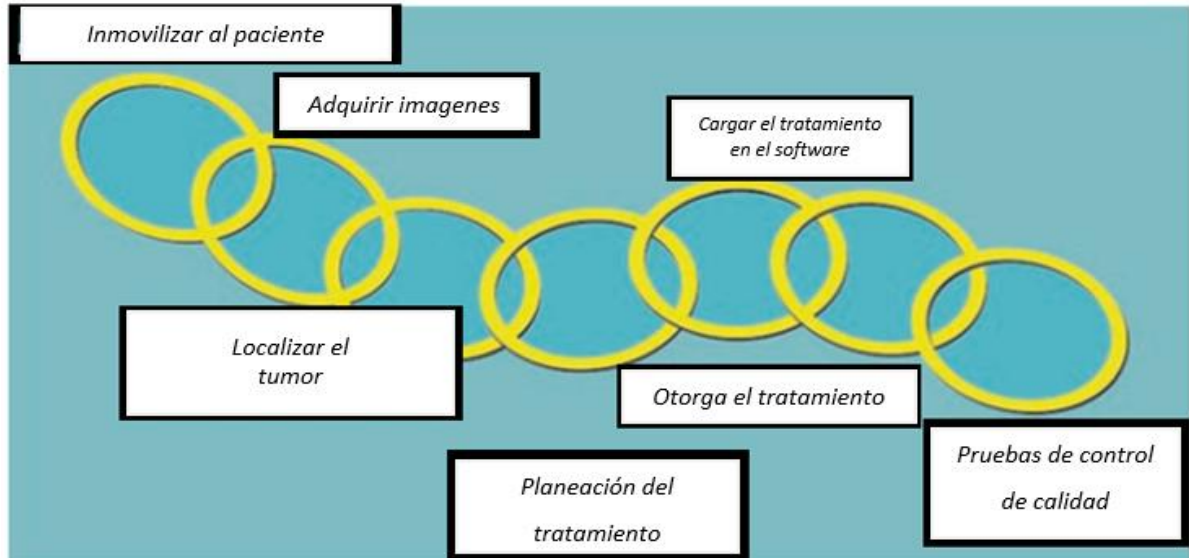
avances en el equipo del acelerador lineal (LINAC) que incluye colimadores multiláminas de alto rendimiento (MLC), disponibilidad de haces sin filtro de aplanamiento, definición de los objetivos de tratamiento y sistemas de planificación del tratamiento de radioterapia (TPS). <sup>(10)</sup>

#### **b. Procedimiento de radioterapia:**

La radioterapia es realizada por un equipo de trabajo que incluye médico radioncólogo, físico médico, técnico radioterapeuta, dosimetrista, enfermera, fisioterapeuta y / o trabajo social. El proceso de tratamiento en la radioterapia es altamente dependiente de la técnica adecuada del equipo. Después de la decisión de aplicar radioterapia que se ha tomado por un grupo multidisciplinario, el radioncólogo necesita evaluar el reporte del paciente, la historia clínica, examen físico del paciente y especialmente el reporte de patología, estudios e imagenología, reportes de imagenología nuclear como el PET CT.

El paciente debe ser informado sobre su enfermedad y el tratamiento que recibirá, asegurándose de transmitirlo en un nivel de comunicación acorde a el nivel de educación del paciente, explicarle los pasos a seguir durante el proceso de preparación, y aplicación de su tratamiento, la duración del mismo, los efectos agudos y crónicos que puede presentar, y las medidas que puede emplear para prevenir los mismos. Es importante leer claramente y firmar el consentimiento informado por el paciente, dos testigos y el médico tratante, en este debemos asegurarnos de plasmar lo ya comentado. <sup>(11)</sup>.

**Imagen C.** Proceso de radioterapia: Cualquier proceso que no se complete adecuadamente en cada uno de los pasos, conduce a la falla del proceso de radioterapia.



Fuente: Murat Beyzadeoglu MD, Cuneyt Ebruli MD, Gokhan Ozyigit. (2010). *Basic Radiation Oncology*. Springer.

### c. Tomografía de simulación:

Es la determinación del campo de radioterapia y localización de tumor utilizando un tomógrafo. El paciente está inmobilizado durante la simulación. La simulación se puede realizar por tomografía, resonancia magnética o por PET CT.

La tomografía computarizada es una modalidad de imagen líder para la simulación y planeación de tratamiento, la cual se usa para delinear así como para calcular por la heterogeneidad de los tejidos.

Ofrece alta integridad espacial, alta resolución espacial, superior visualización de las estructuras óseas y permite el cálculo de dosis de radiación basado en la densidad de los electrones. <sup>(12)</sup>

La fusión de las imágenes de resonancia Magnética y / o PET ct a la tomografía computarizada de simulación permite mejorar las imágenes para contornear o delinear el objetivo del tratamiento y los órganos sanos adyacentes.

El paciente debe estar inmóvil durante el proceso de tomografía de simulación y el tratamiento de radioterapia, los movimientos afectan el tratamiento y disminuyen el éxito del mismo. Se ocupan diversos aditamentos para inmovilización del paciente según la región anatómica que recibirá el tratamiento. Por ejemplo mascara termoplástica. La posición del paciente se debe registrar en una hoja de simulación junto con los aditamentos utilizados para el procedimiento.

#### **Imagen D. Proceso de tomografía de simulación.**

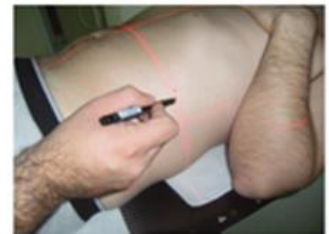
*A Paciente en el tomógrafo de simulación*



*B Control de adquisición de imágenes*



*C. Marcaje de puntos de referencia*



*Fuente: Murat Beyzadeoglu MD, Cuneyt Ebruli MD, Gokhan Ozyigit. (2010). Basic Radiation Oncology. Springer.*

#### **d. Técnicas de tratamiento de radioterapia.**

##### **-Radioterapia 3 d Conformal:**

En la radioterapia 3d Conformal la apertura del diafragma está diseñado para que la radiación cubra el volumen tumoral de manera geométrica. Los haces de radiación generados distribuyen una dosis de manera “convexa”. La vista del ojo del haz (beams eye view BEV) es generalmente usado para preservación de las estructuras críticas distantes geoméricamente.

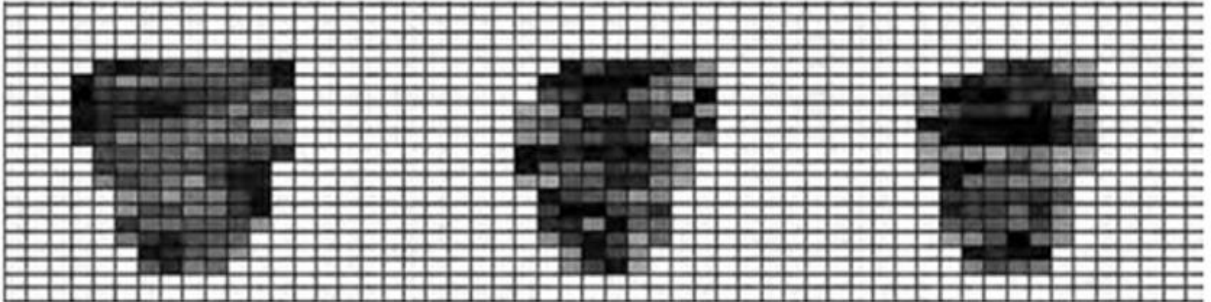
##### **-La radioterapia de intensidad modulada (IMRT):**

El haz de radiación modulada es realizado y diseñado antes de la apertura del diafragma. Los haces de radiación o “beamlets” tienen diferente intensidad y frecuentemente muestran un patrón de mapeo de intensidad diferente. La intensidad de la dosis de los beamlets de radiación es calculado por una planeación inversa (primero se protege los órganos de riesgo adyacentes y en un segundo tiempo se calcula la dosis al volumen de tratamiento objetivo o target), y posteriormente se optimiza la dosis. Esta optimización matemática proporciona una disminución de la dosis y uniformidad de la misma al volumen objetivo de tratamiento o target y al mismo tiempo proporciona una reducción de dosis a los tejidos no objetivos o no target que se encuentran en diferentes puntos alrededor del volumen de tratamiento objetivo.

La dosis ideal al objetivo del tratamiento y la preservación máxima de los órganos sanos adyacentes se obtiene gracias a las diferentes intensidades de dosis de los beamlets.

Otra característica de la IMRT es la habilidad para generar distribuciones de dosis “cóncavas”. Esta característica de la IMRT permite proteger la medula espinal y las glándulas parótidas en la radiación de estructuras de cabeza y cuello. <sup>(13)</sup>

**Imagen E.** Mapeo de dosis con Beamlets, técnica de radioterapia IMRT.



*Fuente: Murat Beyzadeoglu MD, Cuneyt Ebruli MD, Gokhan Ozyigit. (2010). Basic Radiation Oncology. Springer.*

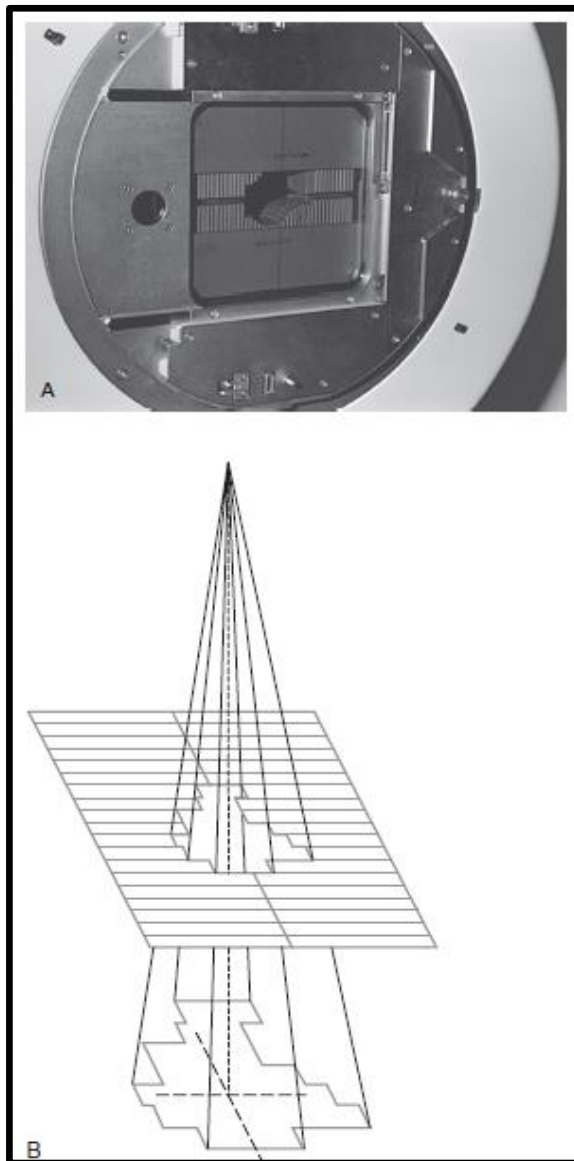
Las diferentes técnicas pueden ser usadas para entregar la IMRT dependen de la capacidad de cada equipo como el acelerador lineal y el sistema de planeación del tratamiento. Las técnicas más comunes para la IMRT son:

*Step and shoot IMRT:* consta regularmente de 5 a 9 segmentos compuestos de haces de radiación, (el ángulo del gantry es constante, cada ángulo del segmento de tratamiento, e intensidad y modulación de la dosis se envía al volumen objetivo. Usando el control de la computadora. Las hojas del MLC (multiláminas) se movilizan cuando el haz de radiación esta encendido, (“beam on”). La posición de haz apagado, (“beam off”) se activa cuando se alcanza la dosis unitaria del monitor deseada, y las hojas del MLC toman la posición del siguiente segmento. La dosis modulada para este segmento se entrega cuando la posición de haz de encendido (“beam on”) es activado de nuevo. Esta cascada continúa hasta completar todos los segmentos. En esta técnica la dosis de fracción deseada está compuesta por

múltiples componentes estáticos. El tiempo de tratamiento se prolonga ya que la dosis se entrega en pequeños segmentos.

*Sliding Windows IMRT*: en esta técnica el ángulo del gantry está en movimiento constante, sin embargo las hojas del MLC se mueven tanto en haz encendido (“beam off”) y haz apagado (“beam on”), durante la entrega del tratamiento de la radioterapia se encuentran en movimiento el MLC. <sup>(14)</sup>

## Imagen F. Colimador multihojas

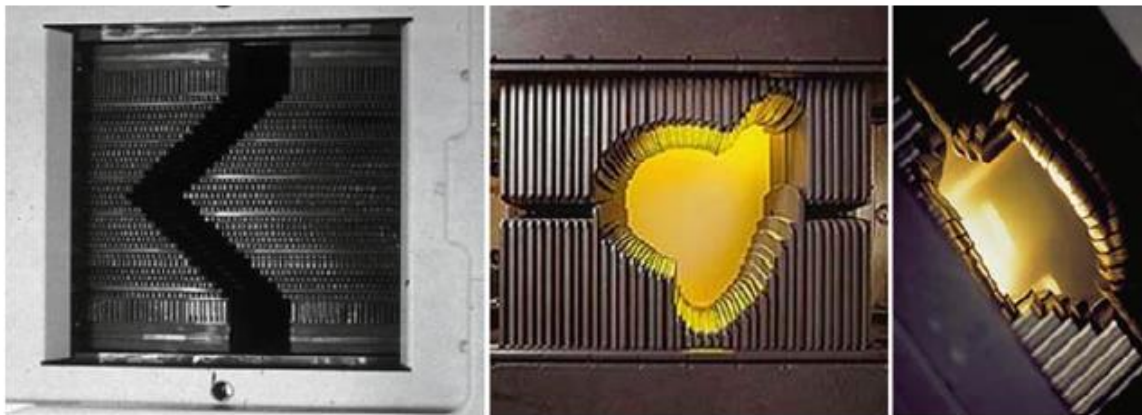


A. Multilaminas de acelerador lineal marca Varian modelo 2100C

B. Esquema de definición del haz de radiación

Fuente: Joel E. Tepper, MD, FASTRO, Robert L. Foote, MD, FACR, FASTRO, Jeff M. Michalski, MD, MBA, FACR, FASTRO. (2021). ONCOLOGÍA RADIADORA CLÍNICA de Gunderson & Tepper . Elsevier - División de Ciencias de la Salud.

**Imagen G.** Varios tipos de sistemas de colimación multihojas. Las hojas pueden moverse independientemente para adaptarse adecuadamente a los campos de tratamiento (tumor) que son irregulares, protegiendo los órganos sanos que se encuentran alrededor.



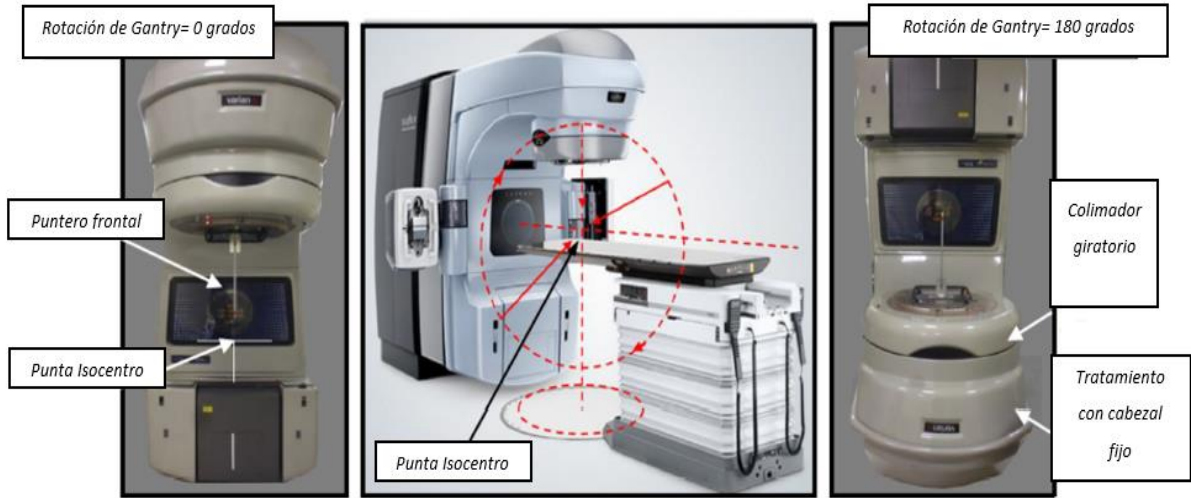
Fuente: Murat Beyzadeoglu MD, Cunevt Ebruli MD, Gokhan Ozyigit. (2010). *Basic Radiation Oncology*. Springer.

### **-Terapia de arco de intensidad volumétrica (VMAT)**

Es un tipo de tratamiento controlado por computadora, las hojas del MLC se mueven bajo control de la computadora con rotación para generar la intensidad modulada de la terapia de arco. La tasa de dosis, la velocidad del giro del gantry y otros parámetros son controlados por computadora. <sup>(15)</sup> La superposición de múltiples arcos resulta en una distribución de dosis altamente conformal; esta técnica de tratamiento permite obtener un tiempo de tratamiento corto con menores unidades monitor. <sup>(16)</sup> El tiempo de tratamiento con VMAT puede disminuir hasta 1 / 3 del tiempo de tratamiento con IMRT step and shot. El IMRT es una mejoría con respecto a la mejora en la precisión de los algoritmos de cálculo de dosis. <sup>(17)</sup>

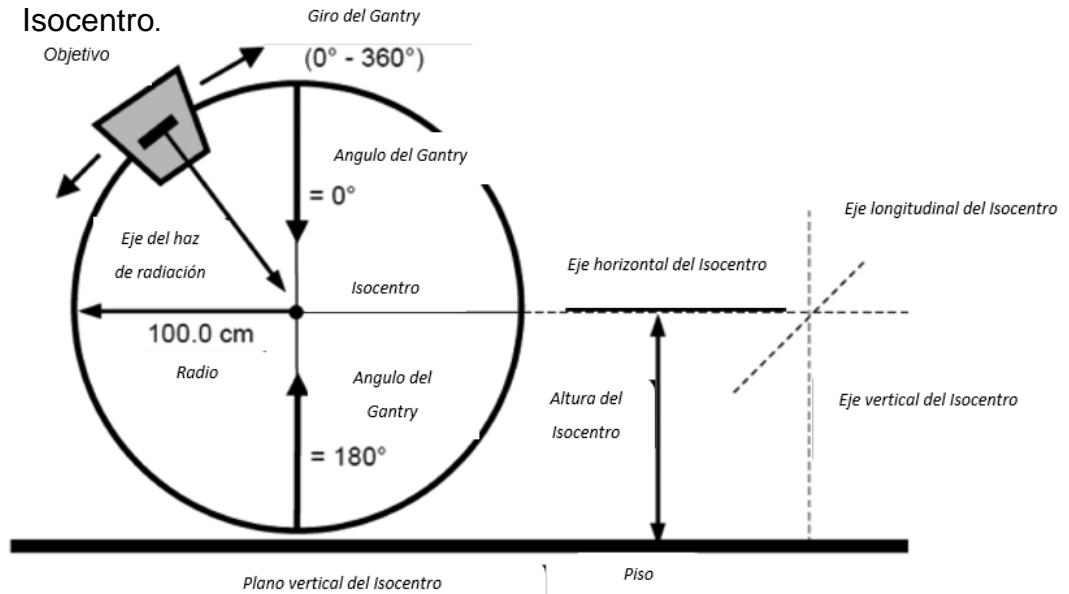
Con la mejoría en el software de cálculo, imágenes de rastreo, rastreo de los movimientos respiratorios y control de los cambios anatómicos es posible realizar terapia de tratamiento 4D con dosis óptima al objetivo del tratamiento y disminución de la dosis a los tejidos sanos adyacentes. <sup>(18)</sup>

### Imagen H. Isocentro de rotación del Gantry del acelerador lineal



Fuente: W. P. M. Mayles, A. E. Nahum, J.-C. Rosenwald. (2022). Handbook of Radiotherapy Physics Theory and Practice, Second Edition Volume 1. Routledge Member of the Taylor and Francis Group.

### Imagen I. Esquema de Giro de Gantry. Representación gráfica del Isocentro.



Fuente: W. P. M. Mayles, A. E. Nahum, J.-C. Rosenwald. (2022). Handbook of Radiotherapy Physics Theory and Practice, Second Edition Volume 1. Routledge Member of the Taylor and Francis Group.

La razón principal por la que se adoptó al IMRT fue la mejora simultánea de la cobertura de objetivos y la preservación de los órganos sanos adyacentes u órganos de riesgo (OAR) que permitieron un aumento de la dosis por encima del límite convencional. el cáncer de cabeza y cuello y cáncer de próstata fueron los escenarios clínicos en los que se adoptó por primera vez la IMRT debido a la complejidad de las áreas anatómicas involucradas y al papel fundamental que las dosis altas de la radioterapia influyen en las estrategias curativas. <sup>(19)</sup>

### **Toxicidad por radioterapia neoadyuvante.**

En las últimas dos décadas se ha observado que el avance en las tecnológicas a radioterapia de intensidad modulada (IMRT) ha sustituido gradualmente a las técnicas convencionales (3D conformal o 3DCRT) y permite administrar una dosis más baja a los órganos de riesgo (OAR), ya que la dosis se ajusta a la forma del volumen del tratamiento. La dosis reducida a las asas intestinales y vía urinaria resulta en una disminución de toxicidades agudas como tardías. Aunque la IMRT evita más dosimétricamente a la vejiga urinaria que la técnica 3DCRT, es poco probable que se refleje clínicamente ya que la vejiga urinaria tiene mayor resistencia a la radiación. <sup>(20)</sup> Otro estudio evaluó a 301 pacientes, 203 (67.4%) fueron tratados con IMRT y 98 (32.6%) con 3DCRT, presentaron diarrea grado 2 el 10% vs el 22% de la población respectivamente, con  $p = 0.004$ . La toxicidad genitourinaria se reportó en 6% vs 13% de los pacientes tratados con IMRT vs 3DCRT con  $p = 0.04$ ; y hubo una tendencia a la disminución de la proctitis grado 2 en el grupo de IMRT vs 3DCRT con cifras de (22% vs. 32% 3DCRT,  $p = 0.07$  respectivamente, siendo significativo para los autores). <sup>(21)</sup>

En otro estudio se observó que el volumen de intestino delgado irradiado fue significativamente mayor en pacientes con diarrea de grado 2-3 versus el volumen en pacientes con diarrea de grado 0-1; en los pacientes con volumen de intestino delgado irradiado  $> 150$  cc con  $>15$  Gy mostraron una diarrea clínicamente significativa en comparación con sólo el 11% de los pacientes con  $>15$  Gy en  $\leq 150$  cc de intestino delgado. Las posibilidades de reducir el volumen del intestino

delgado irradiado son la colocación del paciente en decúbito prono con una tabla abdominal para lograr un desplazamiento del intestino delgado lejos del campo de radiación y la aplicación de enfoques de tratamiento altamente formales, como la radioterapia de intensidad modulada (IMRT).<sup>(22)</sup> El grado de toxicidad por aparato y/ o sistema de (basados en el CTCAE 5.0) se enumeran en la Tabla 1.<sup>(23)</sup> La clasificación se basó en el grado de toxicidad más alto informado; los pacientes sin toxicidad grado 3 o 4 se asignaron al grupo de baja toxicidad (grado 1 o 2), y los pacientes con al menos uno de los eventos adversos de grado 3 o 4 se asignaron al grupo de alta toxicidad.<sup>(24)</sup>

**Tabla 1.** Principales eventos adversos que se presentan en estos pacientes

EVENTOS ADVERSOS GASTROINTESTINALES		EVENTOS ADVERSOS GENITOURINARIOS	EVENTOS ADVERSOS DERMATOLÓGICOS
Dolor abdominal	Hemorragia rectal	Hematuria	Dermatitis por radiación (radioepitelitis)
Diarrea	Mucositis rectal	Incontinencia urinaria	
Hemorroides	Obstrucción rectal	Dolor del tracto urinario	
Náuseas	Dolor rectal		
Proctitis	Vómitos		

### III. JUSTIFICACIÓN

Los cánceres de colon y recto son las neoplasias malignas gastrointestinales más comunes. Son el cuarto más común de todos los cánceres y la segunda causa más común de mortalidad relacionada con el cáncer. De los pacientes con cáncer de recto en etapa localmente avanzado, el 15 al 20% presenta respuesta patológica completa posterior al tratamiento de quimiorradioterapia neoadyuvante, convirtiéndolo en un manejo estándar que permite aumentar la órgano preservación del esfínter anal sin comprometer el control local de la enfermedad y mejorar su calidad de vida.

Se ha reportado toxicidad aguda en este grupo de pacientes tratados con técnica IMRT vs 3D conformal como es diarrea grado 2 en el 10% vs el 22% de la población respectivamente, con  $p = 0.004$ ; en cuanto a la toxicidad genitourinaria se ha reportado en 6% vs 13% de los pacientes con  $p = 0.04$  respectivamente; y una tendencia a la disminución de la proctitis grado 2 en el grupo de IMRT vs 3DCRT con cifras de (22% vs. 32% 3DCRT,  $p = 0.07$  respectivamente.

La toxicidad aguda que se presenta durante el tratamiento de la quimiorradioterapia neoadyuvante es uno de los principales motivos de interrupción y abandono de este tratamiento, por lo que otorgarlo con una técnica que disminuya la incidencia e intensidad de esta toxicidad impactara en un mejor apego al tratamiento, disminuyendo las interrupciones y abandono del mismo, y el paciente presentara un mejor control local de la enfermedad, aumentara la sobrevida libre de metástasis a distancia y su sobrevida global.

#### IV. HIPÓTESIS

Hipótesis de investigación: Determinar si existe o no diferencia en los grados de toxicidad aguda en pacientes con cáncer de recto localmente avanzado tratados con radioterapia concomitante con quimioterapia neoadyuvante aplicando las técnicas de radioterapia: intensidad modulada (IMRT), de arcos volumétricos (VMAT) ó 3D conformal en la unidad de especialidades de oncología SESEQ (junio 2019-junio2023).

Hipótesis Nula: No existe diferencia en los grados de toxicidad aguda en pacientes con cáncer de recto localmente avanzado tratados con radioterapia concomitante con quimioterapia neoadyuvante aplicando las técnicas de radioterapia: intensidad modulada (IMRT), de arcos volumétricos (VMAT) ó 3D conformal en la unidad de especialidades de oncología SESEQ (junio 2019-junio2023).

Hipótesis alterna: Si existe diferencia en los grados de toxicidad aguda en pacientes con cáncer de recto localmente avanzado tratados con radioterapia concomitante con quimioterapia neoadyuvante aplicando las técnicas de radioterapia: intensidad modulada (IMRT), de arcos volumétricos (VMAT) ó 3D conformal en la unidad de especialidades de oncología SESEQ (junio 2019-junio2023).

## V. OBJETIVOS

### V.1 Objetivo general

-Comparar la frecuencia de grado de la toxicidad aguda que se presentan en pacientes con cáncer de recto localmente avanzado tratados con radioterapia concomitante con quimioterapia neoadyuvante, aplicando radioterapia de intensidad modulada (IMRT) ó de arcos volumétricos (VMAT) ó 3D conformal en la unidad de especialidades de oncología SESEQ Querétaro, del periodo de junio 2019 a junio 2023.

### V.2 Objetivos específicos

-Determinar la toxicidad aguda más frecuente con cada una de las técnicas de tratamiento empleadas.

-Determinar los grados de toxicidad aguda que se presentan por técnica de tratamiento empleada.

-Identificar que técnica genera menor grado de toxicidad aguda en esta población de pacientes

## VI. MATERIAL Y MÉTODO

### VI.1 Diseño:

-Es un estudio retrospectivo, longitudinal, comparativo, analítico.

### VI.2 Definición de universo

-Reportes de Radiooncólogos sobre pacientes con cáncer de recto localmente avanzado tratados con quimiorradioterapia concomitante neoadyuvante aplicando radioterapia de intensidad modulada (IMRT) ó de arcos volumétricos (VMAT) ó 3D conformal en la unidad de especialidades de oncología SESEQ Querétaro, del periodo de junio 2019 a junio 2023.

### VI.3 Tamaño de la muestra:

-Se cuenta con reportes de 6 oncólogos tratantes correspondientes a 138 pacientes con diagnóstico de cáncer de recto localmente avanzado que fueron tratados con quimiorradioterapia concomitante neoadyuvante, aplicando radioterapia de intensidad modulada (IMRT) ó de arcos volumétricos (VMAT) ó 3D conformal, que cumplieron con los criterios de inclusión. Estos pacientes fueron tratados dentro del periodo de junio 2019 a junio 2023 por el grupo de 6 médicos radiooncólogos que laboran actualmente en la unidad de especialidades de oncología SESEQ Querétaro. Tabla 2.

**Tabla 2.** Distribución de pacientes por técnica de tratamiento de radioterapia

Total pacientes atendidos (% de la población)	Tratados con 3D conformal (% de la población)	Tratados con IMRT (% de la población)	Tratados con VMAT (% de la población)
138 (100)	33 (23.9)	24 (17.3)	81 (58.6)

#### VI.4 Definición de los sujetos de observación

Todos los pacientes tratados con radioterapia concomitante con quimioterapia neoadyuvante, en la unidad de especialidades de oncología SESEQ en el periodo junio 2019 a junio 2023 que contaron con el diagnóstico de carcinoma de recto localmente avanzado, corresponde a etapa II (T3 – 4, N0, M0) y etapa III (Cualquier T, N +, M0), variedad histológica adenocarcinoma, localizados en el tercio medio e inferior de recto.

#### VI.5 Características de la población

##### VI.5.1. Criterios de Inclusión

Pacientes mayores de 18 años y menores de 90 años

Ambos sexo

Diagnóstico de cáncer de recto histológica adenocarcinoma

Localización del tumor: tercio medio e inferior de recto

EC II y III

Estado funcional ECOG 0-2

Pacientes que recibieron radioterapia concomitante con quimioterapia neoadyuvante.

### VI.5.2. Criterios de Exclusión

Histología diferente a adenocarcinoma moderadamente diferenciado

No cumplir con la edad de los criterios de inclusión

Tumor localizado en tercio superior de recto

EC I y IV

### VI.5.3 Criterios de Eliminación

No haber sido tratados en la unidad de especialidades de oncológica SESEQ en el periodo Junio 2019 a junio 2023

**Tabla 3.** Definición de variables y unidades de medida

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de variable y Escala de Medición	Fuente de Información	Unidad de Medida
Eventos adversos Gastrointestinales	Trastornos caracterizados por alteraciones en el sistema gastrointestinal secundarios al tratamiento de la radioterapia.	Sensación y arqueo reflejo previo a la emésis. Percepción incomoda y álgica en abdomen. emésis de difícil control aun con antieméticos que se presenta durante las radioterapias. Disminución de consistencia y aumento de frecuencia en las evacuaciones. Grado de protrusión de la mucosa rectal que puede generar dolor y / o sangrado. Obstrucción de la luz rectal. Percepción incomoda y álgica en recto. Presencia de sangrado en las evacuaciones. Inflamación de la mucosa rectal. <sup>a</sup>	Cualitativa ordinal	Hoja de recolección de datos exprefesa	Grados de escala CTCAE 5.0  1 a 5
Eventos adversos Genitourinarios	Trastornos caracterizados por alteraciones en el sistema genitourinario secundarios al tratamiento de la radioterapia.	Presencia de sangrado macroscópico en orina. Sensación algica incomoda en la vía urinaria con o sin micción. Dificultad para controlar el esfínter urinario al presentarse el estímulo de micción. <sup>a</sup>	Cualitativa ordinal	Hoja de recolección de datos exprefesa	Grados de escala CTCAE 5.0  1 a 5

Eventos adversos Dermatológicos	Trastornos caracterizados por alteraciones en la piel secundarios al tratamiento de la radioterapia.	Presencia de eritema seco, eritema húmedo, úlceras aislada, úlceras confluentes en la piel, dentro del campo de tratamiento que se está irradiando. <sup>a</sup>	Cualitativa ordinal	Hoja de recolección de datos expofresa	Grados de escala CTCAE 5.0  1 a 5
---------------------------------	--	--	---------------------	--	---

***<sup>a</sup> Cada evaluación se realizó por lo médicos en la cita intermedia (cuando el paciente ha acumulado el 50% de la dosis total programada) y en la cita final (cuando el paciente ha acumulado el 100% la dosis total programada)***

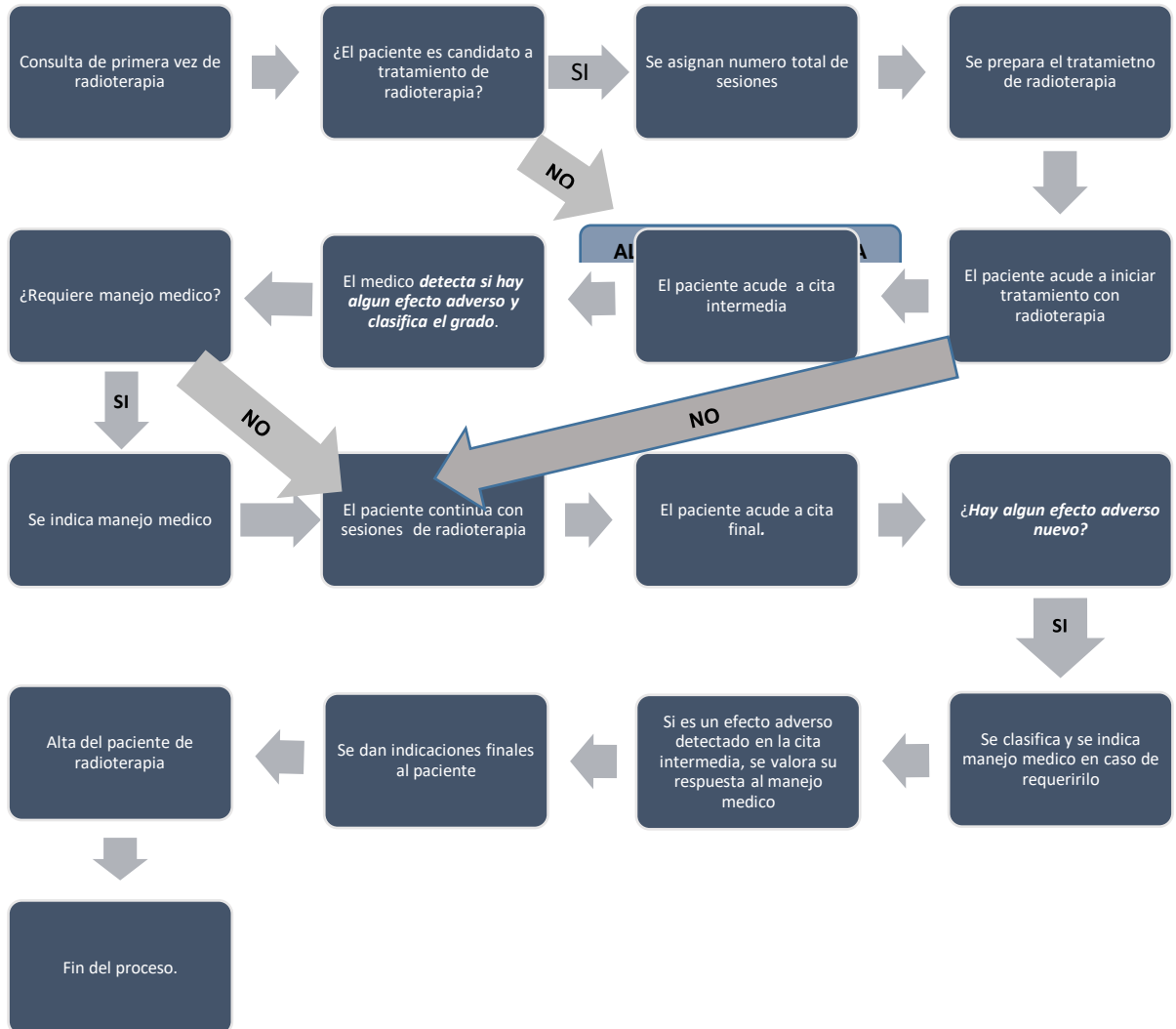
#### VI.5.4 Procedimientos de recolección de la información

Se recabó la información a través de un cuestionario (basado en el CTCAE 5.0) que resolvieron los médicos radiooncólogos de la Unidad de Especialidades de Oncología SESEQ Querétaro, para registrar las toxicidades agudas que más observaron en este grupo de pacientes. Tabla 3 y tabla 4.

**Tabla 4.** Distribución de la población de pacientes por médico y por técnica de tratamiento:

Medico Radiooncólogo	Técnica de tratamiento Número de pacientes total por medico (% de la población)	3CDRT Número de pacientes (% de la población)	IMRT Número de pacientes (% de la población)	VMAT Número de pacientes (% de la población)
1	33 (23.9)	3 (2.1)	7 (5.07)	23 (16.6)
2	28 ( 20.2)	3 (2.1)	0 (0)	25 (18.1)
3	32 (23.1)	22 ( 15.9)	0 (0)	10 (7.2)
4	24 (17.3)	4 (2.8)	5 (3.6)	15 (10.8)
5	15 (10.8)	0 ( 0 )	10 (7.2)	5 (3.6)
6	6 (4.34)	1 (0.72)	2 (1.44)	3 (2.1)
<b>Total</b>	<b>138 (100)</b>	<b>33 (23.9)</b>	<b>24 (17.3)</b>	<b>81 (58.6)</b>

Imagen J. Flujograma



#### VI.5.5 Definición del plan de procesamiento y presentación de la información

Diseño estadístico:

Con el fin de determinar si hubo interacción entre el efecto de la técnica de radioterapia empleada y la sintomatología se llevó a cabo una prueba de independencia de Chi-cuadrada, lo que define el tipo de comparación de tratamientos.

Se generaron las variables de frecuencia de toxicidad ponderada como el producto de cada grado por su frecuencia, para la comparación del grado de toxicidad entre técnicas.

La comparación se llevó a cabo a través de análisis de varianza para los dos tiempos de seguimiento de los pacientes (cita intermedia y cita final).

#### VI.5.6 Consideraciones éticas

En el presente estudio se considera la declaración de Helsinki y las recomendaciones para la investigación Biomédica en seres humanos, la cual se adaptó a la 18ª Asamblea Médica Mundial en Tokio 1975.

Con el presente estudio, conforme con la norma oficial de investigación se sujeta a su reglamentación ética para este estudio, se requiere del consentimiento informado para la recolección de datos, así como del interrogatorio directo al paciente, garantizándose la confiabilidad de los resultados sin verse afectada la información recolectada, así como utilización de los mismos para el cumplimiento de los objetivos propuestos en el estudio.

Durante el desarrollo de este trabajo de investigación se tomarán en cuenta los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos, de la Declaración del Helsinki de la asociación médica mundial 59ª Asamblea General De

Seúl Corea, octubre 2008. En la cual se establece que, en la investigación médica en seres humanos, el bienestar de la persona que participa debe tener primacía sobre todos los demás intereses. Teniendo como propósito principal conocer más a fondo las enfermedades y mejorar las intervenciones tanto preventivas como terapéuticas.

## VII. RESULTADOS

**Tabla 5.** Frecuencia ponderada por el grado de toxicidad, cita intermedia

Síntoma	3dConf	IMRT	VMAT
1 Nausea	5	2	2
2 Vomito	1	1	1
3 Dolor	3	2	2
4 Diarrea	8	4	2
5 Proctitis	9	5	3
6 Hemorroides	2	1	0
7 Hemorragia rectal	1	1	0
8 Dolor rectal	9	4	3
9 Mucositis rectal	8	4	3
10 Obstrucción rectal	1	0	0
11 Hematuria	1	0	0
12 Incontinencia urinaria	2	0	0
13 Dolor tracto urinario	5	1	1
14 Radioepitelitis	6	2	1

**Tabla 6.** Frecuencia ponderada por el grado de toxicidad, cita final

Síntoma	3dConf	IMRT	VMAT
1 Nausea	8	3	2
2 Vomito	3	1	1
3 Dolor	6	5	5
4 Diarrea	12	7	5
5 Proctitis	13	9	6
6 Hemorroides	6	3	0
7 Hemorragia rectal	5	2	0
8 Dolor rectal	14	6	6
9 Mucositis rectal	13	7	6
10 Obstruccion rectal	2	0	0
11 Hematuria	3	1	0
12 Incontinencia urinaria	5	2	1
13 Dolor tracto urinario	6	2	2
14 Radioepitelitis	9	4	3

En la prueba de ji-cuadrada se probó la no interacción entre tipo de técnica y sintomatología ( $p=0.99$ ), tanto para la consulta intermedia como para la consulta final. Por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza para probar la hipótesis de diferencias entre grados de toxicidad por frecuencias ponderadas (Tabla 5) sin necesidad de considerar una interacción entre técnica y tipo de sintomatología.

La comparación de promedios de frecuencias ponderadas arrojó los siguientes resultados. Se observó, para la cita intermedia, un mayor promedio de toxicidad para la técnica de 3dConformal (4.35), mientras que para IMRT fue menor (1.93), con el menor valor para VMAT (1.285). Mientras tanto para cita final el promedio para 3dConformal resultó en 7.5, para IMRT fue de 3.714 y un promedio de 2.642 para VMAT.

**Tabla 7.** Promedios y desviación estándar de frecuencias ponderadas de toxicidad por equipo.

Equipo	Promedio Cita Intermedia	Desviación estándar	Promedio Cita Final	Desviación estándar
3dConf	4.35	3.1706	7.5	4.07
IMRT	1.93	1.68	3.714	2.70
VMAT	1.285	1.204	2.642	2.467

Aunque no es objetivo de este estudio se observó un aparente incremento de toxicidad entre la cita intermedia y la cita final.

De acuerdo con el análisis de varianza las diferencias entre promedios resultaron altamente significativas ( $p < 0.01$ ) tanto para Cita Intermedia (Tabla 8) como para Cita Final (Tabla 9).

**Tabla 8.** Análisis de Varianza para Cita Intermedia.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F
Filas	150.476	13	11.575	8.240
Columnas	73.476	2	36.738	26.153
Error	36.524	26	1.405	
Total	260.476	41		

**Tabla 9.** Análisis de Varianza para Cita Final.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F
Filas	347.905	13	26.762	16.699
Columnas	182.333	2	91.166	56.888
Error	41.667	26	1.602	
Total	571.905	41		

## VIII. DISCUSION

La Radioepitelitis se presentó con frecuencia y toxicidad baja en la cita intermedia para las tres técnicas, pero en la cita final se observa un aumento de frecuencia y toxicidad alta en la técnica 3d conformal. Y es Droge et al, que al evaluar las técnicas de VMAT vs 3d conformal también observaron que la toxicidad aguda fue de 6% vs 22% con ( $p=0.0039$ ) con disminución de radioepitelitis con técnica vmat ( $p=0.019$ )<sup>(25)</sup>.

La hematuria no se presentó en los pacientes tratados con técnica VMAT e IMRT, en la cita final con técnica 3d se reportaron casos de poca frecuencia y bajo grado de toxicidad. En el grupo de Regnier encontraron que la dosis de restricción a vejiga (dosis que llega al 20% del volumen de vejiga, como referencia dosimétrica) fue menor en los planes realizados con técnica VMAT vs técnica 3d conformal, lo que clínicamente se traduce en menor toxicidad aguda (hematuria) a este nivel<sup>(26)</sup>.

La incontinencia urinaria y dolor en tracto urinario tuvo un aumento en la cita final de frecuencia pero con toxicidad baja con la técnica 3d conformal vs con las técnicas VMAT e IMRT donde su frecuencia y frecuencia fueron bajas. El grupo de Stuyck et al., demostraron que el tratamiento con técnica VMAT causo menor aumento en la frecuencia urinaria ( $p= 0.001$ ) comparado con técnica 3d conformal donde fue mayor, así como de reportar menor toxicidad aguda en general <sup>(27)</sup>; por otro lado Dapper et al, mencionan que la técnica IMRT se relacionó con una mejor dosis a vejiga urinaria y se traduce en mejores resultado clínicos.<sup>(28)</sup>

La presencia de hemorragia rectal y hemorroides tuvieron una frecuencia y toxicidad baja en la cita final con la técnica 3d conformal en comparación con las técnicas IMRT y VMAT donde se mantuvo con frecuencia muy poco frecuente y toxicidad baja o nula. En un estudio Samuelian et al., mencionan que la técnica de IMRT mostro una menor toxicidad aguda intestinal; con 62% de los pacientes que recibieron tratamiento con 3d conformal quienes presentaron toxicidad gastrointestinal grado 2, en comparación con el 32% de aquellos pacientes que recibieron tratamiento con técnica IMRT con ( $p=0.006$ ), lo que se adjudica a una menor sintomatología de tracto gastrointestinal bajo <sup>(29)</sup>.

En este estudio observamos que aumento la frecuencia de nausea y vomito en la cita final con técnica 3d con grado de toxicidad bajo, en comparación con las técnicas 3d IMRT y VMAT donde la frecuencia fue más baja. En dolor permaneció bajo en frecuencia y toxicidad para las tres técnicas durante todo el tratamiento. Zimmermann et al., encontraron que los pacientes tratados bajo los criterios de CAO/ARO/AIO 12 TRIAL y recibieron 50.4 Gy en 28 sesiones concomitante con quimioterapia con fluorouracilo y oxaliplatino, la náusea grado 1 fue de 32% comparada con los pacientes tratados con técnica 3d conformal en donde fue mayor <sup>(30)</sup>

La diarrea y proctitis presentaron aumento de frecuencia y toxicidad altas en la cita final con la técnica 3d conformal, sin embargo con las técnicas IMRT y VMAT aumento la frecuencia pero con toxicidad baja. En el grupo de Samuelian et al. los pacientes que recibieron tratamiento (quimiorradioterapia dosis de 50.4 Gy concomitante con 5 fluorouracilo 250 mg/m<sup>2</sup> 5 días a la semana o capecitabine 875 mg/m<sup>2</sup> dos veces al día) empleando la técnica de IMRT presentaron menor toxicidad aguda intestinal, 62% de los pacientes que recibieron tratamiento con 3d conformal presentaron toxicidad gastrointestinal grado 2 vs el 32% de los pacientes que recibieron tratamiento con técnica IMRT ( $p=0.006$ ), en los pacientes tratados con 3d conformal la diarrea grado 2 y la enteritis se reportaron en un 48% y 30% respectivamente, en comparación con el 23% ( $p=0.029$ ) y con el 10% ( $p=0.015$ ) de los pacientes que fueron tratados con IMRT <sup>(29)</sup>

Por otro lado Chan Woo Wee et al, que revisaron 6 estudios en el que se incluyeron 859 pacientes, el 98.7% fueron tratados con quimiorradioterapia neoadyuvante, y de aquellos tratados con técnica IMRT se presentó una reducción en la toxicidad gastrointestinal grado 2, diarrea y proctitis con un ORs de 0.38, 0.32 y 0.60 respectivamente todos con un  $p < 0.05$  en comparación con la técnica 3d conformal; así como también la técnica IMRT redujo la toxicidad proctitis > grado 3 comparado con 3d conformal con OR de 0.24 y  $p < 0.03$  <sup>(31)</sup>.

La mucositis y dolor rectal tuvieron aumento de frecuencia y toxicidad alta en la cita final, en comparación con las técnicas IMRT y VMAT donde se mantuvieron con toxicidad baja. La obstrucción rectal prácticamente no se presentó con ninguna de las tres técnicas, Sauter et al. Mencionan que aplicar la quimiorradioterapia neoadyuvante con técnica IMRT permite enfocar (o conformar) mejor la dosis de radiación en la zona del tumor, teniendo un beneficio de este plan de tratamiento en el aspecto clínico del paciente. <sup>(32)</sup>

## IX. CONCLUSIONES

-Como se puede observar el grado de toxicidad ponderado por su frecuencia fue mayor en la cita final en comparación con la cita intermedia y se mantuvo el orden entre técnica de tratamiento.

-La toxicidad aguda más frecuente fueron diarrea, proctitis, dolor rectal y mucositis rectal con las tres técnicas de tratamiento empleadas.

-Los grados de toxicidad aguda que se presentaron por técnica de tratamiento empleada fueron grados 2 y 3 para técnica 3d, grados 1 y 2 para técnica IMRT y grados 0 y 1 para técnica VMAT.

-La técnica 3d Conformal resultó con mayor grado de toxicidad que IMRT y ésta con mayor grado de toxicidad en comparación con VMAT.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

(1) Cárdenas Sánchez J., Erazo Valle-Solís A. A., Arce Salinas, C., Bargalló Rocha, J. E., Bautista Piña V. Cervantes Sánchez M. G., Flores Balcázar C. H., Lara Tamburrino M. C., Lluch Hernández A., Maffuz Aziz A., Pérez Sánchez V. M., Poitevín Chacón A., Salas González E., Soto Pérez de Celis, E., Torrecillas Torres, I., Valero Castillo, V., Villaseñor Navarro, Y. Consenso de mama, 10ª revisión, Colima 2023

(2) R. L.Siegel, K. D.Miller, N.S.Wagle, A.Jemal. Estadísticas de cáncer 2023. Vigilancia y Ciencia de la Equidad en Salud, Sociedad Americana del Cáncer, Atlanta, Georgia, EE. Octubre 2022

(3) Estadísticas a propósito del día mundial contra el cáncer (4 de febrero). Datos nacionales. Comunicado de prensa núm. 77/23; 2 de febrero de 2023 pp 1.

(4) Ferlay J, Ervik M, Lam F, Colombet M, Mery L, Piñeros M, et al. Global Cancer Observatory: Cancer Today. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2020 (<https://gco.iarc.fr/today>, consultado en febrero de 2021).

(5) De Martel C, Georges D, Bray F, Ferlay J, Clifford GM. Global burden of cancer attributable to infections in 2018: a worldwide incidence analysis. Lancet Glob Health. 2020; 8 (2): e180-e190.

(6) Assessing national capacity for the prevention and control of noncommunicable diseases: report of the 2019 global survey. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2020.

(7) Halperin E., Wazer D., Perez C., Brady L. Perez and Brady's. Principles and practice of radiation oncology. Seventh edition. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2018, page 73-78.

(8) Anders Jonsson B., Henri Becquerel's discovery of radioactivity – 125 years later. Medical Radiation Physics, Lund University, Lund, Sweden. Department of Medical Radiation Physics, Clinical Sciences, Lund University, SE-221 85

(9) Furdui C. Ionizing Radiation: Mechanisms and Therapeutics, Forum editorial, Volume 21, Number 2, 2014

(10) Cusumano D., Teodolia S., Greco F., Fidanzio A., Boldrin L., Massacesi M., Cellini F., Valentin V., Azario L., De Spirito M., Experimental evaluation of the impact of low tesla transverse magnetic field on dose distribution in presence of tissue interfaces. Roma, Italy. Original paper.

(11) Beyzadeoglu M; Ozyigit G; Ebruli C; Basic Radiation Oncology Second Edition. Turkish Edition published by University of Health Sciences Turkey, Gülhane Basimevi, 2018. Page 102-108

(12) Saw C. B., Sicong Li S. Basic Therapeutic Medical Physics. Hematol Oncol Clin N Am 33 (2019) 915–928

(13) Luo N., Wang Z., Ouyang B., Xiao Z., Huang J., Huang J., Liu L., Deng Y., Yatsen S., Define dose field to assess the modulation complexity of intensity-modulated radiation therapy. Original paper. ScienceDirect Physica Medica journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ejmp](http://www.elsevier.com/locate/ejmp)

(14) Y Pérez Haas, R Ludwig, R Dal Bello, S Tanadini-Lang and J Unkelbach. Adaptive fractionation at the MR-linac. Department of Radiation Oncology, University Hospital of Zurich, Zurich, Switzerland. Physics in Medicine & Biology. Phys. Med. Biol. 68 (2023)

(15) Fontenot J. D., Rouge B. Contents lists available at Quality assurance-based optimization (QAO): Towards improving patient-specific quality assurance in volumetric modulated arc therapy plans using machine learning Phillip. ScienceDirect Physica Medica journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ejmp](http://www.elsevier.com/locate/ejmp)

(16) Biston M. C., Costea M., Anne-Agathe Serre G., Voet P., Larson R., Gregoire V., Berard L. Contents lists available at Evaluation of fully automated a priori MCO treatment planning in VMAT for head-and-neck cancer. ScienceDirect Physic Medica journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ejmp](http://www.elsevier.com/locate/ejmp)

(17) Leste J., Medjahed I., Chauvin M., Younes T., Vieilleveigne L., Ferrand R., Franceries X., Bardies M., Simon L. A study of the interplay effect in radiation therapy using a Monte-Carlo model. ScienceDirect Physica Medica journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ejmp](http://www.elsevier.com/locate/ejmp)

(18) Mayles Formerly W. P. M; Formerly N., Rosenwald J. C. Handbook of radiotherapy physics theory and practice. Second edition volume 1. 2022 by Taylor & Francis Group, LLC CRC. 242-245

(19) Pacelli R., Caroprese M., Palma G., Oliviero C., Clementec S., Cella L., Consona M. Technological evolution of radiation treatment: Implications for clinical applications. ScienceDirect Physica Medica journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ejmp](http://www.elsevier.com/locate/ejmp)

(20) Rolf Sauer, M. D. , Heinz Becker, M. D. , Werner Hohenberger, M. D. , Claus Rödel, M. D. , Christian Wittekind, M. D. , Rainer Fietkau, M. D. , Peter Martus, Ph. D. , Jörg Tschmelitsch, M. D. , Eva Hager, M. D. , Clemens F. Hess, M. D. , Johann-H. Karstens, M. D. , Torsten Liersch, M. D. , Heinz Schmidberger, M. D. , and Rudolf Raab, M. D. , for the German Rectal Cancer Study Group\*. (2004). Preoperative versus Postoperative Chemoradiotherapy for Rectal Cancer. The New England Journal of Medicine, 351, 1731–1740.

(20 ) Simson D., Mitra S., Ahlawat P., Saxena U., Kumar Sharma M., Rawat S., Singh H., Bansal B., Kameshwari Sripathi K., Tanwar A. Prospective study of neoadjuvant chemoradiotherapy using intensity-modulated radiotherapy and 5 fluorouracil for locally advanced rectal cancer – toxicities and response assessment. Cancer Management and Research 2018:10 519–526

(21) Y S., Ng., Colborn K. L., Cambridge L., Hajj C., Yang T. J., Wu A., J., Goodman K., A. Acute toxicity with intensity modulated radiotherapy versus 3-dimensional conformal radiotherapy during preoperative chemoradiation for locally advanced rectal cáncer. Radiother Oncol (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.radonc.2016.09.010>

(22) Reis T., Khazzaka E., Welzel G., Wenz F., Hofheinz R. D., Mai S. Acute small-bowel toxicity during neoadjuvant combined radiochemotherapy in locally advanced rectal cancer: determination of optimal dose-volume cut-off value predicting grade 2–3 diarrhoea. Radiation Oncology (2015) 10:30

(23)Referencia: CTCAE v5.0 incorporates certain elements of the MedDRA terminology. For further details on MedDRA refer to the MedDRA MSSO Web site (<https://www.meddra.org/>).

[https://ctep.cancer.gov/protocoldevelopment/electronic\\_applications/ctc.htm#ctc\\_5](https://ctep.cancer.gov/protocoldevelopment/electronic_applications/ctc.htm#ctc_5)

0

(24) Diefenhardt M., Martin D., Ludmir E. B., Fleischmann M., Hofheinz R. D., Ghadimi M., Kosmala R., Bülent Polat B., Tim Friede T., Minsky B. D., Rödel C., Fokas E. Development and Validation of a Predictive Model for Toxicity of Neoadjuvant Chemoradiotherapy in Rectal Cancer in the CAO/ARO/AIO-04 Phase III Trial. *Cancers* 2022, 14, 4425. <https://doi.org/10.3390/cancers14184425>

(25) Jason M. Samuelian, D.O.,\* Matthew D. Callister, M.D.,\* Jonathan B. Ashman, M.D., Ph.D.,\* tonia M. Young-Fadok, M.D.,y Mitesh J. Borad, M.D.,Z and Leonard L. Gunderson, M.D.\*. (2011). Reduced acute bowel toxicity in patients treated with intensity modulated radiotherapy for rectal cancer. *int. j. Radiation Oncology biol. phys* Elsevier inc. , 82, 1981–1987.

(26) Chan Woo Wee<sup>1,†</sup> , Hyun-Cheol Kang<sup>1,†</sup> , Hong-Gyun Wu<sup>1,2,3,\*</sup> , Eui Kyu Chie<sup>1,2,3</sup> , Noorie Choi<sup>1</sup> , Jong Min Park<sup>1,3</sup> , Jung-in Kim<sup>1,3</sup> , Chun-Ming Huang<sup>4</sup> , Jaw-Yuan Wang<sup>5</sup> , Shu Y. Ng<sup>6</sup> y Karyn A. Goodman. (2018). Radioterapia de intensidad modulada versus radioterapia conformada tridimensional en el cáncer de recto tratado con quimiorradioterapia neoadyuvante concurrente: un metanálisis y un análisis combinado de toxicidad aguda. *Revista japonesa de oncología clínica*, 1–9.

(27) Matthias Sauter<sup>1,2,3</sup> · Norbert Lombriser<sup>4</sup> · Simon Bütikofer<sup>1</sup> · Georg Keilholz<sup>4</sup> · Helmut Kranzbühler<sup>4</sup> · Henriette Heinrich<sup>1,3</sup> · Gerhard Rogler<sup>1</sup> · Stephan R. Vavricka<sup>1,2</sup> · Benjamin Misselwitz. (2020). Mejores resultados del tratamiento y menor toxicidad cutánea con radioterapia de intensidad modulada frente a radioterapia convencional 3D en el cáncer de ano. *Strahlenther Onkol.* <https://doi.org/10.1007/s00066-019-01534-6>

(28) Hendrik Dapper<sup>1\*</sup> , Iván Rodríguez<sup>1</sup> , Stefan Münch<sup>1,3</sup> , Jan C. Peeken<sup>1</sup> , Kai Borm<sup>1</sup> , Stephanie E. Combs<sup>1,2,3</sup> y Daniel Habermehl. (2018). Impacto de VMAT-IMRT en comparación con la radioterapia conformada 3D en la distribución de dosis

del esfínter anal en la quimiorradiación neoadyuvante del cáncer de recto. BMC RADIACIÓN ONCOLOGÍA, 13 . <https://doi.org/10.1186/s13014-018-1187-7>

(29) Hideomi Yamashita<sup>1\*</sup>, Soichiro Ishihara<sup>2</sup>, Hiroaki Nozawa<sup>2</sup>, Kazushige Kawai<sup>2</sup>, Tomomichi Kiyomatsu<sup>2</sup>, Kae Okuma<sup>1</sup>, Osamu Abe<sup>1</sup>, Toshiaki Watanabe<sup>2</sup> and Keiichi Nakagawa. (2017). Comparison of volumetric-modulated arc therapy using simultaneous integrated boosts (SIB-VMAT) of 45 Gy/55 Gy in 25 fractions with conventional radiotherapy in preoperative chemoradiation for rectal cancers: a propensity score case-matched analysis. *Radiation Oncology*, 12, 156.

( 30 ) Antonia Regnier<sup>1</sup>, Jana Ulbrich<sup>1</sup>, Stefan Münch<sup>1</sup>, Markus Oechsner<sup>1</sup>, Dirk Wilhelm<sup>2</sup>, Stephanie E. Combs<sup>1,3</sup> y Daniel Habermehl<sup>1,3\*</sup>. (2017). Análisis comparativo de la eficacia, la toxicidad y los resultados informados por los pacientes en pacientes con cáncer de recto sometidos a radioterapia conformada 3D preoperatoria o VMAT. *Fronteras en Oncología*, 7 , 225.

(31) Cedric Stuyck, Marilyn Wegge, Philippe Bulens, Ines Joye y Karin Haustermans. (2017). El aumento moderado de la dosis con terapia de arco volumétrico modulado mejora el resultado en el cáncer de recto. *Acta Oncológica*, 5 (12). <https://doi.org/10.1080/0284186X.2017.1350286>

(32) Marcus Zimmermann<sup>1\*</sup>, Anne Richter<sup>1</sup>, Stefan Weick<sup>1</sup>, Florian Exner<sup>1</sup>, Frederick Mantel<sup>1</sup>, Markus Diefenhardt<sup>2</sup>, Emmanouil Fokas<sup>2</sup>, Rebekka Kosmala<sup>1</sup>, Michael Flentje<sup>1</sup> y Bülent Polat. (2022). Toxicidad aguda de pacientes con cáncer de recto localmente avanzado tratados con quimiorradioterapia intensificada dentro del ensayo CAO/ARO/AIO-12: comparación de la planificación convencional versus VMAT en un solo centro. *Informes científicos*, 12 . <https://doi.org/10.1038/s41598-022-25647-8>

## XI. ANEXOS

### XI.1 Organización de la investigación. Cronograma

ACTIVIDAD	Julio- Septiembre 2023	Octubre- Diciembre 2023	Enero- Marzo 2024	Abril- Junio 2024	Julio- Septiembre 2024
Elaboración, presentación y Aprobación de Protocolo					
Recolección de la Información					
Organización de la información					
Procesamiento y análisis de datos					
Informe Técnico Final					
Tesis					

## XI.2 Recursos Humanos

**Director de Tesis:** Dr. Carlos Francisco Sosa Ferreyra  
Profesor de Posgrado. Universidad Autónoma de Querétaro.  
Mail: carlosfranciscososa@gmail.com  
Teléfono:

**Codirector de Tesis:** Med. Esp. Christian Omar Jiménez Ríos  
Cirujano Oncólogo Hospital General de Querétaro SESEQ  
Mail: dr.chjimerios.onco@gmail.com  
Teléfono: 466 103 5715

**Colaborador:** Dr. Juan José Guillermo Uribe Ordoñez.  
Director general Unidad de Especialidades de Oncología. SESEQ  
Mail: jjosegu@seseqro.gob.mx  
Teléfono: 442 226 1896

**Tesista:** Médico Especialista Marina Adriana Velázquez Hernández  
Adscrita Unidad de Especialidades de Oncología. SESEQ  
Mail: dramarinavelazquez@hotmail.com  
Teléfono: 442 492 42 93

**Asesor Metodológico: M. en C. Dra. Ma. Teresita Ortiz Ortiz**  
Coordinación de Investigación Hospital General de Querétaro. SESEQ  
Profesor de Universidad Autónoma de Querétaro.  
Mail: [teresahgq@hotmail.com](mailto:teresahgq@hotmail.com)  
Teléfono: 442 226 10 44

### XI.3 Recursos materiales y presupuesto.

Material	Cantidad	Costo
Equipo de computo	1	\$10,000
Papelería	Paquete de hojas	\$300
Fotocopias		
Memoria USB	1	\$600
Internet	1	\$500
Publicación (impreso de tesis)		\$15,000
<b>Total</b>		<b>26,400</b>

#### **XI.4 Difusión**

La siguiente investigación se dará a conocer en los congresos de la sociedad Mexicana de Radioterapia, Asociación Mexicana de Medicina General y se publicara en revistas de investigación.

## **XI.5 Datos de Identificación**

### **Universidad Autónoma de Querétaro.**

Facultad de Medicina

Dirección: Clavel # 200, Col., Prados de la Capilla, CP 76170, Santiago de Querétaro. Qro.

Teléfono: 442 192 12 00

### **Hospital General de Querétaro:**

Dirección Av., José Antonio García Jimeno, # 1000, Col ex Hacienda la Capilla. CP 76180,

Santiago de Querétaro, Qro.

Teléfono: 442 101 29 00

Médico Especialista: Marina Adriana Velázquez Hernández

Adscrita Unidad de Especialidades de Oncología. SESEQ

Mail: dramarinavelazquez@hotmail.com

Teléfono: 442 492 42 93

## XI.6 Firmas del investigador principal e investigadores asociados

---

**Alumna:** Médico Especialista Marina Adriana Velázquez Hernández

---

**Director de Tesis:** Dr. Carlos Francisco Sosa Ferreyra  
Profesor de Posgrado. Universidad Autónoma de Querétaro.

---

**Codirector:** Med. Esp. Christian Omar Jiménez Ríos  
Cirujano Oncólogo Hospital General de Querétaro SESEQ

---

**Asesor Metodológico: M. en C.** Dra. Ma. Teresita Ortiz Ortiz  
Coordinación de Investigación Hospital General de Querétaro. SESEQ  
Profesor de Universidad Autónoma de Querétaro.

---

**Colaborador:** Dr. Juan José Guillermo Uribe Ordoñez.  
Director general Unidad de Especialidades de Oncología. SESEQ

## XI.7 Herramienta de recolección de datos.

Esta herramienta fue creada basándose en el CTCAE 5.0 “Common Terminology Criteria for Adverse Events”, criterios comunes para la evaluación de las reacciones adversas en la terapia del cáncer. Se trata de un sistema de evaluación de la gravedad de los síntomas o efectos secundarios que tienen durante el tratamiento del cáncer ya sea durante o después de cirugía, radioterapia o quimioterapia. La gravedad de las reacciones adversas se gradúa desde 1 (asintomática o leve) hasta el 5 (muerte).

Este cuestionario será aplicado a los médicos radiooncólogos de la Unidad de Especialidades de Oncología SESEQ, Querétaro, basado en escala ctcae 5.0. Tiene por objetivo recabar la información sobre la toxicidad aguda en esta población de **pacientes con cáncer de recto localmente avanzado tratados con radioterapia concomitante con quimioterapia neoadyuvante, aplicando técnica de intensidad modulada (IMRT) ó de arcos volumétricos (VMAT) ó técnica 3D conformal en la unidad de especialidades de oncología SESEQ (junio 2019 - junio 2023)**

### Estructura del cuestionario:

a. Este cuestionario incluye 14 ítems :

Efectos adversos gastrointestinales: 10

Efectos adversos genitourinarios: 3

Efectos adversos en piel: 1

b. Se aplicaran en 3 secciones (aplicados para cada una de las técnicas de radioterapia):

Sección 1: : Evaluación de la toxicidad aguda en pacientes tratados con técnica 3d conformal. 14 ítems

Sección 2: : Evaluación de la toxicidad aguda en pacientes tratados con técnica IMRT. 14 ítems

Sección 3: : Evaluación de la toxicidad aguda en pacientes tratados con técnica VMAT. 14 ítems

c. Instrucciones de llenado:

Marque con una “X” un solo inciso la respuesta de cada una de las preguntas (para la cita intermedia y en la cita final), que mejor represente la toxicidad aguda que presentaron sus pacientes en cada una de estas consultas.

- d. **Estratificación de resultados (esta parte no se dará a conocer a los médicos radiooncólogos para evitar sesgo)**  
**Se utilizara una escala tipo Likert:**

Likert	Respuesta cuestionario	CTCAE 5.0	Puntaje para suma ponderada
Toxicidad nula	Inciso a	Grado 0	0
Toxicidad baja	Inciso b	Grado 1	1
	Inciso c	Grado 2	2
Toxicidad alta	Inciso d	Grado 3	3
	Inciso e	Grado 4	4

Fecha de realización del cuestionario: \_\_\_\_\_

Sección 1.

**Cuestionario: Evaluación de la toxicidad aguda en pacientes tratados con técnica 3d conformal**

1.- ¿Sus pacientes tratados con técnica 3D CONFORMAL presentaron NAUSEA en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

2.- ¿Sus pacientes tratados con técnica 3D CONFORMAL presentaron VOMITO en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

3.- ¿Sus pacientes tratados con técnica 3D CONFORMAL presentaron DOLOR ABDOMINAL en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

4.- ¿Sus pacientes tratados con técnica 3D CONFORMAL presentaron DIARREA en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

5.- ¿Sus pacientes tratados con técnica 3D CONFORMAL presentaron PROCTITIS en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

6.- ¿Sus pacientes tratados con técnica 3D CONFORMAL presentaron HEMORROIDES en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

7.- ¿Sus pacientes tratados con técnica 3D CONFORMAL presentaron HEMORRAGIA RECTAL en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

8.- ¿Sus pacientes tratados con técnica 3D CONFORMAL presentaron DOLOR RECTAL en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

9.- ¿Sus pacientes tratados con técnica 3D CONFORMAL presentaron MUCOSITIS RECTAL en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

10.- ¿Sus pacientes tratados con técnica 3D CONFORMAL presentaron OBSTRUCCION RECTAL en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

11.- ¿Sus pacientes tratados con técnica 3D CONFORMAL presentaron HEMATURIA en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

12.- ¿Sus pacientes tratados con técnica 3D CONFORMAL presentaron INCONTINENCIA URINARIA en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

13.- ¿Sus pacientes tratados con técnica 3D CONFORMAL presentaron DOLOR EN EL TRACTO URINARIO en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_\_

14- ¿Sus pacientes tratados con técnica 3D CONFORMAL presentaron DERMATITIS POR RADIACION (RADIOEPITELITIS) en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_\_

Sección 2.

**Cuestionario: Evaluación de la toxicidad aguda en pacientes tratados con técnica IMRT**

1.- ¿Sus pacientes tratados con técnica IMRT presentaron NAUSEA en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

2.- ¿Sus pacientes tratados con técnica IMRT presentaron VOMITO en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

3.- ¿Sus pacientes tratados con técnica IMRT presentaron DOLOR ABDOMINAL en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

4.- ¿Sus pacientes tratados con técnica IMRT presentaron DIARREA en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

5.- ¿Sus pacientes tratados con técnica IMRT presentaron PROCTITIS en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

6.- ¿Sus pacientes tratados con técnica IMRT presentaron HEMORROIDES en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

7.- ¿Sus pacientes tratados con técnica IMRT presentaron HEMORRAGIA RECTAL en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

8.- ¿Sus pacientes tratados con técnica IMRT presentaron DOLOR RECTAL en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

9.- ¿Sus pacientes tratados con técnica IMRT presentaron MUCOSITIS RECTAL en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d) Grado 3\_\_\_\_ e) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

10.- ¿Sus pacientes tratados con técnica IMRT presentaron OBSTRUCCION RECTAL en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

11.- ¿Sus pacientes tratados con técnica IMRT presentaron HEMATURIA en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

12.- ¿Sus pacientes tratados con técnica IMRT presentaron INCONTINENCIA URINARIA en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

13.- ¿Sus pacientes tratados con técnica IMRT presentaron DOLOR EN EL TRACTO URINARIO en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

14- ¿Sus pacientes tratados con técnica IMRT presentaron DERMATITIS POR RADIACION (RADIOEPITELITIS) en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_\_

Sección 3.

**Cuestionario: Evaluación de la toxicidad aguda en pacientes tratados con técnica VMAT**

1.- ¿Sus pacientes tratados con técnica VMAT presentaron NAUSEA en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

2.- ¿Sus pacientes tratados con técnica VMAT presentaron VOMITO en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

3.- ¿Sus pacientes tratados con técnica VMAT presentaron DOLOR ABDOMINAL en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

4.- ¿Sus pacientes tratados con técnica VMAT presentaron DIARREA en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

5.- ¿Sus pacientes tratados con técnica VMAT presentaron PROCTITIS en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

6.- ¿Sus pacientes tratados con técnica VMAT presentaron HEMORROIDES en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

7.- ¿Sus pacientes tratados con técnica VMAT presentaron HEMORRAGIA RECTAL en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

8.- ¿Sus pacientes tratados con técnica VMAT presentaron DOLOR RECTAL en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

9.- ¿Sus pacientes tratados con técnica VMAT presentaron MUCOSITIS RECTAL en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

10.- ¿Sus pacientes tratados con técnica VMAT presentaron OBSTRUCCION RECTAL en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

11.- ¿Sus pacientes tratados con técnica VMAT presentaron HEMATURIA en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

12.- ¿Sus pacientes tratados con técnica VMAT presentaron INCONTINENCIA URINARIA en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

13.- ¿Sus pacientes tratados con técnica VMAT presentaron DOLOR EN EL TRACTO URINARIO en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_\_

14- ¿Sus pacientes tratados con técnica VMAT presentaron DERMATITIS POR RADIACION (RADIOEPITELITIS) en la cita intermedia?:

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_\_

¿Y en la cita final?

a) No presento\_\_\_ b) Grado 1\_\_\_c) Grado 2\_\_d ) Grado 3\_\_\_\_\_ e ) Grado 4 \_\_\_\_

**XI.8 Tabla CTCAE 5.0**

<b>Efecto adversos</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Grado 1</b>	<b>Grado 2</b>	<b>Grado 3</b>	<b>Grado 4</b>	<b>Grado 5</b>
Dolor abdominal	Un trastorno caracterizado por sangrado de la región anal.	Dolor leve	Dolor moderado; limitar las AVD instrumentales	Dolor severo; limitar el autocuidado AVD	-	-
Diarrea	Un trastorno caracterizado por deposiciones frecuentes y acuosas.	Aumento de <4 deposiciones por día con respecto al valor inicial; aumento leve en el gasto de la ostomía en comparación con el valor inicial	Aumento de 4 a 6 deposiciones por día con respecto al valor inicial; aumento moderado en el rendimiento de la ostomía en comparación con el valor inicial	Aumento de >=7 deposiciones por día con respecto al valor inicial; incontinencia; hospitalización indicada; aumento severo en el gasto de ostomía en comparación con el valor inicial; limitar el autocuidado AVD	Consecuencias potencialmente mortales; intervención urgente indicada	Muerte
Hemorroides	Trastorno caracterizado por la presencia de venas dilatadas en el recto y sus alrededores.	Asintomático; observaciones clínicas o de diagnóstico únicamente; intervención no indicada	Sintomático; bandas o intervención médica indicada	Síntomas graves; Se indica intervención quirúrgica, radiológica, endoscópica o electiva.	-	-
Náuseas	Un trastorno caracterizado por una sensación de náuseas y/o ganas de vomitar.	Pérdida de apetito sin alteración de los hábitos alimentarios.	La ingesta oral disminuyó sin pérdida significativa de peso, deshidratación o desnutrición.	Ingesta oral inadecuada de calorías o líquidos; está indicada alimentación por sonda, NPT u hospitalización.	-	-
Proctitis	Un trastorno caracterizado por la inflamación del recto.	Malestar rectal, intervención no indicada	Síntomas (p. ej., malestar rectal, expulsión de sangre o mucosidad); intervención médica indicada; limitar las AVD instrumentales	Síntomas graves; urgencia fecal o incontinencia fecal; limitar el autocuidado AVD	Consecuencias potencialmente mortales; intervención urgente indicada	

Hemorragia rectal	Trastorno caracterizado por sangrado de la pared rectal y secreción por el ano.	Leve; intervención no indicada	Síntomas moderados; Se indica intervención médica o cauterización menor.	Está indicada una transfusión, una intervención radiológica, endoscópica o quirúrgica electiva.	Consecuencias potencialmente mortales; intervención urgente indicada	Muerte
Mucositis rectal	Trastorno caracterizado por la inflamación de la membrana mucosa del recto.	Síntomas asintomáticos o leves; intervención no indicada	Sintomático; intervención médica indicada; limitar las AVD instrumentales	Síntomas graves; limitar el autocuidado AVD	Consecuencias potencialmente mortales; Intervención quirúrgica urgente indicada.	Muerte
Obstrucción rectal	Trastorno caracterizado por el bloqueo del flujo normal del contenido intestinal en el recto.	Asintomático; observaciones clínicas o de diagnóstico únicamente; intervención no indicada	Sintomático; función gastrointestinal alterada; limitar las AVD instrumentales	Hospitalización indicada; intervención quirúrgica electiva indicada; limitar las AVD de autocuidado; deshabilitar	Consecuencias potencialmente mortales; Intervención quirúrgica urgente indicada.	Muerte
Dolor rectal	Trastorno caracterizado por una sensación de marcado malestar en la región rectal.	Dolor leve	Dolor moderado; limitar las AVD instrumentales	Dolor severo; limitar el autocuidado AVD	-	-
Vómitos	Trastorno caracterizado por el acto reflejo de expulsar el contenido del estómago por la boca	1 - 2 episodios (separados por 5 minutos) en 24 horas	3 - 5 episodios (separados por 5 minutos) en 24 horas	>=6 episodios (separados por 5 minutos) en 24 hrs; Se indica alimentación por sonda, NPT u hospitalización.	Consecuencias potencialmente mortales; intervención urgente indicada	Muerte
Dolor del tracto urinario	Trastorno caracterizado por una sensación de marcado malestar en el tracto urinario.	Dolor leve	Dolor moderado; limitar las AVD instrumentales	Dolor severo; limitar el autocuidado AVD	-	-
Hematuria	Un trastorno caracterizado por resultados de pruebas de laboratorio que indican sangre en la orina.	Asintomático; observaciones clínicas o de diagnóstico únicamente; intervención no indicada	Sintomático; está indicado catéter urinario o irrigación de la vejiga; limitar las AVD instrumentales	Hematuria macroscópica; está indicada transfusión, medicamentos intravenosos u hospitalización; está indicada una intervención endoscópica, radiológica u operativa	Consecuencias potencialmente mortales; Está indicada una intervención radiológica u operatoria urgente.	Muerte

				electiva; limitar el autocuidado AVD		
Incontinencia urinaria	Trastorno caracterizado por la incapacidad de controlar el flujo de orina desde la vejiga.	Ocasional (p. ej., al toser, estornudar, etc.), toallas sanitarias no indicadas	Espontáneo; almohadillas indicadas; limitar las AVD instrumentales	Intervención indicada (p. ej., pinza, inyecciones de colágeno); intervención operativa indicada; limitar el autocuidado AVD	-	-
Dermatitis por radiación (radio epitelitis)	Un hallazgo de reacción inflamatoria cutánea que se produce como resultado de la exposición a niveles biológicamente eficaces de radiación ionizante..	Eritema leve o descamación seca.	Eritema de moderado a intenso; descamación húmeda en parches, principalmente confinada a los pliegues y pliegues de la piel; edema moderado	Descamación húmeda en áreas distintas a los pliegues y pliegues de la piel; Sangrado inducido por traumatismo menor o abrasión.	Consecuencias potencialmente mortales; necrosis de la piel o ulceración de la dermis de espesor total; sangrado espontáneo del sitio involucrado; injerto de piel indicado	Muerte

## XI.9 Glosario

**Hipofraccionamiento:** fracción de dosis mayor de 2 Gy.

**Radioterapia conformal (3d):** técnica de radioterapia donde el volumen de la dosis es hecho para ajustarse estrechamente al objetivo a través del uso de datos anatómicos obtenidos con tomografía o resonancia magnética. El objetivo es aplicar la dosis máxima al objetivo sin afectar a los órganos sanos adyacentes tanto como sea posible con la ayuda del software y hardware informáticos avanzados.

**Radioterapia de intensidad modulada (IMRT):** forma altamente desarrollada de radioterapia 3d conformal. La imrt proporciona una distribución de dosis altamente conformada alrededor del objetivo mediante el uso de haz de radiación de intensidades no uniformes. Esto se logra mediante el uso de segmentos estáticos o dinámicos. La distribución de isodosis entonces se puede hacer coincidir de cerca con el objetivo modulado por la intensidad de cada segmento.

**Radioterapia de arcos volumétricos (VMAT):** terapia de arco de intensidad modulada (vmat o arco dinámico) es un tipo de tratamiento de arco de radioterapia controlado por computadora. Las hojas del mlc se mueven bajo control de la computadora con rotación para generar la terapia de arco de intensidad modulada. La tasa de dosis, la velocidad del haz de radiación, son controlados por computadora. La superposición de múltiples arcos da como resultado distribuciones de dosis altamente conformadas. Esta técnica normalmente permite tiempos de tratamiento más cortos con menos unidades monitor. El tiempo de tratamiento puede reducirse a 1 / 3 del tiempo de tratamiento de IMRT.

**Radioterapia externa o teleterapia:** radioterapia aplicada externamente al cuerpo usando un acelerador lineal

**Radioterapia adyuvante:** radioterapia que se otorga después de cada modalidad estándar de tratamiento (cirugía o quimioterapia), por ejemplo: radioterapia postoperatoria.

**Radioterapia neoadyuvante:** radioterapia que se otorga antes de cada modalidad estándar de tratamiento (cirugía o quimioterapia), por ejemplo: radioterapia preoperatoria

**Quimiorradioterapia:** radioterapia que se otorga concomitante (en conjunto o al mismo tiempo) con la quimioterapia.

