# Evaluación dosimétrica de mamografías 2D y tomosíntesis con imágenes sintetizadas en la Fundación CTIC

## Dosimetric evaluation of 2D mammography and tomosynthesis with synthesized images at the Fundación CTIC

Nathaly Barbosa[1]
Aura María Pareja[2]
Karen Villamil[3]

https://doi.org/10.53903/01212095.301

**Palabras clave (DeCS)**

Dosis de radiación
Mamografía
Prospectos para el paciente

**Key words (MeSH)**

Radiation dose
Mammography
Package inserts for the patient

## Resumen

***Objetivos:*** Debido a la preocupación por el uso de una dosis de radiación mayor en la mamografía con tomosíntesis y las pocas publicaciones sobre las dosis de radiación comparativas entre mamografía 2D y tomosíntesis, se busca demostrar que la mamografía con tomosíntesis e imagen sintetizada no incrementa la dosis frente a una mamografía digital 2D estándar. ***Material y métodos:*** Estudio retrospectivo de corte transversal. Los datos incluyen información del paciente, parámetros de adquisición, dosis de entrada y dosis glandular media por proyección, diferenciando entre adquisiciones 2D y tomosíntesis. ***Resultados:*** Se documentaron 689 proyecciones mamográficas, de las cuales 367 son de tomosíntesis. Las dosis mostraron similitudes notables entre las técnicas de mamografía 2D y tomosíntesis. Para la proyección CC la dosis promedio fue de 1,48 mGy en adquisición 2D y de 1,45 en tomosíntesis ($p = 0,6$) y en MLO de 1,63 mGy y 1,58 mGy respectivamente ($p = 0,09$). ***Conclusiones:*** Los valores dosimétricos en la mamografía por tomosíntesis resultaron ligeramente inferiores a los de la mamografía convencional, destacando además la capacidad de sintetizar imágenes 2D. Se propone la implementación de imágenes sintetizadas como estrategia para optimizar la dosis de radiación en los estudios mamográficos, con la consiguiente mejora en la seguridad y eficiencia de la práctica clínica.

## Summary

***Objective:*** Given the concern about a higher dose when performing mammography with tomosynthesis and the few publications on comparative radiation doses between 2D mammography and tomosynthesis, we sought to demonstrate that mammography with tomosynthesis and synthesized images does not increase the dose compared to standard 2D digital mammography. ***Materials and Methods:*** Retrospective cross-sectional study. Data included patient information, acquisition parameters, entrance dose, and mean glandular dose per projection, differentiating between 2D acquisition and tomosynthesis. ***Results:*** A total of 689 mammographic projections were documented, of which 367 were tomosynthesis projections. The doses showed notable similarities between 2D mammography and tomosynthesis techniques. For CC projection, the average dose was 1.48 mGy in 2D acquisition and 1.45 in tomosynthesis (p=0.6) and in MLO, 1.63 mGy and 1.58 mGy respectively (p=0.09). ***Conclusions:*** Dosimetric values in tomosynthesis mammography were slightly lower than those in conventional mammography, highlighting the capacity to synthesize 2D images. The implementation of synthesized images is proposed as a strategy to optimize the radiation dose in mammographic studies, improving safety and efficiency in clinical practice.

[1]MSc en Física, física médica. Centro de Tratamiento e Investigación sobre Cáncer Luis Carlos Sarmiento Angulo (Fundación CTIC). Bogotá, Colombia.

[2]Médica radióloga, Fundación CTIC. Bogotá, Colombia.

[3]Tecnóloga en imágenes diagnósticas, Fundación CTIC. Bogotá, Colombia.

Unidad Funcional Asistencial Imágenes Diagnósticas y Medicina Nuclear, Fundación CTIC. Bogotá, Colombia.

## Introducción y marco teórico

La tomosíntesis digital de mama (DBT, por sus siglas en inglés) ha mostrado una mayor tasa de detección de cáncer de mama en estudios de tamizaje, con disminución en la tasa de rellamado en pacientes que requerirían estudios complementarios, por tener mejor caracterización de asimetrías, masas y áreas de distorsión, lo que aumenta la sensibilidad y especificidad en la detección del cáncer invasivo (1,2).

Cuando la técnica fue incorporada para tamización y diagnóstico era necesaria la adquisición de las proyecciones 2D tradicionales además del estudio DBT para aumentar la sensibilidad y especificidad de la detección de lesiones, esto implicaba una doble exposición de las mamas, limitando el uso de la DBT de forma regular (3). La preocupación general sobre un posible aumento indiscriminado de la dosis de radiación poblacional causada por la DBT se ha visto parcialmente atenuada

recientemente por la introducción de imágenes sintetizadas obtenidas a partir de datos de tomosíntesis (2DS); esto permite la adquisición únicamente del examen DBT y la derivación de imágenes 2D muy cercanas a las mamografías estándar sin aumentar la dosis de radiación.

A la fecha, se han publicado pocos resultados sobre las dosis de radiación para la DBT y particularmente en Colombia no existen niveles de referencia para mamografía 2D ni para DBT. Por tal razón, el propósito de este estudio es evaluar las dosis de radiación obtenidas en mamografía digital 2D y en tomosíntesis mamaria.

## Métodos

Se realizó un estudio retrospectivo de corte transversal, el cual incluyó todas las pacientes sometidas a estudios de mamografía digital 2D y mamografía por tomosíntesis realizadas en la Fundación CTIC entre julio y octubre de 2023. Se excluyeron del estudio las pacientes con prótesis mamarias, dado que la presencia de prótesis podría alterar los parámetros de adquisición y los resultados dosimétricos. Se excluyeron estudios de tamización.

### *Procedimiento de adquisición*

Todas las imágenes se obtuvieron utilizando un mamógrafo GE Senographe Pristina, con el sistema de control automático de exposición (AEC, por sus siglas en inglés) para optimizar los parámetros de exposición. Las imágenes de tomosíntesis se adquirieron en modo *step & shoot* (paso a paso), con un barrido de 25° y nueve proyecciones distribuidas uniformemente, empleando una combinación de ánodo y filtro Molibdeno/Molibdeno o Rodio/Plata dependiendo del espesor de la mama.

### *Información*

Para cada paciente se registró la siguiente información: edad; espesor de la mama en las proyecciones craneocaudal (CC) y medio oblicuolateral (MLO); parámetros de adquisición (mAs y kV); dosis de entrada (en mGy) por proyección, dosis glandular media (DGM) por proyección, diferenciando entre mamografía 2D y tomosíntesis. Los valores típicos se determinaron para los espesores de mama promedio siguiendo la metodología de la *Publicación 135* de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) (4).

## Análisis estadístico

En el análisis univariado, para las variables cuantitativas se estimó la media (como medidas de tendencia central) y rangos intercuartílicos (como medida de dispersión) para el espesor de la mama, la dosis de entrada y la DGM para adquisiciones 2D y de tomosíntesis. El análisis bivariado se hizo con relación a diferentes espesores de mama, en rangos de 10 milímetros (< 30 mm; 30 mm-40 mm; 40 mm-50 mm; 50 mm-60 mm; 60 mm-70 mm; 70 mm-80 mm; > 80 mm).

Para evaluar las diferencias en la exposición relativa a la dosis de radiación entre los procedimientos 2D y la DBT, tras realizar la prueba de normalidad usando la prueba de Shapiro-Wilk, se utilizó la prueba t de muestras independientes con un nivel de significancia de $p \leq 0{,}05$, analizada en el *software* estadístico SPSS versión 26.

## Resultados

Se registraron 689 proyecciones realizadas entre julio y octubre de 2023, de las cuales 367 fueron imágenes de tomosíntesis. En las pacientes evaluadas con edad promedio de 55 ± 12 años (rango: 29-89), el espesor promedio de la mama en proyección CC fue de 5,5 ± 1,3 cm y en proyección MLO fue de 6,1 ± 1,4 cm. Siguiendo la metodología de los valores típicos de la ICRP y dados los espesores de mama más frecuentes, se calcularon las dosis representativas como aquellas para los espesores de mama de 5,5 ± 0,5 cm en CC y 6,0 ± 0,5 cm en MLO.

Para las dosis obtenidas en DBT, se evaluó el comportamiento de la dosis glandular media para rangos específicos de mama (< 30 mm; 30 mm-40 mm; 40 mm-50 mm; 50 mm-60 mm; 60 mm-70 mm; 70 mm-80 mm; > 80 mm). La tabla 1 muestra además la distribución de los parámetros de toma de la imagen (mAs, kV).

**Tabla 1. Distribución estadística de los parámetros de adquisición y de la dosis glandular media (DGM) para las adquisiciones DBT**

| Espesor de la mama (x) | *n* | mAs promedio | kV promedio | DGMmin | DGM25 % | DGM50 % | DGM75 % | DGMmax |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| < 30 mm | 4 | 3,5 | 32,0 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 |
| 30 mm < x ≤ 40 mm | 30 | 4,6 | 31,3 | 0,4 | 0,9 | 1,1 | 1,1 | 1,3 |
| 40 mm < x ≤ 50 mm | 68 | 3,3 | 33,3 | 0,4 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,7 |
| 50 mm < x ≤ 60 mm | 114 | 8,8 | 34,0 | 0,6 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 2,4 |
| 60 mm < x ≤ 70 mm | 77 | 6,6 | 34,0 | 1,1 | 1,5 | 1,7 | 1,7 | 2,8 |
| 70 mm < x ≤ 80 mm | 33 | 9,8 | 33,8 | 0,5 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 2,7 |
| > 80 mm | 22 | 12,6 | 32,8 | 0,5 | 1,3 | 2,5 | 2,5 | 2,9 |

*Nota: valores mínimos, percentiles 25, 50, 75 y valores máximos para cada espesor de mama. n = número de estudios.*

Los valores característicos de la dosis mostraron similitudes notables entre las técnicas de mamografía 2D y DBT (figura 1). Para la proyección CC la dosis promedio fue de 1,48 mGy en adquisición 2D y de 1,45 en tomosíntesis ($p = 0,6$) y en MLO de 1,63 mGy y 1,58 mGy, respectivamente ($p = 0,09$).

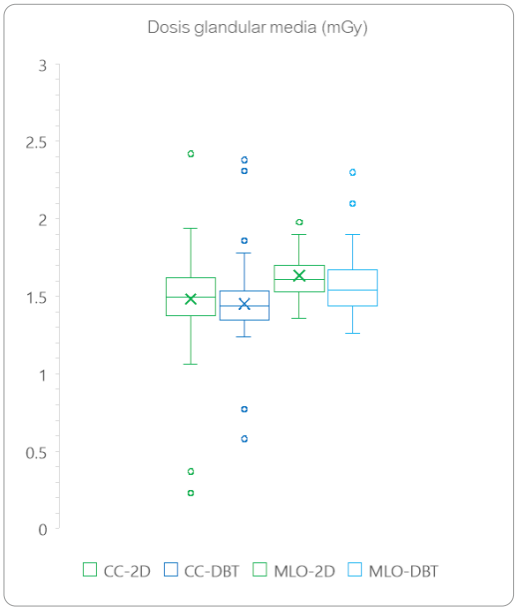



Figura 1. Valores típicos obtenidos por proyección CC y MLO y por técnica, 2D y DBT.

## Discusión y conclusiones

La DBT ha sido implementada como una técnica diagnóstica mamográfica superior a la mamografía 2D convencional debido a su capacidad de mejorar la detección de lesiones. Hay múltiples comparaciones entre estas dos técnicas, tanto en estudios con maniquíes como en pacientes, analizando principalmente la DGM. La literatura informa que en maniquíes con un espesor de 60 mm y una fracción glandular del 14,3 %, la dosis promedio en DBT puede ser hasta un 83 % mayor en comparación con la mamografía digital 2D (5). En estudios de tamización y diagnóstico los valores son inferiores, pero se observa consistentemente una dosis mayor en DBT frente a la 2D, con incrementos documentados de entre 20 % y 38 % (6-8). En los resultados del trabajo aquí descrito no se encuentran diferencias significativas entre la mamografía convencional y la DBT.

Respecto del espesor mamario, es importante tener en cuenta las variaciones poblacionales. Los valores promedio de espesor mamario encontrados fueron 55 ± 13 mm para la proyección CC y 61 ± 14 mm para la MLO, consistentes con datos reportados en Colombia (CC: 48,25 ± 7,73 mm; MLO: 60,91 ± 11,25 mm) (9); aunque son diferentes de estudios internacionales (CC: 52,7 ± 12,0 mm; MLO: 56,0 ± 13,2 mm) (11).

En el presente estudio, los valores de DGM obtenidos fueron inferiores a los descritos en un estudio similar realizado en Colombia, en el que se registraron dosis de 1,54 mGy en CC y 2,23 mGy en MLO para la DBT (9). Estas diferencias podrían explicarse al considerar los modelos de cálculo, específicamente en el de la glandularidad de las mamas entre las diferentes marcas comerciales (6). Además, los valores de DGM registrados en este estudio están dentro del rango de 1,11 a 2,47 mGy para espesores mamarios entre 55 y 65 mm, similares a los valores informados en regiones como Europa, Norteamérica y Asia (10). Todos los valores reportados están por debajo de los niveles de referencia de diagnóstico (DRL) establecidos (11).

En conclusión, el uso de DBT con imágenes sintetizadas 2D para el diagnóstico de mama no representa un incremento significativo en la dosis de radiación para las pacientes y proporciona un mayor valor diagnóstico comparado con la mamografía convencional.

## Limitaciones

***Exclusión de pacientes con prótesis mamarias:*** La exclusión de este grupo reduce la representatividad del estudio, ya que las pacientes con prótesis constituyen un porcentaje importante en las clínicas de diagnóstico mamario. Futuras investigaciones deberían incluir este grupo para proporcionar una evaluación más completa en diferentes contextos anatómicos.

## Recomendaciones para estudios futuros

***Evaluación dosimétrica en procedimientos complementarios:*** Incluir la medición de dosis en procedimientos de tomosíntesis complementarios, como biopsias y colocación de marcadores, para analizar el impacto dosimétrico en el manejo integral de las pacientes.

***Análisis de dosis acumulativas:*** Realizar estudios longitudinales para evaluar la dosis acumulativa en pacientes que se someten a múltiples procedimientos diagnósticos a lo largo del tiempo.

## Referencias

1. Rafferty EA, Park JM, Philpotts LE, Poplack SP, Sumkin JH, Halpern EF, et al. Diagnostic accuracy and recall rates for digital mammography and digital mammography combined with one-view and two-view tomosynthesis: Results of an enriched reader study. Am J Roentgenol. 2014;202(2):273-81.
2. Gilbert FJ, Tucker L, Gillan MGC, Willsher P, Cooke J, Duncan KA, et al. Accuracy of digital breast tomosynthesis for depicting breast cancer subgroups in a UK retrospective reading study (TOMMY Trial). Radiology. 2015;277(3):697-706.
3. Houssami N. Evidence on synthesized two-dimensional mammography versus digital mammography when using tomosynthesis (three-dimensional mammography) for population breast cancer screening. Clin Breast Cancer. 2018;18(4):255-60.e1.
4. ICRP. Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135. Ann. ICRP. 2017;46(1).
5. Feng SSJ, Sechopoulos I. Clinical digital breast tomosynthesis system: Dosimetric characterization. Radiology. 2012;263(1):35-42.
6. James JR, Pavlicek W, Hanson JA, Boltz TF, Patel BK. Breast radiation dose with CESM compared with 2D FFDM and 3D tomosynthesis mammography. Am J Roentgenol. 2017;208(2):362-72.
7. Gennaro G, Bernardi D, Houssami N. Radiation dose with digital breast tomosynthesis compared to digital mammography: per-view analysis. Eur Radiol. 2018;28(2):573-81.
8. Skaane P, Bandos AI, Gullien R, Eben EB, Ekseth U, Haakenaasen U, et al. Comparison of digital mammography alone and digital mammography plus tomosynthesis in a population-based screening program. Radiology. 2013;267(1):47-56.
9. Díaz Henao F. Determinación de niveles de referencia en procedimientos de mamografía digital tomosíntesis [Tesis] Universidad Nacional de Colombia [internet]. 2020 May 23 [citado: 2023 may 15]. Disponible en: https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77555
10. Suleiman M. Diagnostic reference levels for digital mammography in Australia [Tesis]. The University of Sydney [internet]. 2018 [citado: 2023 may 15]. Disponible en: http://hdl.handle.net/2123/18930.
11. Olgar T, Kahn T, Gosch D. Average glandular dose in digital mammography and breast tomosynthesis. Rofo. 2012;184(10):911-8.

## Correspondencia

Nathaly Barbosa Parada
Carrera 14 # 169-49
nbarbosa@fctic.org

Recibido para evaluación: 5 de diciembre de 2023
Aceptado para publicación: 15 de diciembre de 2023