Revista Científica Tecnológica - RECIENTEC
ISSN 2708-7093
Vol. 8. Nº 2, Junio 2025/ P. 17-29
URL: https://revistas.unan.edu.ni/index.php/ReVTec
email: revistarecientec@unan.edu.ni

Ciencias Agrícolas, Tecnología y Salud

Caracterización sociolaboral, anatómica y fisiológica y dosis efectiva comprometida en tiroides de trabajadores ocupacionalmente expuestos de Nicaragua a radiofarmacos, período 2022-2023.

Sociolaboral, anatomical, and physiological characterization and committed effective thyroid dose in Nicaraguan workers occupationally exposed to radiopharmaceuticals, period 2022–2023.

Yasser Alberto Meynard Valverde[1]
Manuel Enrique Pedroza Pacheco[2]

RESUMEN

Este estudio aborda los factores sociolaborales, anatómicos, fisiológicos y geométricos de los cuellos y tórax de trabajadores ocupacionalmente expuestos en Nicaragua durante 2022-2023, y dosis efectiva comprometida en tiroides mediante el equipo CAPTUS3000. La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Dosimetría Interna del CIF-RAM ubicado en la UNAN-Managua. Los objetivos de este trabajo se enfocaron en caracterizar de forma sociolaboral, anatómica y fisiológica a los trabajadores ocupacionalmente expuestos que participaron en la investigación y estimar la dosis efectiva comprometida en tiroides obtenida de la integral de conteo medida. Se caracterizó a los trabajadores ocupacionalmente expuestos donde el grupo estuvo conformado principalmente por personal técnico, seguido de enfermería y físicos. La mayoría laboraba en instituciones públicas, y más de la mitad no manipulaba directamente 131I. La media de experiencia laboral fue de 4.64 años y la edad promedio de 38.70 años. Predominaron las mujeres, con tipologías corporales hiperesténicas y normosténicas. En cuanto al peso, una ligera mayoría tenía peso normal, mientras que el resto presentaba sobrepeso. Se observó que la mayoría de los TOE tenía presión arterial elevada. Se obtuvo un valor promedio de 329.27 cuentas para la integral de conteo lo que se encuentra cercano al nivel de radiación natural. La dosis efectiva comprometida en tiroides por exposición a 131I tuvo un valor promedio de 0.02 mSv, también comparable a valores de radiación de fondo esperados en personas no expuestas.

PALABRAS CLAVE: Medicina nuclear, Dosimetría interna, Integral de conteo, Medición in vivo, yodo-131.

ABSTRACT

This study addresses the socio-labor, anatomical, physiological, and geometric factors of the necks and torsos of occupationally exposed workers in Nicaragua during 2022-2023, and the effective committed dose in the thyroid measured using the CAPTUS3000 equipment. The research was conducted at the Internal Dosimetry Laboratory of CIF-RAM, located at UNAN-Managua. The objectives of this work focused on characterizing the socio-labor, anatomical, and physiological aspects of the occupationally exposed workers who participated in the study, and

1- Correo electrónico: yass.mv91@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1243-9905
2- Correo electrónico hppedroza@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9108-5016

Recibido: 16 de febrero 2025
Aceptado: 29 de mayo 2025
Los artículos de Recientec de la Universidad Nacional Autonoma de Nicaragua, CUR-Matagalpa se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo revistarecientec@unan.edu.ni

Copyright 2025. Universidad Nacional Autonoma de Nicaragua

estimating the effective committed thyroid dose obtained from the measured count rate. The group of occupationally exposed workers was mainly composed of technical staff, followed by nurses and physicists. Most worked in public institutions, and more than half did not handle I-131 directly. The average work experience was 4.64 years, and the average age was 38.70 years. The majority were women, with hypersthenic and normosthenic body types. Regarding weight, a slight majority had normal weight, while the rest were overweight. Most of the workers had elevated blood pressure. A mean value of 329.27 counts was obtained for the count rate, which is close to the level of natural background radiation. The effective committed thyroid dose from exposure to I-131 had a mean value of 0.02 mSv, also comparable to expected background radiation levels in non-exposed individuals.

KEYWORDS: Nuclear medicine, Internal dosimetry, Count rate, In vivo measurement, Iodine-131.

INTRODUCCIÓN

En los servicios de medicina nuclear en Nicaragua, los trabajadores se enfrentan a la posibilidad de exposición a radionúclidos debido a la naturaleza de sus tareas. Actualmente, el Centro Nacional de Radioterapia (CNR) y el Hospital Salud Integral en Managua son los únicos proveedores de servicios de medicina nuclear en el país, utilizando principalmente el radionúclido 131I. Los trabajadores de estos centros son monitoreados quincenalmente en el Laboratorio de Dosimetría Interna (LDI) del Centro de Investigación de Física de Radiaciones y Metrología ubicado en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), utilizando el equipo especializado CAPTUS3000 para medir la captación de 131I en la glándula tiroides. El CIF-RAM es único laboratorio a nivel nacional donde se puede realizar este monitoreo desde el año 2012. En el año 2022, se atendieron mas de 10 solicitudes de monitoreo de 131I en tiroides (Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología (LAF-RAM), 2022).

La estimación de dosis efectiva comprometida requiere de mucha atención. Los cálculos que permiten estas estimaciones son obtenidos mediante calibraciones realizadas con un maniquí hecho de acrílico proporcionado por el IRD de Brasil que simula un cuello humano al ser por poseer aproximadamente la misma densidad. La donación de este maniquí fue también acompañada de la donación de una fuente de compuesta de un papel filtro recortado en forma de mariposa (simulando una glándula tiroides) que ha sido sumergido en 133Ba (Bario-133) en forma líquida. Este compuesto forma el maniquí con que se realizan las calibraciones del CAPTUS3000 para medir 131I (Dantas, et al., 2013).

Este estudio se centró en caracterizar a los trabajadores ocupacionalmente expuestos a radiofármacos en Nicaragua, así como en los valores de dosis efectiva comprometida obtenidos durante mediciones in vivo con el detector de centelleo de NaI(Tl) para 131I. En las siguientes secciones, se presentarán los resultados de la investigación, que abordará las características sociolaborales, anatómicas, fisiológicas de los trabajadores ocupacionalmente expuestos y las dosis efectivas comprometidas obtenidas a partir del conteo medido en tiroides.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

Revista Científica Tecnológica - RECIENTEC
ISSN 2708-7093
Vol. 8. Nº 2, Junio 2025/ P. 17-29
URL: https://revistas.unan.edu.ni/index.php/ReVTec
email: revistarecientec@unan.edu.ni

De acuerdo con el método de investigación y según el nivel inicial de profundidad del conocimiento, este estudio es descriptivo (Piura, 2012). De acuerdo con la clasificación de Hernández, Fernández y Baptista (2014), el tipo de estudio es correlacional. En cuanto al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, se trata de un estudio transversal (Canales, Alvarado y Pineda, 1996). Debido a sus características particulares, la presente investigación se establece por medio de un diseño quasixperimental (Pedroza, 2017).

Área de estudio

Por lo técnico del objeto de estudio y la especialidad, el área de estudio de la presente investigación estará centrada en los TOE en Medicina Nuclear a nivel nacional, período 2022-2023. En términos geográficos, la presente investigación se realizará en el departamento de Managua, Nicaragua, con base en el LDI que forma parte del CIF-RAM ubicado en el Recinto Universitario "Rubén Darío" de la UNAN-Managua.

Universo y muestra

En la presente investigación, el universo estuvo representado por todos los trabajadores ocupacionlmente expuestos (TOE) que cumplían los criterios de inclusión y exclusión.

Dado que esta investigación fue realizada por medio de un Diseño Cuasi experimental, su espacio muestral fue constituido por el número total de repeticiones o TOE, obtenido por la sumatoria del número de repeticiones de cada uno de los tratamientos en estudio o factor causal principal en función del tipo de cuello, lo que equivale al tamaño de muestra del estudio.

Este principio, es basado en la Función de distribución de probabilidad de Fisher, que define el escenario para las muestras pequeñas. En la presente investigación el número de tratamientos fueron tres y el número de repeticiones fue diferente para cada categoría. Así, se obtuvo un espacio muestral de 33 U.E., igual a 33 TOE, que fueron atendidos en el LDI del CIF-RAM.

Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos e Información

La presente investigación se adhiere al Paradigma Socio–Crítico. De acuerdo con esta postura, todo conocimiento depende de las prácticas de la época y de la experiencia, entendiendo por extensión que el conocimiento sistematizado y la ciencia se desarrollan de acuerdo con los cambios de la vida social. Esto implica que la praxis se vincula a la organización del conocimiento científico que existe en un momento histórico determinado. A partir de estos razonamientos, la teoría crítica presta especial atención al contexto de la sociedad (Pérez Porto & Gardey, 2022).

A partir de la integración metodológica antes descrita, en el presente estudio se aplicaron las siguientes técnicas cuantitativas descriptivas para variables de categorías nominales, numéricas discretas y continuas así como gráficos para variables dicotómicas y nominales individuales.

La recolección de datos se dio por medio de una ficha de recolección de datos clínicos que proveyó de la información necesaria de los TOE. Se tomaron los valores obtenidos de las mediciones en tiroides utilizando el CAPTUS3000.

Revista Científica Tecnológica - RECIENTEC
ISSN 2708-7093
Vol. 8. Nº 2, Junio 2025/ P. 17-29
URL: https://revistas.unan.edu.ni/index.php/ReVTec
email: revistarecientec@unan.edu.ni

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Profesión de los TOE

En esta investigación, la mayoría de los TOE eran técnicos (27%), seguido de personal de enfermería (24%) y físicos (18%) mientras que el personal médico fue el 12% y, por último, los más bajos fueron el personal de radiofarmacia y conserjería que solo representaron el 9% cada uno (figura 1).

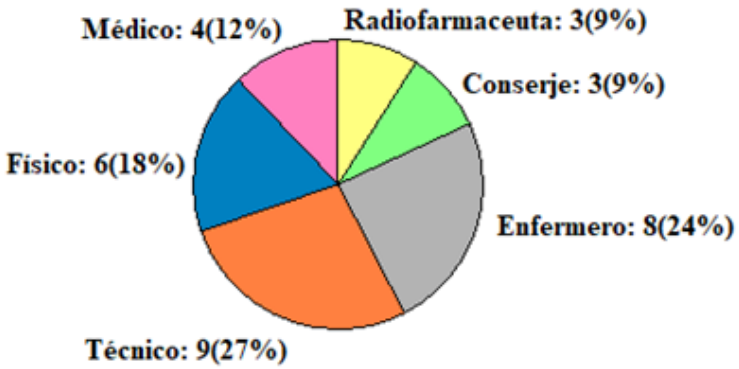

Figura 1: Profesión de los TOE

Tipo de centro hospitalario

En cuanto al tipo de centro hospitalario en el que los TOE laboran, esta investigación mostró que el 64% es de una institución pública mientras que el 36% es de una institución privada (figura 2).

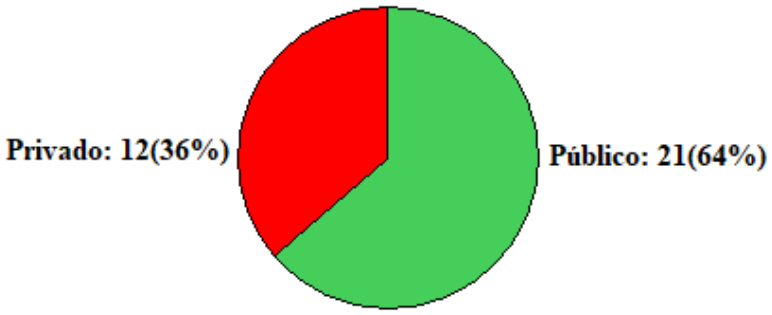

Figura 2: Tipo de centro hospitalario de los TOE

Manipulación de ^{131}I como parte del trabajo

En cuanto a la manipulación directa ^{131}I como parte de su trabajo, se obtuvo que el 52% de los TOE no lo hacía mientras que el 48% sí (figura 3).

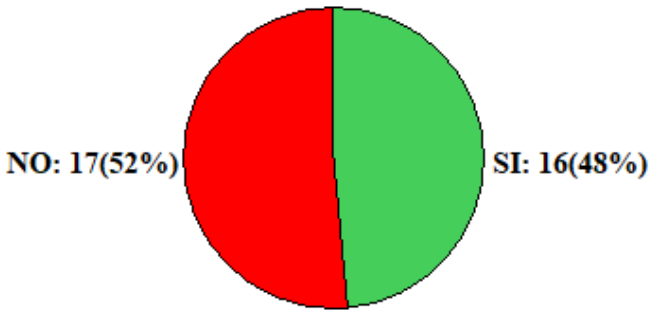

Figura 3: Cantidad de TOE que manipulan 131I como parte de su trabajo

Cantidad de años que los TOE han laborado

Con relación a la cantidad de años laborados por los TOE, en esta investigación se reveló que el valor promedio obtenido fue de 4.64 años, con un intervalo de confianza para la media al 95%, que tiene un Límite Inferior (L.I) de 3.33 y un Límite Superior (L.S) de 5.94 (tabla 1). En la figura 4, se presenta el rango intercuartílico (Q3 – Q1) que acumula el 50% centrado de los años laborados por los TOE. El Q1 acumula el 25% de menor años laborados por el TOE por debajo de 2 años y en el Q4 se acumula el 25% de mayor edad por encima de los 7 años.

Tabla 1: Intervalo de confianza (95%) para años laborados por los TOE

Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
Años laborados	Media	4.64	0.64	33	3.33	5.94

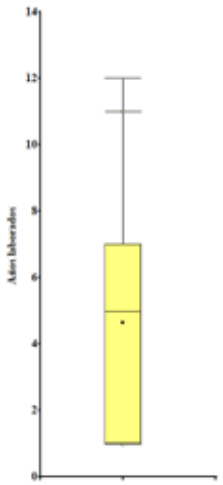

Figura 4: Gráfico de cajas para cantidad de años laborados por los TOE

Revista Científica Tecnológica - RECIENTEC
ISSN 2708-7093
Vol. 8. Nº 2, Junio 2025/ P. 17-29
URL: https://revistas.unan.edu.ni/index.php/ReVTec
email: revistarecientec@unan.edu.ni

Edad de los TOE

Con relación a la edad de los TOE, en esta investigación se reveló que el valor promedio obtenido fue de 38.70 años, con un intervalo de confianza para la media al 95%, que tiene un Límite Inferior (L.I) de 34.92 y un Límite Superior (L.S) de 42.47 (tabla 2). En la figura 5, se presenta el rango intercuartílico (Q3 – Q1) que acumula el 50% centrado de la edad de los TOE, entre 20 y 50 años. El Q1 acumula el 25% de menor edad por debajo de 32 años y en el Q4 se acumula el 25% de mayor edad por encima de los 50 años.

Tabla 2: Intervalo de confianza (95%) para edades de los TOE

Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
Edad del TOE [años]	Media	38.70	1.85	33	34.92	42.47

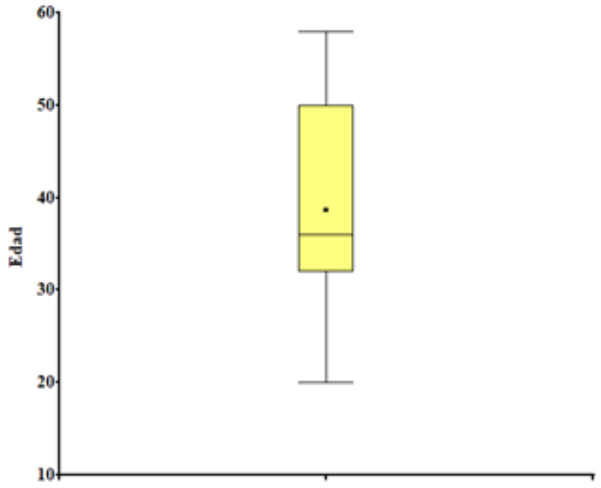

Figura 5: Gráfico de cajas para las edades de los TOE

Sexo de los TOE

En esta investigación, una ligera mayoría de los TOE eran mujeres (52%) mientras que los hombres representaron un 48% (figura 6).

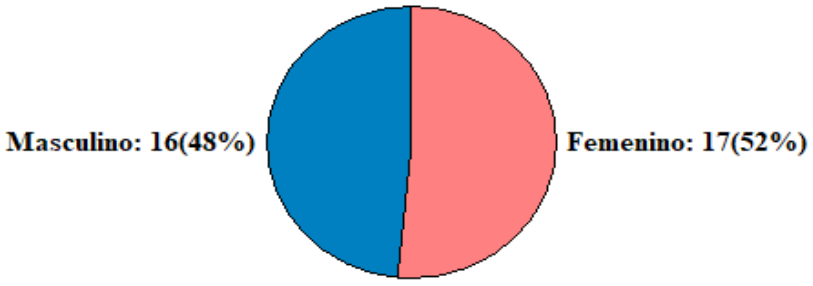

Figura 6: Sexo de los TOE

Revista Científica Tecnológica - RECIENTEC
ISSN 2708-7093
Vol. 8. Nº 2, Junio 2025/ P. 17-29
URL: https://revistas.unan.edu.ni/index.php/ReVTec
email: revistarecientec@unan.edu.ni

Constitución corporal de los TOE

Se encontró una igual cantidad de TOE con una constitución corporal hiperesténica y normosténica (14 TOE, correspondiente a un 42% cada una) mientras que solo 5 (15%) eran asténicos (figura 7).

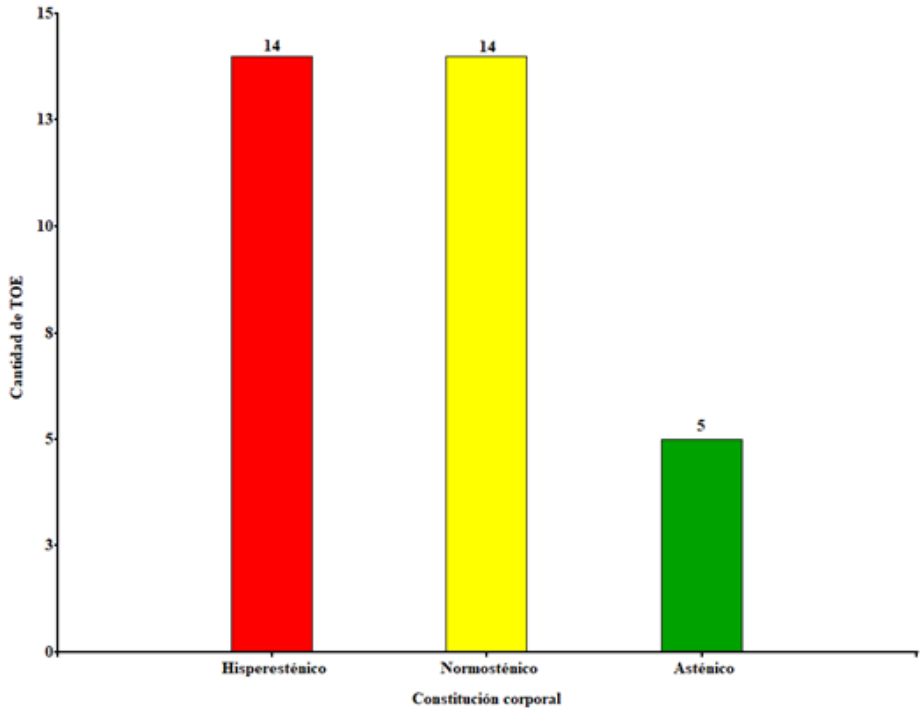

Figura 7: Constitución corporal de los TOE

Categoría de peso según IMC de los TOE

En esta investigación, una ligera mayoría de los TOE eran de peso normal (52%) mientras que la otra parte (48%) estaba en sobrepeso (figura 8).

Revista Científica Tecnológica - RECIENTEC
ISSN 2708-7093
Vol. 8. Nº 2, Junio 2025/ P. 17-29
URL: https://revistas.unan.edu.ni/index.php/ReVTec
email: revistarecientec@unan.edu.ni

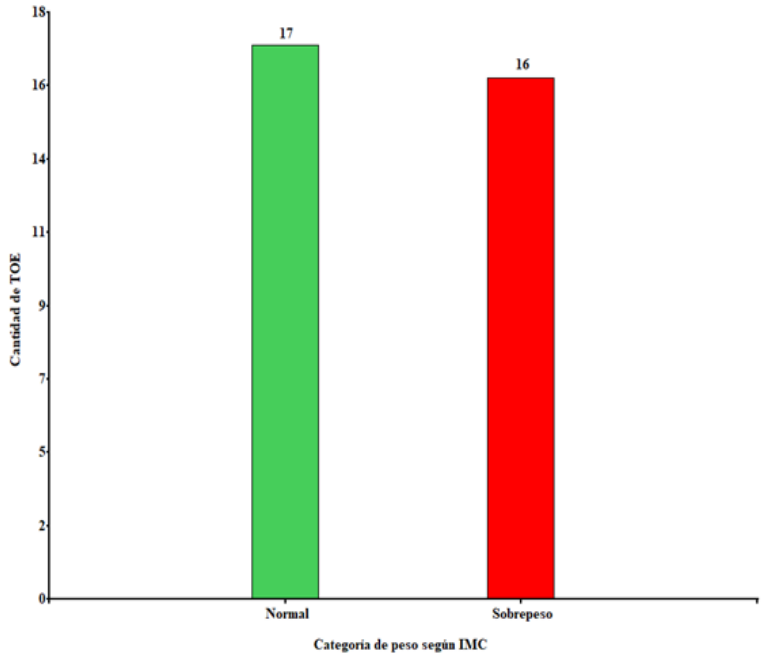

Figura 8: Categoría de peso según IMC de los TOE

Presión arterial de los TOE

Con respecto a la presión arterial de los TOE, esta investigación encontró que la mayoría tenía una presión arterial elevada (61%), mientras que 21% eran hipertensos y el 18% tenía una presión arterial normal (figura 9).

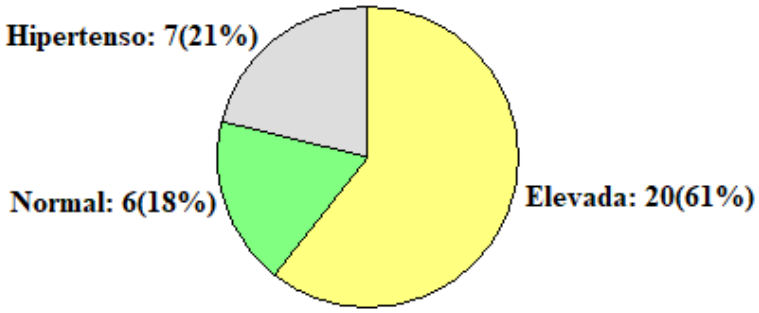

Figura 9: Categoría de presión arterial de los TOE

Valores de integral de conteo medida de los TOE de Nicaragua, período 2022-2023

Con relación al valor de integral de conteo medida de los TOE, en esta investigación se reveló que el valor promedio obtenido fue de 329.27, con un intervalo de confianza para la media al 95%, que tiene un Límite Inferior (L.I) de 321.37 y un Límite Superior (L.S) de 337.17 (tabla 3). En la figura 10, se presenta el rango intercuartílico (Q3 – Q1) que acumula el 50% centrado del valor de integral

Revista Científica Tecnológica - RECIENTEC
ISSN 2708-7093
Vol. 8. Nº 2, Junio 2025/ P. 17-29
URL: https://revistas.unan.edu.ni/index.php/ReVTec
email: revistarecientec@unan.edu.ni

medida, entre 315.00 y 339.50. En el Q1 se acumula el 25% de menor valor de integral medida por debajo de 315.00 y en el Q4 se acumula el 25% de mayor valor de integral medida por encima de los 339.50.

Tabla 3: Intervalo de confianza (95%) para las integrales de conteo de los TOE

Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
Integral	Media	329.27	3.88	33	321.37	337.17

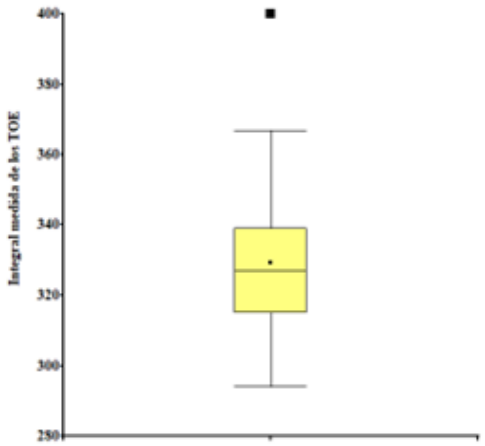

Figura 10: Gráfico de cajas para las integrales de conteo de los TOE

Valores de dosis efectiva comprometida de los TOE de Nicaragua, período 2022-2023

Con relación al valor de la dosis efectiva comprometida de 131I en tiroides de los TOE (E(50)), en esta investigación se reveló que el valor promedio obtenido fue de 0.02mSv, con un intervalo de confianza para la media al 95%, que tiene un Límite Inferior (L.I) de 0.01mSv y un Límite Superior (L.S) de 0.02mSv (tabla 4). En la figura 11, se presenta el rango intercuartílico (Q3 – Q1) que acumula el 50% centrado de la dosis efectiva comprometida, entre 0.00mSv y 0.025mSv. En el Q1 se acumula el 25% de menor valor dosis efectiva comprometida por debajo de 0.00mSv y en el Q4 se acumula el 25% de mayor valor de dosis efectiva comprometida por encima de los 0.025mSv.

Tabla 4: Intervalo de confianza (95%) para la dosis efectiva comprometida de los TOE

Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
E(50) [mSv]	Media	0.02	0.0034	33	0.01	0.02

Revista Científica Tecnológica - RECIENTEC
ISSN 2708-7093
Vol. 8. Nº 2, Junio 2025/ P. 17-29
URL: https://revistas.unan.edu.ni/index.php/ReVTec
email: revistarecientec@unan.edu.ni

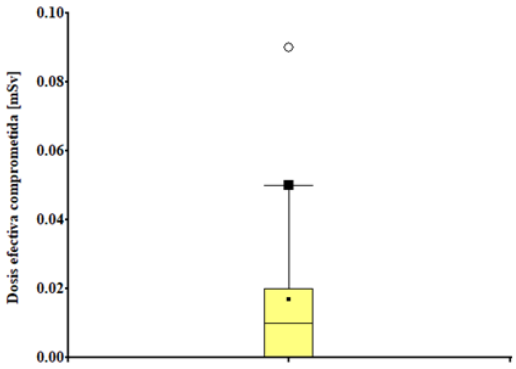

Figura 11: Gráfico de cajas para la dosis efectiva comprometida de los TOE

Relación de resultados obtenidos con las conclusiones de otras investigaciones

La investigación realizada por Brudecki y colaboradores (2018) en un hospital de medicina nuclear en Polonia proporciona datos relevantes para contrastar con los hallazgos de este estudio. Mientras que Brudecki y colaboradores se enfocaron en la estimación de dosis efectivas de inhalación anual y dosis equivalentes de inhalación para la tiroides en el personal de la institución, este estudio se centra en la integral de conteo medida y la dosis efectiva comprometida de 131I en tiroides de los TOE. Aunque los métodos y los contextos pueden variar, ambos estudios contribuyen a la comprensión de la exposición ocupacional a la radiación en entornos de medicina nuclear.

Por otro lado, el trabajo realizado por Arciniegas-Álvarez y colaboradores (2015) abordó la metodología de calibración cruzada para la medición de la mínima actividad detectable, con el objetivo de garantizar resultados de medición confiables y precisos. Aunque este enfoque difiere del presente estudio en términos de técnicas de medición y objetivos específicos, también se destaca la importancia de establecer protocolos de calibración adecuados para la evaluación dosimétrica precisa en el personal expuesto a radiación.

El estudio llevado a cabo por Lecuna, Carrizales, & Dantas (2016) en Venezuela ofrece información valiosa sobre la incorporación de 131I en tiroides y su impacto en los trabajadores de medicina nuclear. Aunque los resultados de este estudio venezolano difieren en cuanto a las dosis efectivas y las condiciones específicas de exposición, ambos estudios subrayan la importancia de la vigilancia radiológica y la implementación de programas de monitoreo para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores expuestos a radiación.

Por otro lado, el trabajo de Sánchez Buitrago (2016) en Colombia destaca la importancia de implementar programas de vigilancia radiológica en entornos de medicina nuclear, coincidiendo con las observaciones de este estudio sobre la necesidad de monitoreo y control de la exposición ocupacional a la radiación precisos. Ambos estudios resaltan la relevancia de adoptar recomendaciones internacionales y normativas nacionales para garantizar prácticas seguras en el manejo de materiales radiactivos.

Los hallazgos de esta investigación sobre la dosis efectiva comprometida en tiroides de trabajadores ocupacionalmente expuestos a ^{131}I en Nicaragua presentan similitudes y diferencias con el estudio sobre la dosis de radiación ocupacional para trabajadores médicos en un hospital universitario (Nasser

& Kinsara, 2017). Ambos estudios destacan la importancia de medir la exposición a radiación en el personal involucrado en medicina nuclear, reconociendo que estos trabajadores reciben algunas de las dosis más altas en comparación con otros profesionales médicos. Sin embargo, mientras que en el estudio de Nassef y Kinsara se reporta una dosis efectiva promedio de 1.56 mSv para trabajadores de medicina nuclear, esta investigación en Nicaragua encontró una dosis efectiva promedio de 0.02 mSv, similar a la radiación de fondo natural. Además, el estudio de Nassef y Kinsara subraya la necesidad de un monitoreo continuo y la implementación de políticas de protección radiológica efectivas.

El trabajo de Amador et al. (2020) y los hallazgos de esta investigación presentan similitudes y diferencias significativas en su enfoque sobre la medicina nuclear terapéutica. Ambos estudios subrayan la importancia de una adecuada caracterización del personal expuesto, con Amador et al. destacando la composición mayoritariamente técnica del grupo, lo que coincide con la identificación de personal técnico y de enfermería. Sin embargo, mientras que el estudio de Amador se centra en el análisis de riesgos y la eficacia de medidas de defensa, este trabajo muestra que las dosis efectivas comprometidas de los trabajadores son comparables al fondo de radiación natural y no se relacionan significativamente con diversas variables demográficas.

El trabajo realizado por Acevedo Fitoria & Alvarado Aragón (2021) en el Centro Nacional de Radioterapia "Nora Astorga" de Nicaraguaa proporciona datos específicos sobre la concentración derivada en aire de ^{131}I en un centro de medicina nuclear, lo cual complementa los hallazgos de este estudio en términos de exposición potencial por inhalación. Ambos estudios contribuyen a la comprensión de los riesgos radiológicos en el entorno laboral de la medicina nuclear y resaltan la importancia de mantener niveles seguros de radiación para proteger la salud de los trabajadores.

Los hallazgos de esta investigación sobre la dosis efectiva comprometida en tiroides de trabajadores ocupacionalmente expuestos a ^{131}I en Nicaragua presentan similitudes y diferencias con el estudio realizado en un centro de medicina nuclear en Dhaka, Bangladesh (Jahan, Ferdous, Haque, & Begum, 2024). Ambos estudios reconocen el riesgo de exposición interna a ^{131}I para los trabajadores, con un enfoque en la medición de la actividad radiactiva mediante métodos in vivo e in vitro. Sin embargo, mientras que en el estudio de Dhaka se encontraron concentraciones elevadas de actividad en algunos trabajadores, esta investigación reportó una dosis efectiva promedio de 0.02 mSv, similar a la radiación de fondo natural. Además, el estudio de Dhaka destaca la importancia de la vigilancia continua y el monitoreo de la contaminación interna, alineándose con la necesidad de garantizar la seguridad de los trabajadores.

CONCLUSIONES

A partir de las evidencias demostradas en los resultados, se presentan las siguientes conclusiones:

Se caracterizó a los TOE, revelando que la mayoría son técnicos, seguidos por personal de enfermería y físicos, y trabajan en instituciones públicas. Más del 50% no manipula directamente ^{131}I como parte de su trabajo. El promedio de años laborados fue de 4.64 años, con una edad promedio de 38.70 años. La mayoría de los TOE eran mujeres, con una constitución corporal mayoritariamente hiperesténica y normosténica, y una distribución equilibrada entre peso normal y sobrepeso, aunque

la mayoría presentaba presión arterial elevada.

Se identificó que la integral de conteo medida de los TOE tuvo un valor promedio de 329.27, con un intervalo de confianza del 95% entre 321.37 y 337.17. El rango intercuartílico, que comprende el 50% central de los valores de integral medida, se situó entre 315.00 y 339.50. Esto implica que el 25% de los valores más bajos estaban por debajo de 315.00, mientras que el 25% de los valores más altos estaban por encima de 339.50. Se determinó que la dosis efectiva comprometida de 131I en la tiroides de los TOE tuvo un valor promedio de 0.02 mSv, con un intervalo de confianza del 95% entre 0.01 mSv y 0.02 mSv. El rango intercuartílico, que comprende el 50% central de las dosis efectivas comprometidas, se situó entre 0.00 mSv y 0.025 mSv. Esto implica que el 25% de las dosis más bajas estaban por debajo de 0.00 mSv, mientras que el 25% de las dosis más altas estaban por encima de 0.025 mSv. Todos estos valores fueron son considerados como valores de escenarios de condiciones de trabajo normales en donde los TOE no han sido sobreexpuestos al radiofármaco 131I o cuya exposición no haya contribuido a la dosis efectiva comprometida.

RECOMENDACIONES

Basado en los resultados obtenidos en esta investigación, se recomienda:

A los centros hospitalarios:

1. Fortalecer los vínculos con el LDI, proporcionando apoyo logístico para que los TOE puedan realizar mediciones in vivo de ^{131}I en tiroides de manera regular y proporcionar cualquier información adicional que pueda ser relevante con respecto al estado de un TOE.

2. Promover y mantener la adopción de medidas preventivas, fomentando el uso de equipos de protección personal y la aplicación de prácticas seguras de trabajo para minimizar la exposición a la radiación en el entorno laboral.

A futuros investigadores:

1. Ampliar el alcance de la investigación, explorando otros aspectos relacionados con la dosimetría interna, medicina nuclear y la protección radiológica que puedan contribuir a una comprensión más completa de los riesgos y medidas de seguridad en entornos ocupacionales.

2. Realizar estudios longitudinales, diseñando investigaciones de seguimiento a largo plazo para evaluar la evolución de los niveles de exposición a la radiación y sus posibles efectos a lo largo de la carrera profesional de los TOE.

REFERENCIAS

Pedroza, M. E. (2017). Innovación institucional y organizacional de la investigación en la UNAN-Managua, en el período 2011-2016. Managua: UNAN-Managua.

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2022, Mayo 22). Definición de pensamiento científico. Retrieved from Definición de Pensamiento Científico: https://definicion.de/pensamiento-cientifico/

Nasser, M. H., & Kinsara, A. A. (2017). Occupational radiation dose for medical workers at a university hos-

pital. Journal of Taibah University for Science, 1259-1266.

Jahan, S., Ferdous, J., Haque, M., & Begum, F. (2024). Evaluating internal exposure due to intake of I-131 at a nuclear medicine centre of Dhaka using bioassay methods. Nuclear Engineering and Technology, 2050-2056.

Dantas, B. M., Piñones, O., Puerta, J. A., Mora-Ramirez, E., López, G., Somarriba, F. I., . . . Carrizales-Silva, L. (2013, Abril). Situación actual y perspectivas de la dosimetría interna en trabajadores ocupacionalmente expuestos a Yodo-131 en servicios de medicina nuclear en America Latina y el Caribe. IX Latin American IRPA Regional Congress on Radiation Protection and Safety - IRPA 2013. Rio de Janeiro, Brasil.

Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología (LAF-RAM). (2022). Informe Anual 2021 dirigo a: Partes Interesadas. Managua: UNAN-Managua.