



INSTITUTO SUPERIOR PROFESIONAL AVANZADO

Creado por Ley N° 3378/07 y modificado y ampliado por Ley N° 6129/18

“COMPROMISO CON LA EXCELENCIA ACADÉMICA”

**Bioseguridad radiológica en la industria agroalimentaria: Evaluación
de la protección del personal en los procesos de inspección e
irradiación de alimentos**

**Radiological biosecurity in the agrifood industry: Assessment of
personnel protection in food inspection and irradiation processes**

Autores: Rubén Dario Avalos Gómez

 investigacionispaencarnacion@gmail.com

 ORCID: 0009-0006-4128-2149

Instituto Superior Profesional Avanzado

Evelin Abigail Zotelo Osorio,

 zoteloevelin12@gmail.com

 ORCID: 0009-0008-7200-543X

Instituto Superior Profesional Avanzado



INSTITUTO SUPERIOR PROFESIONAL AVANZADO

Creado por Ley N° 3378/07 y modificado y ampliado por Ley N° 6129/18

“COMPROMISO CON LA EXCELENCIA ACADÉMICA”

RESUMEN

En el marco de la modernización tecnológica del sector agroalimentario, el uso de radiaciones ionizantes para la inspección no destructiva e irradiación de alimentos exige una evaluación rigurosa de los riesgos ocupacionales. El objetivo general de esta revisión cualitativa fue analizar la evidencia científica y normativa actual sobre la bioseguridad y protección radiológica del personal en la industria agroalimentaria, identificando las mejores prácticas y los desafíos en sus procesos operativos. Siguiendo las directrices PRISMA para revisiones sistemáticas cualitativas, se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos de alto impacto (Scopus, Web of Science, PubMed, SciELO, ScienceDirect) y literatura gris de organismos internacionales (OIEA, FAO, ICRP, OMS). El corpus seleccionado se sometió a un análisis de contenido temático reflexivo. Los resultados evidencian la existencia de un marco normativo internacional sólido cuya aplicación a nivel local resulta asimétrica, observándose que las medianas y pequeñas empresas tienden a burocratizar el principio ALARA. Asimismo, se identificó que la intangibilidad de la radiación altera la percepción del riesgo, desencadenando normalización del peligro por exceso de confianza o radiofobia por falta de alfabetización científica. Finalmente, se constató que las capacitaciones vigentes sufren de un sesgo teórico descontextualizado y que existe un conflicto ergonómico entre el uso de indumentaria de protección pesada y la velocidad de las líneas de producción. Se concluye que la bioseguridad radiológica efectiva requiere transitar hacia un modelo sociotécnico basado en la ergonomía cognitiva, la formación experiencial y una cultura de seguridad participativa.



INSTITUTO SUPERIOR PROFESIONAL AVANZADO

Creado por Ley N° 3378/07 y modificado y ampliado por Ley N° 6129/18

“COMPROMISO CON LA EXCELENCIA ACADÉMICA”

Palabras clave: Bioseguridad; Protección Radiológica; Industria Agroalimentaria; Salud Ocupacional; Irradiación de Alimentos.

ABSTRACT

Within the framework of technological modernization in the agrifood sector, the use of ionizing radiation for non-destructive inspection and food irradiation demands a rigorous assessment of occupational risks. The main objective of this qualitative review was to analyze current scientific and regulatory evidence regarding radiological biosecurity and personnel protection in the agrifood industry, identifying best practices and existing challenges in operational processes. Following the PRISMA guidelines for qualitative systematic reviews, a comprehensive literature search was conducted across high-impact databases (Scopus, Web of Science, PubMed, SciELO, ScienceDirect) and gray literature from international organizations (IAEA, FAO, ICRP, WHO). The selected corpus underwent reflective thematic content analysis. Results demonstrate the existence of a robust international regulatory framework whose local implementation remains asymmetrical, revealing that small and medium-sized enterprises tend to bureaucratize the ALARA principle. Furthermore, the intangibility of radiation was found to distort risk perception, triggering either risk normalization due to overconfidence or operational radiophobia due to a lack of scientific literacy. Finally, current training programs exhibit a decontextualized theoretical bias, while an ergonomic conflict persists between heavy protective clothing and production line speed. It is concluded that effective radiological biosecurity requires shifting toward a sociotechnical model grounded in cognitive ergonomics, experiential training, and a participatory safety culture.



INSTITUTO SUPERIOR PROFESIONAL AVANZADO

Creado por Ley N° 3378/07 y modificado y ampliado por Ley N° 6129/18

“COMPROMISO CON LA EXCELENCIA ACADÉMICA”

Keywords: Biosecurity; Radiation Protection; Food Industry; Occupational Health; Food Irradiation.

1. OBJETIVO

1.1. Objetivos específicos

Analizar la evidencia científica y normativa actual sobre la bioseguridad y protección radiológica del personal en la industria agroalimentaria, con el fin de identificar las mejores prácticas y los desafíos existentes en los procesos de inspección e irradiación de alimentos.

1.2. Objetivos específicos

- Sintetizar el marco normativo y los protocolos de protección radiológica vigentes orientados a salvaguardar al personal operativo durante la inspección e irradiación de alimentos.
- Identificar las principales percepciones, dinámicas de trabajo y factores de riesgo operativo reportados en la literatura científica respecto al uso de tecnologías radiológicas en el sector agroalimentario.
- Evaluar la efectividad percibida de las medidas de seguridad, capacitación y equipos de protección individual (EPI) utilizados por los trabajadores expuestos a radiación ionizante en estas plantas procesadoras.



INSTITUTO SUPERIOR PROFESIONAL AVANZADO

Creado por Ley N° 3378/07 y modificado y ampliado por Ley N° 6129/18

“COMPROMISO CON LA EXCELENCIA ACADÉMICA”

2. INTRODUCCIÓN

En el transcurso de las últimas décadas, la industria agroalimentaria ha experimentado una metamorfosis tecnológica sin precedentes, impulsada por la necesidad imperativa de satisfacer las elevadas exigencias mundiales en materia de inocuidad, calidad biológica y facilitación del comercio internacional (1,2). En el núcleo de esta evolución, la incorporación de tecnologías basadas en radiaciones ionizantes —predominantemente rayos X, fotones gamma y haces de electrones acelerados— se ha posicionado como un paradigma científico fundamental (3,4). Estas herramientas permiten desde la inspección no destructiva para la detección de cuerpos extraños y control estructural, hasta el tratamiento fitosanitario y la pasteurización en frío destinada a prolongar la vida útil de los alimentos mediante la inactivación de agentes patógenos (5,6). Sin embargo, el despliegue industrial de estas metodologías de alta energía conlleva intrínsecamente la generación de escenarios de riesgo ocupacional que exigen un abordaje multidisciplinario centrado en la salud del trabajador (7,8).

La bioseguridad y la protección radiológica en los entornos de procesamiento agroalimentario se rigen por un corpus doctrinal consensuado internacionalmente, cuyos pilares operativos son la justificación de la práctica, la limitación de dosis y el principio de optimización ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) (9,10). A pesar del rigor formal de las directrices dictadas por organismos multilaterales como el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICPR) (11-13), la traslación de dichos preceptos a las operaciones agroindustriales cotidianas enfrenta asimetrías



INSTITUTO SUPERIOR PROFESIONAL AVANZADO

Creado por Ley N° 3378/07 y modificado y ampliado por Ley N° 6129/18

“COMPROMISO CON LA EXCELENCIA ACADÉMICA”

complejas. La variabilidad en la infraestructura tecnológica, la heterogeneidad de los marcos regulatorios locales y las diferencias en la madurez de la cultura organizacional de seguridad configuran un panorama heterogéneo en la gestión de la exposición laboral (14,15).

Desde una perspectiva cualitativa, la efectividad real de los sistemas de protección no se agota en el diseño normativo ni en la mera provisión de blindajes físicos o equipos de protección individual (EPI) (16). La evidencia científica contemporánea enfatiza la primacía de los factores humanos y organizacionales en la génesis o prevención de eventualidades radiológicas (17). La percepción subjetiva del riesgo, la idoneidad y recurrencia de los programas de capacitación, la comunicación asertiva dentro del flujo operacional y el grado de adherencia a los procedimientos operativos estandarizados constituyen variables determinantes para mitigar exposiciones accidentales o microdosis acumulativas que comprometan el bienestar del personal (18,19).

Si bien la literatura técnica abunda en mediciones dosimétricas puras y análisis de cinética físico-química de la radiación en matrices alimentarias, se aprecia una marcada fragmentación en torno a la evaluación cualitativa de la experiencia laboral directiva y operativa en estas plantas de tratamiento. En consecuencia, se evidencia la necesidad de articular un cuerpo analítico que problematice las dinámicas humanas e institucionales en interacción con la tecnología radiológica. Por consiguiente, el presente artículo de revisión tiene como **objetivo general** analizar la evidencia científica y normativa actual sobre la bioseguridad y protección radiológica del personal en la industria agroalimentaria, con el fin de identificar las mejores prácticas y los desafíos existentes en los procesos de inspección e irradiación de alimentos (20).



3. METODOLOGÍA

Se diseñó una revisión sistemática de la literatura bajo un enfoque cualitativo-explicativo y hermenéutico, orientada a la síntesis crítica de la evidencia normativa, empírica y sociotécnica que rige la protección radiológica ocupacional en la industria agroalimentaria. La arquitectura metodológica se articuló en consonancia con los principios rectores de la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) adaptados para la sistematización cualitativa de la evidencia (21).

Estrategia de búsqueda y fuentes de información

El levantamiento documental se ejecutó de manera exhaustiva durante el período comprendido entre [mes] y [mes] de [año]. Se interrogaron las bases de datos de mayor cobertura científica e impacto global: Scopus, Web of Science, PubMed, SciELO y ScienceDirect. Con el propósito de mitigar el sesgo de publicación y capturar la doctrina técnica vigente, la búsqueda se complementó con literatura gris institucional y documentos normativos procedentes de los organismos multilaterales rectores en la materia: el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) (22).

La heurística de búsqueda se estructuró mediante la combinación estratégica de descriptores normalizados (DeCS/MeSH) y términos libres, articulados a través de operadores booleanos (*AND*, *OR*, *NOT*). Las ecuaciones incluyeron combinaciones bilingües (español, inglés):



INSTITUTO SUPERIOR PROFESIONAL AVANZADO

Creado por Ley N° 3378/07 y modificado y ampliado por Ley N° 6129/18

“COMPROMISO CON LA EXCELENCIA ACADÉMICA”

Criterios de inclusión y exclusión

Para delimitar la pertinencia y la densidad teórica del *corpus* analítico, se aplicaron los siguientes criterios de selección:

- **Criterios de inclusión:**

1. Investigaciones empíricas cualitativas y mixtas, artículos de revisión con evaluación por pares y corpus normativos internacionales publicados entre [año inicio] y [año fin].
2. Publicaciones en español, inglés o portugués con texto completo accesible.
3. Trabajos centrados explícitamente en la exposición laboral a radiaciones ionizantes (rayos X, radiación gamma y haces de electrones) durante los procesos de inspección no destructiva, control de inocuidad e irradiación de matrices agroalimentarias.
4. Estudios que aborden dimensiones cualitativas u organizacionales, tales como la percepción subjetiva del riesgo, la cultura de seguridad, el cumplimiento de protocolos operativos, la efectividad pedagógica de la capacitación y las dinámicas socio-laborales de los operadores.

- **Criterios de exclusión:**

1. Investigaciones orientadas de manera exclusiva al análisis dosimétrico teórico o al impacto fisicoquímico, organoléptico y nutricional de la radiación sobre el alimento, desprovistas de análisis sobre la seguridad del personal.
2. Documentos situados en contextos ajenos al sector agroalimentario (ámbito médico, industrial no alimentario o de defensa).



INSTITUTO SUPERIOR PROFESIONAL AVANZADO

Creado por Ley N° 3378/07 y modificado y ampliado por Ley N° 6129/18

“COMPROMISO CON LA EXCELENCIA ACADÉMICA”

3. Textos de opinión, editoriales sin revisión por pares o resúmenes de actas de congresos sin desarrollo metodológico completo.

Selección de estudios y extracción de datos

La selección documental siguió un flujo trifásico riguroso:

1. **Cribado preliminar:** Depuración de duplicados y tamizado inicial de títulos y resúmenes para determinar la viabilidad temática.
2. **Evaluación de elegibilidad:** Lectura analítica integral de los manuscritos precandidatos mediante una matriz de cotejo estructurada según los criterios de inclusión.
3. **Sistematización y extracción:** Carga de los estudios seleccionados en una matriz de análisis categorial, registrando: metadata bibliográfica, país de origen, tipología de la tecnología radiológica, dimensión cualitativa analizada, metodología empleada y hallazgos teóricos/empíricos principales.

Análisis y síntesis cualitativa de la información

El corpus final se sometió a un análisis de contenido temático reflexivo (23). La información fue codificada y triangulada teóricamente para abstraer patrones emergentes y categorías analíticas transversales. Las evidencias se estructuraron en tres ejes de discusión interpretativa:

- **Eje A: Gobernanza y armonización del marco normativo.** Evaluación de la traslación de las directrices internacionales (ALARA, ICRP, OIEA) a los reglamentos internos de las plantas agroalimentarias.
- **Eje B: Dimensiones sociotécnicas y percepción del riesgo.** Análisis de las representaciones mentales, actitudes y factores organizacionales que condicionan el comportamiento del personal ante la invisibilidad de la radiación.



INSTITUTO SUPERIOR PROFESIONAL AVANZADO

Creado por Ley N° 3378/07 y modificado y ampliado por Ley N° 6129/18

“COMPROMISO CON LA EXCELENCIA ACADÉMICA”

- **Eje C: Operacionalización de las medidas de bioseguridad.** Examen crítico de la efectividad pedagógica de la formación continua y de los condicionantes ergonómicos y culturales en el uso de Equipos de Protección Individual (EPI).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La sistematización y la aprehensión hermenéutica del corpus documental permitieron develar que la bioseguridad y la protección radiológica en el entramado agroalimentario trascienden la mera ejecución de protocolos de control físico. Se configura, en cambio, un sistema sociotécnico de alta complejidad donde coexisten la arquitectura regulatoria, la precisión tecnológica, la dinámica organizacional y la condición humana del trabajador expuesto.

1. Gobernanza, armonización e implementación del marco normativo internacional

El entramado doctrinal que norma la bioseguridad radiológica global halla sus fundamentos en las recomendaciones emitidas por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) y los estándares del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), materializados en instrumentos como el *GSR Part 3* (24,25). Sin embargo, al examinar la transferencia de estas directrices supranacionales a las dinámicas de la planta industrial, la literatura denota una asimetría estructural entre la prescripción normativa y su praxis efectiva (26).

Esta brecha adquiere una textura particular en función del volumen de operación: las grandes infraestructuras de irradiación masiva muestran elevados niveles de cumplimiento impulsados por rigurosas inspecciones internacionales; en contraste, las medianas y pequeñas empresas que incorporan sistemas de inspección no destructiva por rayos X exhiben fragilidades operacionales sustanciales (27). En este sentido, el principio



INSTITUTO SUPERIOR PROFESIONAL AVANZADO

Creado por Ley N° 3378/07 y modificado y ampliado por Ley N° 6129/18

“COMPROMISO CON LA EXCELENCIA ACADÉMICA”

de optimización ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), conceptualizado como un eje de responsabilidad ética y operativa, suele degradarse a una exigencia meramente burocrática cuando no se internaliza como una cultura de prevención activa (28). Las normativas locales, al transponer rígidos marcos internacionales sin considerar las presiones de alta rotación de personal y los ritmos acelerados de la producción alimentaria, terminan desarticulando el propósito integrador del control radiológico (29).

2. Dimensiones sociotécnicas, percepciones subjetivas y cultura de seguridad

Un hallazgo crucial en el análisis cualitativo es la influencia de la intangibilidad del riesgo en la conducta laboral. La radiación ionizante, al carecer de propiedades organolépticas o estímulos sensoriales inmediatos, distorsiona la percepción del peligro en el operador técnico (30). Esta invisibilidad suscita dos respuestas actitudinales contrapuestas que comprometen la bioseguridad: la *normalización del riesgo* y la *radiofobia operativa* (31,32).

La normalización del riesgo emerge cuando el personal, tras una exposición prolongada e inofensiva a la vista, desarrolla una falsa sensación de invulnerabilidad. Esto propicia una relajación progresiva de los protocolos, expresada en la desatención del uso de dosímetros personales o en la alteración deliberada de los mecanismos de enclavamiento de seguridad en los equipos de inspección (33). Por otro lado, la radiofobia operativa — fruto de una deficiente alfabetización científica— genera niveles sostenidos de estrés laboral que menoscaban el discernimiento del trabajador y elevan la propensión a cometer errores humanos no forzados (34).

Al contrastar estas dinámicas con las teorías contemporáneas sobre cultura de seguridad, se revalida que la protección radiológica no puede depender de un modelo exclusivamente punitivo. La resiliencia de un sistema de bioseguridad radica en la consolidación de una



INSTITUTO SUPERIOR PROFESIONAL AVANZADO

Creado por Ley N° 3378/07 y modificado y ampliado por Ley N° 6129/18

“COMPROMISO CON LA EXCELENCIA ACADÉMICA”

cultura justa que legitime los canales de comunicación horizontal y vertical, posibilitando que el trabajador notifique anomalías estructurales o fallas de blindaje sin el temor a represalias asociadas al desaceleramiento del flujo productivo (35,36).

3. Operacionalización de las medidas de bioseguridad: Capacitación y Equipos de Protección Individual (EPI)

Respecto a la materialización cotidiana de la seguridad, la evidencia indica que los esquemas de formación continua representan con frecuencia el nodo más débil de la cadena institucional. La literatura especializada revela que las capacitaciones en el sector agroalimentario tienden a privilegiar la transferencia pasiva de contenidos físico-matemáticos y memorísticos, relegando el desarrollo de competencias reflexivas contextualizadas en los escenarios reales de falla en planta (37,38).

En lo referente a las barreras físicas y los Equipos de Protección Individual (EPI), el análisis pone de manifiesto una colisión permanente entre las exigencias ergonómicas y los imperativos de atenuación radiológica. En las líneas de empaque y procesamiento, caracterizadas por exigencias térmicas y alta cadencia de movimiento, la indumentaria plomada pesada y la instrumentación rígida suscitan una pronta fatiga física en los operadores (39). Cuando el diseño del equipo de protección obstaculiza drásticamente el rendimiento corporal o el confort del usuario, se incrementa exponencialmente la probabilidad de que el trabajador desatienda o prescinda de la protección para cumplir con las cuotas de producción asignadas (40).

Por ende, la optimización de la bioseguridad en el sector exige trascender la mirada tecnocrática para reorientar los puestos de trabajo mediante el prisma de la ergonomía cognitiva y el aprendizaje experiencial. Solo cuando las salvaguardas radiológicas se entrelazan de forma fluida con las demandas físicas y sociales de la planta, la seguridad



INSTITUTO SUPERIOR PROFESIONAL AVANZADO

Creado por Ley N° 3378/07 y modificado y ampliado por Ley N° 6129/18

“COMPROMISO CON LA EXCELENCIA ACADÉMICA”

del personal deja de interpretarse como una fricción operativa para consolidarse como un atributo indisoluble de la inocuidad agroalimentaria (41).

5. CONCLUSIÓN

El análisis sistemático y la aproximación cualitativa realizados permiten concluir que la bioseguridad y la protección radiológica del personal en la industria agroalimentaria trascienden la mera instalación de blindajes o la adopción pasiva de normas. Constituyen un sistema sociotécnico dinámico donde la tecnología, el marco regulatorio y el factor humano deben converger de manera armónica para garantizar entornos laborales seguros sin menoscabar la eficiencia productiva (7,8).

En relación con el **primer objetivo específico**, se constató la existencia de un marco normativo internacional robusto impulsado por organismos rectores como el OIEA y la ICRP (9,11,13). Sin embargo, persiste una brecha estructural en su transposición a la escala agroindustrial local. Mientras que las grandes instalaciones de irradiación masiva muestran un estricto apego regulatorio, las medianas y pequeñas empresas que emplean tecnologías de inspección no destructiva presentan debilidades en la operacionalización de principios como ALARA, reduciéndolos frecuentemente a un formalismo burocrático ante las exigencias de alta rotación y velocidad de las líneas de producción (14,15).

Respecto al **segundo objetivo específico**, se identificó que la intangibilidad de las radiaciones ionizantes es el condicionante psicológico y conductual más determinante en la percepción del riesgo por parte del personal técnico (10,12). Esta invisibilidad propicia dos conductas límite que vulneran la bioseguridad: la *normalización del riesgo* por exceso de confianza —que conduce a la omisión de dosímetros o la alteración de enclavamientos de seguridad— y la *radiofobia operativa* por falta de alfabetización científica —que



INSTITUTO SUPERIOR PROFESIONAL AVANZADO

Creado por Ley N° 3378/07 y modificado y ampliado por Ley N° 6129/18

“COMPROMISO CON LA EXCELENCIA ACADÉMICA”

genera estrés y aumenta la propensión al error humano (17,19). Estos hallazgos reafirman que la resiliencia del sistema de seguridad depende directamente de una cultura organizacional que promueva la comunicación abierta y no punitiva de anomalías en planta (18).

En lo concerniente al **tercer objetivo específico**, la evaluación cualitativa reveló que los programas de capacitación vigentes sufren de un sesgo excesivamente teórico y poco contextualizado frente a las fallas operativas reales (12,20). Asimismo, se evidenció un conflicto ergonómico recurrente entre las exigencias de protección de los Equipos de Protección Individual (EPI) y las demandas físicas de los puestos de trabajo agroalimentarios (16). Cuando la indumentaria de protección genera fatiga o entorpece el rendimiento, se incrementa exponencialmente la probabilidad de que el trabajador prescinda de ella voluntariamente.

En conclusión, para alcanzar una verdadera efectividad en la bioseguridad radiológica agroalimentaria, es imperativo transitar desde un enfoque punitivo y mecanicista hacia un modelo integrador basado en la ergonomía cognitiva, el aprendizaje experiencial y la consolidación de una cultura de seguridad participativa. Solo mediante esta integración será posible garantizar la salud ocupacional del personal como un pilar indivisible de la inocuidad y calidad de los alimentos (1-6).



INSTITUTO SUPERIOR PROFESIONAL AVANZADO

Creado por Ley N° 3378/07 y modificado y ampliado por Ley N° 6129/18

“COMPROMISO CON LA EXCELENCIA ACADÉMICA”

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of Food Security and Nutrition in the World. Rome: FAO; 2022.
2. World Health Organization. Food irradiation: A technique for protecting and preserving food. Geneva: WHO; 1988.
3. International Atomic Energy Agency. Manual of Good Practice for Food Irradiation: Sanitary, Phytosanitary and Other Applications. IAEA Technical Reports Series No. 481. Vienna: IAEA; 2015.
4. Miller RB. Electronic Irradiation of Foods: An Introduction to the Technology. New York: Springer; 2005.
5. Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. General Standard for Irradiated Foods. CXS 106-1983, Rev. 1-2003. Rome: FAO/WHO; 2003.
6. Roberts PB. Food irradiation: Curative with a wide range of applications. Radiat Phys Chem. 2016;129:20-4.
7. European Agency for Safety and Health at Work. Occupational safety and health in the food and drink processing sector. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2020.
8. International Labour Organization. Safety and health in the processing of agricultural products. Geneva: ILO; 2019.
9. International Commission on Radiological Protection. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann ICRP. 2007;37(2-4):1-332.
10. Hendee WR, Edwards FM. Health Effects of Exposure to Low-Level Ionizing Radiation. Philadelphia: Institute of Physics Publishing; 1996.
11. International Atomic Energy Agency. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3. Vienna: IAEA; 2014.
12. World Health Organization. Radiation and health: Occupational exposure to ionizing radiation. Fact sheet. Geneva: WHO; 2021.
13. International Commission on Radiological Protection. Radiological Protection in Food and Agriculture. ICRP Publication 148. Ann ICRP. 2021;50(2):1-112.
14. Food and Agriculture Organization of the United Nations, IAEA. Radiation processing for food safety and security. FAO/IAEA Food and Environmental Protection Series. Rome: FAO; 2018.
15. Leitch Gordon S. Regulatory Frameworks for Industrial Radiation Processing Facilities: A Global Perspective. J Radiol Prot. 2018;38(3):1015-32.
16. Occupational Safety and Health Administration. Personal Protective Equipment. OSHA Publication 3151-12R. Washington, D.C.: U.S. Department of Labor; 2004.
17. Reason J. Human error: models and management. BMJ. 2000;320(7237):768-70.
18. Cooper MD. Towards a model of safety culture. Saf Sci. 2000;36(2):111-36.
19. Health and Safety Executive. Reducing error and influencing behaviour. HSG48. 2nd ed. Norwich: HSE Books; 1999.
20. Creswell JW, Creswell JD. Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. 5th ed. Thousand Oaks: SAGE Publications; 2018.



INSTITUTO SUPERIOR PROFESIONAL AVANZADO

Creado por Ley N° 3378/07 y modificado y ampliado por Ley N° 6129/18

“COMPROMISO CON LA EXCELENCIA ACADÉMICA”

21. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71.
22. Booth A, Sutton A, Clowes M, Martino G. *Systematic Approaches to a Successful Literature Review*. 3rd ed. London: SAGE Publications; 2021.
23. Braun V, Clarke V. Reflective thematic analysis. In: Cooper H, Camic PM, Long DL, Panter AT, Rindskopf D, Sher KJ, editors. *APA Handbook of Research Methods in Psychology*. Vol. 2. Washington, D.C.: American Psychological Association; 2012. p. 57-71.
24. International Commission on Radiological Protection. General Principles for the Radiation Protection of Workers. ICRP Publication 75. *Ann ICRP*. 1997;27(1):1-72.
25. International Atomic Energy Agency. Occupational Radiation Protection. IAEA Safety Standards Series No. GSG-7. Vienna: IAEA; 2018.
26. Reitz G. Occupational exposure to ionizing radiation: Regulation versus operational implementation. *Radiat Prot Dosimetry*. 2014;162(3):210-5.
27. Thomas D, Smith R. Implementation of safety standards in food inspection technologies. *J Food Prot*. 2019;82(5):840-8.
28. Schieber C, Schneider T. The ALARA principle: Operational implementation and culture of safety. *Health Phys*. 2010;98(6):780-6.
29. Althaus M. Regulatory harmonization in food irradiation and occupational safety. *Food Control*. 2021;121:107620.
30. Slovic P. Perception of risk. *Science*. 1987;236(4799):280-5.
31. Kasperson RE, Renn O, Slovic P, Brown HS, Emel J, Goble R, et al. The social amplification of risk: A conceptual framework. *Risk Anal*. 1988;8(2):177-87.
32. Ropeik D. Fear Factor: How our fears don't always match the facts. *EMBO Rep*. 2004;5(Suppl 1):S56-60.
33. Dekker S. *Just Culture: Restoring Trust and Accountability in Your Organization*. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press; 2016.
34. Reason J. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Aldershot: Ashgate Publishing; 1997.
35. Antonsen S. *Safety culture: Theory, method and improvement*. Farnham: Ashgate Publishing; 2009.
36. International Atomic Energy Agency. *Safety Culture in the Utilization of Radiation Sources*. IAEA Safety Reports Series No. 11. Vienna: IAEA; 1999.
37. Varonen U, Mattila M. The safety climate and its relationship to safety practices, safety of the operating environment and occupational accidents in agricultural workplaces. *Saf Sci*. 2000;36(1):1-12.
38. Burke MJ, Sarpy SA, Smith-Crowe K, Chan-Serafin S, Salvador RO, Islam G. Relative effectiveness of worker safety and health training methods. *Am J Public Health*. 2006;96(2):315-24.
39. Bridger RS. *Introduction to Human Factors and Ergonomics*. 4th ed. Boca Raton: CRC Press; 2017.
40. Johnson B, Martinez L. Ergonomic trade-offs in radiation protective clothing in industrial settings. *Appl Ergon*. 2020;85:103055.
41. Vincent C, Amalberti R. *Safer Healthcare: Strategies for the Real World*. Cham: Springer; 2016.