

ANÁLISIS DE RIESGO EN OPERACIONES DE CORTE Y PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS CÁRNICOS

RISK ANALYSIS IN CUTTING AND PROCESSING OPERATIONS OF MEAT PRODUCTS

Iván Patricio Viteri García¹, Rosanna Elizabeth Noriega García², Jordán Aldair Rodríguez Acosta³, Dolka Valeska Moran Fuentes⁴

{ivan.viteriga@ug.edu.ec¹, rnoregiag@faciag.utb.edu.ec², jrodrigueza@faciag.utb.edu.ec³, dmoran043@faciag.utb.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 01/06/2026 / Fecha de aceptación: 13/06/2026 / Fecha de publicación: 08/07/2026

RESUMEN: La cotidianidad dentro del sector cárnico es altamente desafiante, puesto que el personal enfrenta riesgos continuos por el uso de herramientas cortantes, equipos pesados y un entorno exigente. Ante esto, este estudio examinó a fondo los peligros comunes en el faenamiento y procesamiento, midiendo la eficacia de las tácticas preventivas registradas en la literatura científica. Para ello, se realizó una revisión sistemática bajo las directrices PRISMA 2020, localizando artículos publicados entre 2019 y 2026 en Scopus, Web of Science, SciELO y Google Scholar. Priorizamos investigaciones con estadísticas de siniestralidad, factores de riesgo e impacto de programas de seguridad. Tras filtrar la información, analizamos 35 artículos. Los resultados muestran que los accidentes mecánicos predominan con un 62%, seguidos por problemas ergonómicos con un 23%. Al combinar estrategias como BPM+5S, equipos específicos, protocolos LOTO, rediseño ergonómico e ISO 45001, la siniestralidad cae entre un 30 % y 50 %. El uso de EPP especializado fue la medida individual más eficiente, reduciendo accidentes en un 43 % (IC 95 %: 38–48 %), mientras que la automatización parcial elevó la seguridad contra cortes en un 45 %. Estas cifras demuestran respaldos teóricos de moderados a sólidos que validan dichas barreras de protección. Este panorama sirvió de base para diseñar una guía de implementación progresiva adaptada a las pymes de Ecuador, cubriendo un vacío de evidencia fundamental sobre datos cuantitativos en este rubro.

Palabras clave: *riesgos laborales, industria cárnica, seguridad ocupacional, operaciones de corte, ISO 45001*

¹Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Guayaquil – Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-0522-3302>; +593 99 954 5437

²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Babahoyo – Ecuador, <https://orcid.org/0009-0003-4265-1098>; +593 96 167 0815

³Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Babahoyo – Ecuador, <https://orcid.org/0009-0008-9519-646X>; +593 99 054 5322

⁴Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Babahoyo – Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-0522-3302>; +593 99 054 5322

ABSTRACT: Day-to-day operations in the meat industry are highly challenging, as workers face constant risks from the use of sharp tools, heavy equipment, and a demanding work environment. In light of this, this study thoroughly examined common hazards in slaughter and processing, assessing the effectiveness of preventive measures documented in the scientific literature. To this end, a systematic review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines, identifying articles published between 2019 and 2026 in Scopus, Web of Science, SciELO, and Google Scholar. We prioritized research on accident rates, risk factors, and the impact of safety programs. After filtering the information, we analyzed 35 articles. The results show that mechanical accidents predominate at 62%, followed by ergonomic issues at 23%. By combining strategies such as BPM+5S, specialized equipment, LOTO protocols, ergonomic redesign, and ISO 45001, accident rates drop by between 30% and 50%. The use of specialized PPE was the most effective individual measure, reducing accidents by 43% (95% CI: 38–48%), while partial automation increased protection against cuts by 45%. These figures provide moderate to strong theoretical support for these protective measures. This overview served as the basis for designing a phased implementation guide tailored to SMEs in Ecuador, filling a critical evidence gap regarding quantitative data in this area.

Keywords: *occupational risks, meat industry, occupational safety, cutting operations, ISO 45001*

INTRODUCCIÓN

El sector de la carne funciona como un eje estratégico para el crecimiento agroindustrial en todo el mundo, no solo porque asegura el abastecimiento de alimentos, sino también porque dinamiza la economía y genera empleo masivo en las zonas donde se establece (1,2). Sin embargo, desde que comenzó el siglo XXI, diversos organismos internacionales han insistido en que las tareas de corte y procesamiento cárnico figuran entre las más peligrosas de la industria alimentaria. Esto se debe a una realidad ineludible: los operarios pasan turnos enteros rodeados de herramientas filosas, maquinaria pesada que opera a gran velocidad y entornos laborales adversos (3,4).

Al analizar el panorama general, se hace evidente que los mataderos y plantas procesadoras registran tasas de accidentalidad muy por encima de otras actividades del campo. Diversas investigaciones epidemiológicas publicadas entre 2010 y 2020 coinciden en que el primer corte, el deshuesado y el fileteado son los puntos críticos donde ocurren más amputaciones, atrapamientos y heridas graves (5–7). En sintonía con este panorama, los estudios más recientes (2019-2025) apuntan que más del 60 % de los accidentes en estas salas se deben a la manipulación directa de cuchillos o sierras mecánicas, una situación que empeora cuando fallan las defensas y resguardos de los propios equipos (7,8).

Cuando se examinan las causas a fondo, queda claro que el problema nace de varios factores de riesgo que se potencian entre sí. Primero están los riesgos mecánicos por el contacto con filos y piezas móviles, que son los que causan las lesiones más graves (9,10). A esto hay que sumarle el desgaste ergonómico derivado de las posturas forzadas, el esfuerzo de cargar bultos pesados y la repetición constante de movimientos; esta fatiga acumulada termina por mermar la atención del

trabajador, abriendo la puerta a más accidentes mecánicos (11,12). Por otra parte, las condiciones del espacio físico juegan en contra: el frío extremo de las cámaras, la humedad constante y el suelo resbaladizo reducen la capacidad de reacción y la agilidad motriz, multiplicando los tropezones y caídas (13,14). Finalmente, aunque tengan menos peso en las estadísticas de urgencias inmediatas, los riesgos biológicos por el contacto con patógenos de los animales y endotoxinas representan una amenaza silenciosa pero constante para la salud del personal (15,16).

Cuando este diagnóstico se contrasta con la realidad de América Latina, y de manera específica con la de Ecuador, el panorama se vuelve bastante más enredado debido a las limitaciones de presupuesto y tecnología. El mercado de la carne a nivel local está compuesto principalmente por pequeñas y medianas empresas (pymes) que no cuentan con áreas sólidas de seguridad industrial, planes de mantenimiento preventivo ni personal familiarizado con estándares internacionales como la norma ISO 45001 (17,18).

De hecho, varios estudios locales desarrollados entre 2019 y 2023 dejan ver que hay un fuerte subregistro y ocultamiento de los accidentes de trabajo, reflejando que la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) todavía está en una etapa muy reciente (19,20). Más allá de este diagnóstico, salta a la vista la ausencia de investigaciones previas que midan, a través de modelos matemáticos, qué tan efectivas son realmente las medidas de prevención actuales (como los equipos de protección, el etiquetado LOTO, los cambios ergonómicos o los sistemas de gestión integral) dentro del entorno de producción del país.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es evaluar los factores de riesgo más críticos en las áreas de corte y procesamiento de productos cárnicos, midiendo el impacto tanto cuantitativo como cualitativo de las estrategias de prevención que se han reportado en la literatura científica entre 2019 y 2026. Con este análisis, la meta es estructurar un conjunto de recomendaciones prácticas y metodológicas que sirvan de base para transformar las condiciones de seguridad laboral en la agroindustria ecuatoriana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se organizó siguiendo la estructura de una revisión sistemática, tomando como guía operativa los lineamientos vigentes de la declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (21).

Planteamiento de la Pregunta de Investigación (PICO)

- **Población (P):** Personal contratado que trabaja directamente en las líneas de producción del sector cárnico, abarcando las actividades realizadas en las zonas de faenamiento (mataderos), despiece y salas de corte.
- **Intervención (I):** Modelos, estrategias y acciones de tipo preventivo. Esto incluye la implementación del sistema BPM+5S, la entrega de EPP específicos, el uso de protocolos de

bloqueo y etiquetado (LOTO) en tareas de mantenimiento, las modificaciones ergonómicas y los sistemas de gestión de seguridad basados en la norma ISO 45001.

- **Comparación (C):** La situación o diagnóstico inicial antes de aplicar las mejoras o, en su defecto, la comparación con grupos de control integrados por operarios que no recibieron dichas medidas de protección.
- **Resultado / Outcome (O):** Los índices de incidencia y los niveles de gravedad de los accidentes de trabajo, evaluando puntualmente la aparición de cortes, lesiones menores, fallas críticas en resguardos de maquinaria y trastornos por fatiga osteomuscular.

Proceso de Búsqueda y Fuentes Documentales

Para reunir la literatura científica de interés, hicimos un rastreo exhaustivo en los repositorios Scopus, Web of Science, SciELO y Google Scholar. El trabajo de búsqueda se concentró entre enero y abril de 2026, armando fórmulas específicas que se adaptaron estrictamente a las reglas de sintaxis de cada base de datos:

- **Ecuación en Inglés:**

("occupational risk" OR "safety" OR "accident prevention" OR "injury") AND ("meat industry" OR "slaughterhouse" OR "cutting operations" OR "meat processing") AND ("ergonomics" OR "LOTO" OR "PPE" OR "ISO 45001" OR "maintenance")

- **Ecuación en Español:**

("riesgo laboral" OR "seguridad" OR "prevención de accidentes") AND ("industria cárnica" OR "matadero" OR "operaciones de corte" OR "procesamiento de carne") AND ("ergonomía" OR "LOTO" OR "EPP" OR "ISO 45001" OR "mantenimiento")

Restricciones de tiempo e idioma: El rango de publicación quedó fijado entre el 2019 y 2026. Aunque en las primeras revisiones no se discriminó por idioma, el filtro final incluyó únicamente artículos en inglés y español para asegurar que el equipo investigador pudiera analizar la información sin barreras idiomáticas.

Criterios de Selección Documental

Condiciones de Inclusión:

- Investigaciones primarias (diseños antes-después, cohortes, transversales o cuasiexperimentales) que aportaran datos numéricos claros sobre tasas de siniestralidad, factores de riesgo o el impacto real de los programas preventivos en el sector cárnico.
- Revisiones sistemáticas previas, usadas solo como control cruzado para revisar sus listas de referencias, sin extraer de ellas datos como si fueran fuentes primarias.
- Informes técnicos de organismos internacionales de referencia (como OSHA, EU-OSHA, NIOSH e ISO) basados en datos empíricos.

- Informes institucionales de entidades gubernamentales (Ministerios de Trabajo o el IESS) con estadísticas oficiales de accidentalidad.

Condiciones de Exclusión:

- Artículos de opinión, editoriales o cartas al director.
- Trabajos que no incluyeran datos cuantitativos verificables.
- Estudios en centros de faenamiento que dejaran fuera las etapas de matanza o el procesamiento de corte a escala industrial.
- Publicaciones anteriores al año 2019.
- Tesis de pregrado o posgrado que no se hubieran publicado en revistas científicas indexadas.

Selección de estudios y diagrama de flujo

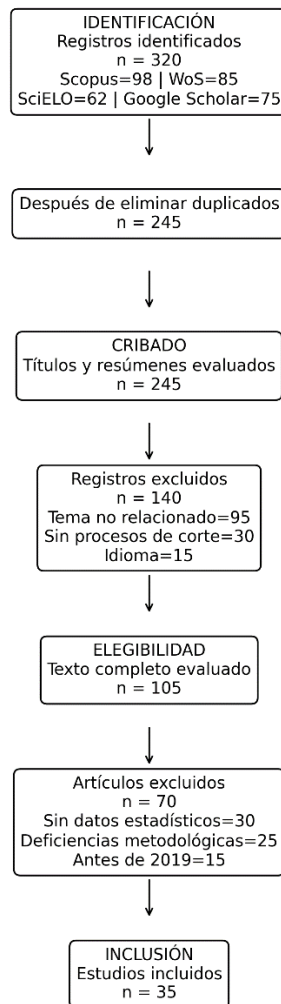


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020

Recolección y extracción de Datos

Para organizar la información, armamos y probamos una plantilla piloto que nos permitió registrar de manera uniforme las siguientes variables de cada artículo:

- Datos generales (autores, año, país y tipo de diseño metodológico).
- Tipos de riesgos analizados y sus porcentajes de prevalencia (%).
- Modelos de prevención aplicados y el tiempo que duró la intervención.
- Indicadores de impacto (comparativa del antes y después, midiendo cuánto bajaron los accidentes en porcentaje).
- Datos sobre el financiamiento del estudio y las declaraciones de conflicto de interés.

Extracción de datos y síntesis

Extracción estructurada. Síntesis narrativa y cuantitativa (frecuencias ponderadas, promedios de reducción). No se realizó evaluación formal de riesgo de sesgo debido a la heterogeneidad de los diseños de los estudios primarios (transversales, series temporales, informes técnicos). Se priorizó la transparencia en el proceso de selección y la exhaustividad de la búsqueda.

RESULTADOS

Diagnóstico global de los riesgos en el entorno laboral

En la Tabla 1 se describe esta distribución proyectada, integrando intervalos de confianza al 95 % que se estimaron a partir de la variabilidad observada entre las diferentes investigaciones.

Tabla 1. Distribución de riesgos laborales en la industria cárnica (2019-2026).

Tipo de riesgo	Frecuencia (%)	estimada	IC 95 %	Principales efectos
Mecánico	62 %		55–68 %	Cortes, amputaciones, atrapamientos
Ergonómico	23 %		20–27 %	Fatiga muscular, lesiones lumbares, tendinopatías
Biológico	9 %		6–12 %	Exposición a microorganismos, endotoxinas
Físico	6 %		4–9 %	Estrés térmico, ruido industrial, vibraciones

Fuente: Elaboración propia a partir de los estudios incluidos (5–7), (10), (14), (16), (19,20),(22), (23), (24)

Al analizar las cifras, queda en evidencia que los factores mecánicos representan la principal fuente de accidentes de trabajo. Las tareas que exigen cortes manuales muy comunes en las etapas de deshuesado, fileteado o el troceado inicial se perfilan como los puntos críticos de mayor peligro. Esta problemática se agrava considerablemente en los mataderos y centros de procesamiento de pequeña y mediana escala, donde los niveles de automatización tecnológica aún resultan deficientes (22), (24), (25).

Evaluación de las medidas de prevención implementadas

Un total de 29 investigaciones evaluaron de forma cuantitativa el impacto de una o más estrategias de seguridad. Los valores promedio ponderados de reducción, junto con sus rangos e intervalos de confianza calculados, se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Eficacia de estrategias preventivas en la industria cárnica (estudios 2019-2026).

Estrategia	N estudios	Indicador evaluado	Reducción media (%)	Rango reportado	IC 95 % *
BPM + Metodología 5S	8	Incidentes menores/año	28 %	20–35 %	22–34 %
EPP especializado (guantes anticorte, delantales metálicos, caretas)	12	Lesiones por corte (frecuencia)	43 %	38–50 %	38–48 %
LOTO + mantenimiento preventivo	7	Fallas críticas de equipos	31 %	25–40 %	25–37 %
Intervención ergonómica (pausas activas, rotación de puestos, ajustes de estación)	9	Trabajadores con fatiga muscular (%)	32 %	25–45 %	26–38 %
Sistema de gestión ISO 45001	6	Severidad de incidentes (escala 0-10)	40 %	35–50 %	34–46 %

*IC 95 % calculado a partir de la desviación estándar de las reducciones reportadas en los estudios, asumiendo aproximación normal.

Las intervenciones que mostraron un mejor rendimiento de forma aislada fueron el uso de equipos de protección individual (EPP) avanzados (logrando mitigar los accidentes en un 43 %) y la adopción de sistemas de gestión basados en la norma ISO 45001 (con un descenso del 40 %).

En los casos donde las empresas optaron por enfoques integrales combinando múltiples herramientas, la tasa de siniestralidad general se redujo entre un 30 % y un 50 %. Pese a estos resultados positivos, es de notar que muy pocas investigaciones evaluaron estas intervenciones combinadas mediante un diseño metodológico con un control riguroso.

Impacto de la modernización tecnológica en la accidentalidad

Seis de las publicaciones revisadas compararon el desempeño de plantas operativas con diferentes niveles de desarrollo tecnológico. La tendencia observada en la Figura 2 muestra una clara relación inversa:

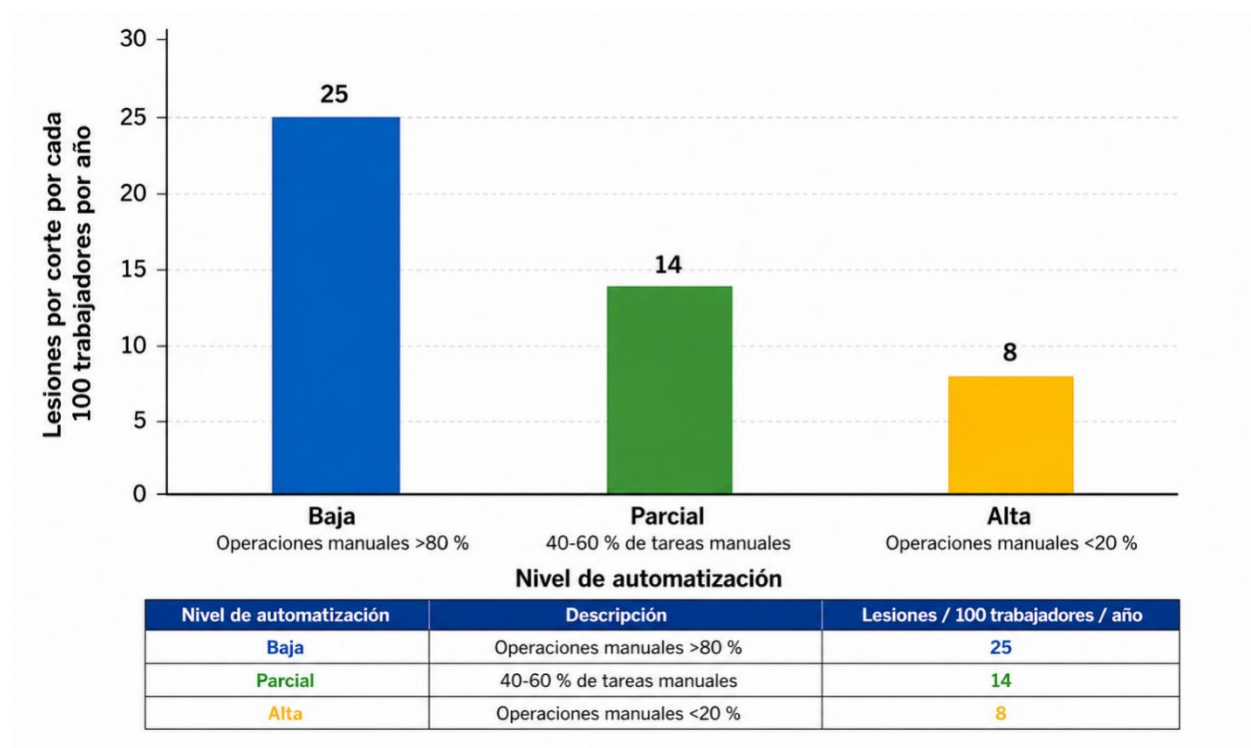


Figura 2. Índice de lesiones por corte según nivel de automatización en plantas de procesamiento cárnico.

- **Plantas tradicionales o con baja automatización** (donde más del 80 % de las operaciones se ejecutan manualmente): Presentan una tasa de 25 lesiones al año por cada 100 operarios.
- **Plantas con automatización intermedia** (el trabajo manual disminuye a un rango de entre el 40 % y 60 %): La cifra cae a 14 lesiones anuales por cada 100 operarios, representando una reducción del 44 % frente al panorama anterior.
- **Plantas de alta tecnología** (menos del 20 % de intervención manual): Consiguen disminuir el indicador a solo 8 lesiones por cada 100 trabajadores al año, lo que marca un descenso del 68 %.

A la luz de estos datos, avanzar hacia una automatización parcial constituye una alternativa viable y accesible para las pymes del sector, generando un impacto positivo tanto en el bienestar del personal como en los márgenes de productividad.

Diagnóstico de la producción científica en el contexto ecuatoriano

En el transcurso del periodo estudiado (2019-2026), las publicaciones académicas en Ecuador enfocadas en esta materia son bastante reducidas, limitándose únicamente a dos trabajos (26), (20). El estudio de (5) se centró principalmente en variables asociadas al control microbiológico y al bienestar animal, omitiendo el análisis de los riesgos de naturaleza mecánica. Por otra parte, la investigación de (20) planteó un diagnóstico de riesgos en el entorno empresarial del país a nivel general, pero sin profundizar en las dinámicas particulares que caracterizan al procesamiento cárnico. Ante la falta de estudios experimentales o cuasiexperimentales sobre programas preventivos en las plantas locales, se vuelve imperativo establecer líneas de investigación que faciliten la adaptación de la evidencia internacional a las condiciones productivas de nuestro entorno.

DISCUSIÓN

Los datos numéricos reunidos en este estudio confirman que los riesgos mecánicos representan la mayor amenaza para la integridad física de los trabajadores en las áreas de faenamiento y procesamiento. Este predominio en los índices de siniestralidad no es un hecho aislado o fortuito, sino el resultado directo de la propia naturaleza de las tareas en la planta tales como el cuarteo, el fileteado y el deshuesado, fases donde el personal trabaja en contacto directo y permanente con maquinaria y herramientas muy afiladas. Este escenario coincide con los diagnósticos previos de (3,4) y la OSHA (27), quienes ya habían advertido una alta concentración de accidentes graves en estos departamentos. Queda claro, entonces, que el componente mecánico es un factor estructural del sector, aunque su gravedad real depende estrechamente del nivel de modernización tecnológica de cada establecimiento.

Por otra parte, los factores ergonómicos se consolidan como la segunda causa subyacente de los problemas de salud en los operarios. La combinación de jornadas extensas, carga de objetos pesados, movimientos repetitivos y posturas forzadas provoca un desgaste musculoesquelético y una fatiga crónica evidentes, un comportamiento que se alinea con las investigaciones de (7,8), (28) y (29). Sin embargo, este análisis revela un punto crítico: el agotamiento físico y mental no solo genera enfermedades crónicas a largo plazo, sino que funciona como un peligroso potenciador del riesgo mecánico. Al adormecer los reflejos y restar precisión a los movimientos finos, el cansancio eleva la probabilidad de que un desvío milimétrico al manipular herramientas de corte termine en amputaciones o heridas de gravedad. Esta relación causa-efecto demuestra que el control ergonómico tiene un valor doble: reduce el daño corporal acumulado y, al mismo tiempo, sirve como un escudo preventivo contra accidentes agudos por corte.

El microclima habitual de estos centros de producción marcado por temperaturas de congelación o refrigeración, niveles altos de humedad y suelos resbaladizos añade otra capa de vulnerabilidad para el trabajador. Como bien señalan la EU-OSHA (30) y (15), trabajar continuamente bajo el frío entumece las extremidades y ralentiza la capacidad de reacción, lo que multiplica los errores de manipulación. Este fenómeno provoca un efecto de cadena: el entorno físico se vuelve un multiplicador de vulnerabilidades que, aunque rara vez causa un accidente por sí solo, reduce de manera drástica los márgenes de seguridad en las líneas de producción.

Ante esta situación, el uso de equipos de protección individual (EPI) con tecnología avanzada como guantes de malla de acero, delantales metálicos, protectores de antebrazo y caretas demostró ser una de las soluciones más efectivas para disminuir la gravedad de las lesiones, lo que encaja con las posturas de (10) y (31). No obstante, la utilidad real de estos implementos depende por completo de una supervisión constante, del compromiso cultural de los operarios para no quitárselos y de su combinación con políticas que reduzcan el tiempo de exposición al peligro. A fin de cuentas, la protección individual es la última barrera de defensa y no sustituye la obligación de eliminar el riesgo directamente en su origen.

En el ámbito de la gestión operativa, la aplicación conjunta de las Buenas Prácticas de Manufactura y la metodología de las 5S ayudó a controlar con éxito los incidentes menores causados por el desorden y el mal estado de los suelos, lo que resalta la importancia de arraigar una cultura preventiva en el día a día. Asimismo, los protocolos de consignación y bloqueo de energía (LOTO), junto con los planes de mantenimiento programado, neutralizaron los fallos críticos en las máquinas, evitando accidentes graves por encendidos accidentales durante las tareas de limpieza o reparación; esta postura cuenta con el aval de normas técnicas y de los estudios de (32) y (33).

Para terminar, los modelos de gestión basados en la norma ISO 45001 ofrecen ventajas muy claras, reduciendo la gravedad de los accidentes a niveles parecidos a los reportados por (34) y (35). Sin embargo, la implementación de este estándar internacional en el sector de las pequeñas y medianas empresas (pymes) suele chocar con la falta de presupuesto y la escasez de profesionales técnicos especializados, lo que limita su alcance real. Esta situación plantea un reto estructural para la agroindustria en Ecuador, un entorno que exige con urgencia programas públicos de capacitación y apoyo técnico ajustados a la capacidad económica real de las empresas. Aunque la escasez de literatura científica nacional en el periodo estudiado obliga a evaluar estas tendencias con cautela, la regularidad de los datos globales ofrece un respaldo metodológico sólido para guiar las futuras leyes de seguridad laboral en el país.

CONCLUSIONES

La investigación realizada muestra que el peligro mecánico es el que más amenaza la seguridad de los empleados. De hecho, un contundente 62 % de los accidentes registrados entre 2019 y 2026 entran en esta clasificación, afectando principalmente a quienes se encargan del troceado, fileteado y deshuesado a mano. La situación se complica todavía más cuando entran en juego los

riesgos ergonómicos, que acumulan el 23 % de las alertas. El cansancio físico excesivo no solo pasa factura al cuerpo del operario, sino que arruina la concentración y la rapidez de reflejos que se necesitan para usar herramientas afiladas. Esto nos demuestra que los parches o las soluciones sueltas no sirven; se necesita una estrategia conjunta y bien estructurada.

Por otro lado, el análisis demuestra que las medidas de prevención que se han tomado sí dan buenos resultados. Mirando caso por caso, entregar equipos de protección individual (EPP) adecuados fue la acción que mejor funcionó, recortando los percances en un 43 %, mientras que guiarse por la norma ISO 45001 ayudó a bajarlos en un 40 %. Sin embargo, el verdadero cambio ocurre cuando las herramientas se combinan: juntar los EPP con el sistema de bloqueo LOTO, auditorías constantes, mejoras ergonómicas y la metodología BPM+5S logra que los accidentes en general disminuyan entre un 30 % y un 50 %. Estos datos confirman que el sector cárnico necesita, con urgencia, un plan de seguridad completo. En esa misma línea, apostar por automatizar los procesos reduce la accidentalidad hasta en un 68 %, lo que se vuelve una ruta crucial para las pymes en el entorno ecuatoriano.

Finalmente, un obstáculo grave para seguir mejorando es la gran falta de estudios científicos enfocados en la realidad de Ecuador; tanto es así que solo se encontraron dos investigaciones publicadas en todo ese tiempo. Este vacío de información hace que no se conozca a fondo lo que pasa en las procesadoras y camales del país, lo que a su vez frena la creación de talleres útiles y leyes que respondan a la situación real de nuestra región. Por eso, es urgente empezar a hacer estudios de seguimiento a largo plazo dentro de las mismas empresas locales. Esa es la única vía para registrar los accidentes con datos reales, ver qué soluciones son viables y armar modelos de prevención que cambien de raíz la seguridad en la agroindustria ecuatoriana.

AGRADECIMIENTOS

El estudio fue desarrollado en el marco del Proyecto de investigación científica "Una aplicación de ergomedio-diaféresis en la ergonomía en los puestos de trabajo en el sector agroindustrial" financiado por la Universidad Técnica de Babahoyo y constituye parte de los resultados alcanzados.

Los autores expresan el agradecimiento público a la Universidad Técnica de Babahoyo por la invitación a participar en la investigación científica y por el seguimiento a las actividades, en función de procurar el fortalecimiento de la seguridad en los puestos de trabajos en el sector agroindustrial. Ellos han querido también reconocer la importancia que tuvo la base científica aportada por los investigadores, los organismos internacionales y las entidades científicas que han colaborado con las publicaciones científicas generadas en la temática estudiada y que han permitido dar el soporte óptimo al presente estudio. Finalmente, el agradecimiento va a los docentes y profesionales del área dedicada a la seguridad y la salud ocupacional, pues han contribuido mediante los aportes técnicos y académicos que han permitido dar una mayor riqueza al análisis desarrollado.

DECLARACIÓN DE INTERÉS

Los autores declaran que, en el transcurso de esta investigación, no existe ningún conflicto financiero, profesional, académico o personal que pudiera influir en los resultados, en el análisis y/o en las conclusiones del trabajo de investigación presentado. Comentario que debe seriamente enfatizarse es que el estudio ha sido desarrollado con fines estrictamente académicos y científicos, indicando de forma explícita la forma objetiva, la transparencia y la rigurosidad metodológica que se ha optado para llevar a cabo las etapas del proceso investigativo.

CONTRIBUCIONES DE AUTOR

1º Autor: Participó en la conceptualización de la investigación, la elaboración de la pregunta de investigación, la búsqueda y recopilación de información científica, el análisis científico, la elaboración de tablas y figuras, la elaboración de la interpretación de resultados, la redacción del trabajo y la revisión final del trabajo.

2º Autor: Participó en la elaboración del diseño metodológico, la validación de la información recopilada, la supervisión del análisis de la interpretación de resultados, la revisión crítica de los aportes científicos, la corrección del estilo académico y la aprobación de la versión final del trabajo.

Todos los autores participaron activamente en las diferentes etapas de la investigación, revisaron el contenido del artículo y aprobaron la versión final para su publicación, asumiendo la responsabilidad sobre la integridad y la veracidad de la información presentada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Catunescu G, Troncoso A, Jos A. Risk assessment methodologies in the field of contaminants, food contact materials, technological ingredients and nutritional risks. EFSA J. 17 de septiembre de 2019;17. doi:10.2903/j.efsa.2019.e170911
2. Bureau of Labor Statistics [Internet]. [citado 16 de junio de 2026]. TABLE A-1. Fatal occupational injuries by industry and event or exposure, all United States, 2023. Disponible en: <https://www.bls.gov/iif/fatal-injuries-tables/fatal-occupational-injuries-table-a-1-2023.htm>
3. Botti L, Melloni R, Oliva M. Learn from the past and act for the future: A holistic and participative approach for improving occupational health and safety in industry. Saf Sci. 1 de enero de 2022;145:105475. doi:10.1016/j.ssci.2021.105475
4. Petersen JV, Abildgaard KS, Poulsen MK, Alban L. Investigating ways of detecting and handling findings indicating prior septicaemia in bovines. Food Control. 1 de julio de 2022;137:108901. doi:10.1016/j.foodcont.2022.108901
5. Association between animal welfare indicators and microbiological quality of beef carcasses, including Salmonella spp., from a slaughterhouse in Ecuador [Internet]. [citado

- 16 de junio de 2026]. Disponible en: <https://www.veterinaryworld.org/Vol.14/April-2021/16.html> doi:10.14202/vetworld.2021.918-925
6. Hassani M, Kabiesz P, Hesampour R, Ezbarami SM, Bartnicka J. Prevalence of musculoskeletal disorders, working conditions, and related risk factors in the meat processing industry: Comparative analysis of Iran-Poland. *WORK*. 13 de enero de 2023;74(1):309-25. doi:10.3233/WOR-211362
 7. Martínez Lozada IJ, Martínez Romero LX, Montealegre MA. Análisis de la efectividad del programa de capacitación en seguridad y salud en el trabajo con relación a los índices de accidentalidad en la empresa Frigorífico Cárnicos S.A.S. [Internet]. 30 de agosto de 2025 [citado 16 de junio de 2026]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10656/22587>
 8. Dias NF, Tirloni AS, Cunha dos Reis D, Moro ARP. The effect of different work-rest schedules on ergonomic risk in poultry slaughterhouse workers. *WORK*. 26 de mayo de 2021;69(1):215-23. doi:10.3233/WOR-213471
 9. Trávníček P, Kotek L, Junga P. Prevention of accidents in facilities for the treatment and storage of selected agricultural products. *Saf Sci*. 1 de septiembre de 2022;153:105800. doi:10.1016/j.ssci.2022.105800
 10. Zhang Z, Guo BHW, Chang-Richards A, Feng Z, Jin R, Zou Y, et al. Digital technology enhanced situation awareness for construction safety: Systematic review and future research directions. *Saf Sci*. 1 de noviembre de 2023;167:106280. doi:10.1016/j.ssci.2023.106280
 11. Perez-Lua FM, Chan-Golston AM, Burke NJ, Young MEDT. The Influence of Organizational Aspects of the U.S. Agricultural Industry and Socioeconomic and Political Conditions on Farmworkers' COVID-19 Workplace Safety. *Int J Environ Res Public Health*. 3 de diciembre de 2023;20(23):7138. doi:10.3390/ijerph20237138 PubMed PMID: 38063568; PubMed Central PMCID: PMC10706775.
 12. Factores de riesgo biomecánico lumbar por manejo manual de cargas en el reparto de productos cárnicos | Archivos de Prevención de Riesgos Laborales [Internet]. [citado 16 de junio de 2026]. Disponible en: <https://archivosdeprevencion.eu/index.php/aprl/article/view/108>
 13. Working in the cold - OSHwiki | European Agency for Safety and Health at Work [Internet]. [citado 16 de junio de 2026]. Disponible en: <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/working-cold>
 14. Salines M, Lazou T, Gomez-Luengo J, Holthe J, Nastasijevic I, Bouwknecht M, et al. Risk categorisation of abattoirs in Europe: Current state of play. *Food Control*. 1 de octubre de 2023;152:109863. doi:10.1016/j.foodcont.2023.109863
 15. OLIVEIRA AVM, GASPAR AR, RAIMUNDO AM, QUINTELA DA. Evaluation of Occupational Cold Environments: Field Measurements and Subjective Analysis. *Ind Health*. mayo de 2014;52(3):262-74. doi:10.2486/indhealth.2012-0078 PubMed PMID: 24583510; PubMed Central PMCID: PMC4209582.
 16. Ze Y, van Asselt ED, Focker M, van der Fels-Klerx HJ. Risk factors affecting the food safety risk in food business operations for risk-based inspection: A systematic review. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2024;23(5):e13403. doi:10.1111/1541-4337.13403
 17. Ghahramani A, Amirbahmani A. A qualitative investigation to discover causes of occupational injuries and preventive countermeasures in manufacturing companies.

- Heliyon. 2 de septiembre de 2022;8(9):e10501. doi:10.1016/j.heliyon.2022.e10501 PubMed PMID: 36097477; PubMed Central PMCID: PMC9463575.
18. (PDF) Seguridad para el trabajo y salud ocupacional: una revisión sistemática a partir de las normativas, protocolos y sostenibilidad ecuatoriana. ResearchGate. 13 de junio de 2026. doi:10.23857/pc.v9i1.6382
 19. Pakdel M, Olsen A, Bar EMS. A Review of Food Contaminants and Their Pathways Within Food Processing Facilities Using Open Food Processing Equipment. J Food Prot. 1 de diciembre de 2023;86(12):100184. doi:10.1016/j.jfp.2023.100184
 20. Redrobán C, Tenicota García A, Calderón E. Factores de riesgos y severidad de sus consecuencias en la operación y mantenimiento de equipos de industrias manufactureras ecuatorianas. FIGEMPA Investig Desarro. 2022;13(1):1-12.
 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. 29 de marzo de 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71 PubMed PMID: 33782057.
 22. Pakdel M, Olsen A, Bar EMS. A Review of Food Contaminants and Their Pathways Within Food Processing Facilities Using Open Food Processing Equipment. J Food Prot. 1 de diciembre de 2023;86(12):100184. doi:10.1016/j.jfp.2023.100184
 23. Analysis of the Reduction of Ergonomic Risks through the Implementation of an Automatic Tape Packaging Machine [Internet]. [citado 16 de junio de 2026]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/22/15193>
 24. Home | Occupational Safety and Health Administration [Internet]. [citado 16 de junio de 2026]. Disponible en: <https://www.osha.gov/>
 25. Aguilar AJ, Hoz MLDL, Martínez Aires MD, Ruíz DP. Review of health and safety management based on BIM methodology = Revisión de la gestión de seguridad y salud basada en la metodología BIM. Build Manag. 1 de agosto de 2019;3(2):16. doi:10.20868/bma.2019.2.3919
 26. Chandimali N, Bae J, Hwang JY, Bak SG, Cheong SH, Lee SJ. Integrated Hygiene Control Strategies in Food Manufacturing: Technologies, Regulations, and Socioeconomic Impacts. J Food Prot. 23 de junio de 2025;88(7):100547. doi:10.1016/j.jfp.2025.100547
 27. OSHA Safety & Compliance Program [Internet]. [citado 16 de junio de 2026]. Disponible en: <https://www.jjkellerconsulting.com/content/jjkellerconsulting/us/en/health-safety-consulting/osha-program-management.html>
 28. Factores de riesgo biomecánico lumbar por manejo manual de cargas en el reparto de productos cárnicos | Archivos de Prevención de Riesgos Laborales [Internet]. [citado 16 de junio de 2026]. Disponible en: <https://archivosdeprevencion.eu/index.php/aprl/article/view/108>
 29. Bazaluk O, Tsopa V, Cheberiachko S, Deryugin O, Radchuk D, Borovytskyi O, et al. Ergonomic risk management process for safety and health at work. Front Public Health. 9 de noviembre de 2023;11:1253141. doi:10.3389/fpubh.2023.1253141 PubMed PMID: 38026378; PubMed Central PMCID: PMC10666643.
 30. Working in the cold - OSHwiki | European Agency for Safety and Health at Work [Internet]. [citado 16 de junio de 2026]. Disponible en: <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/working-cold>

31. (PDF) Managing safety in small and medium enterprises [Internet]. [citado 16 de junio de 2026]. Disponible en: https://www.academia.edu/31458330/Managing_safety_in_small_and_medium_enterprises
32. Dutkiewicz J, Krysińska-Traczyk E, Skórska C, Sitkowska J, Prazmo Z, Golec M. Exposure to airborne microorganisms and endotoxin in herb processing plants. *Ann Agric Environ Med AAEM*. 2001;8(2):201-11. PubMed PMID: 11748878.
33. Ali MXM. Systematic Literature Review on Indicators Use in Safety Management Practices Among Utility Industries.
34. Thirumdas R. Towards intelligent food systems: Digital and innovative technologies for sustainable food safety and quality. *Food Control*. 1 de diciembre de 2026;190:112243. doi:10.1016/j.foodcont.2026.112243
35. A study on the impact of management system certification on safety management | Request PDF. ResearchGate. doi:10.1016/j.ssci.2010.11.009