

Revisión bibliográfica

## Gestión de riesgos laborales en procesos agroindustriales: análisis bibliométrico 2002-2024 y perspectivas futuras

Occupational risk management in agro-industrial processes: bibliometric analysis 2002-2024 and future perspectives

Carlos Julio Lozano Piedrahita<sup>1\*</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-7322-5046>

Yosvani Orlando Lao León<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-7491-3548>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial, Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup>Universidad de Holguín, Departamento de Turismo, Holguín, Cuba.

\*Autor para correspondencia: [cjlozanop@unal.edu.co](mailto:cjlozanop@unal.edu.co)

### RESUMEN

**Introducción:** El sector agroindustrial es clave para la seguridad alimentaria global, pero presenta altos índices de accidentes y enfermedades laborales.

**Objetivo:** Analizar la literatura indexada en *Scopus* y *DIMENSIONS* sobre gestión de riesgos laborales en la agroindustria.

**Método:** Estudio de naturaleza teórico-documental siguiendo los criterios de la metodología *PRISMA* 2020.

**Resultados:** La producción científica en el área fue limitada antes de 2012, con un crecimiento progresivo hasta 2017 y una aceleración notable desde 2019, salvo una caída en 2023. Estados Unidos (24 autores) y Brasil (20) lideran en participación, seguidos de Guatemala, Perú y Corea del Sur. Entre las instituciones más productivas destacan la *University of Colorado* (12 autores), la *Federal University of Grande Dourados* y el *Pantaleon Group* (siete cada una). Ocho autores concentran el 22 % de las publicaciones, sobresaliendo Butler-Dawson, Dally, Jaramillo, Krisher y Newman, con tres artículos cada uno. Las investigaciones abordan principalmente riesgos mecánicos, químicos, ergonómicos y biológicos, incorporando de forma incipiente factores organizacionales, psicosociales y ambientales. Predominan encuestas y entrevistas, junto con análisis



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

estadísticos, metodologías de análisis de decisiones multicriterio y *machine learning*. La tendencia evoluciona hacia modelos integrales que articulan salud, sostenibilidad y tecnología. Persisten barreras culturales y económicas, así como vacíos en estudios regionales, métricas de eficacia y consideración de riesgos psicosociales, siendo clave la colaboración interdisciplinaria para intervenciones sostenibles.

**Conclusión:** Se enfatiza la urgencia de investigar estrategias de prevención efectivas y colaborativas para reducir la siniestralidad en el sector agroindustrial.

**Palabras clave:** gestión de riesgos laborales; procesos agroindustriales; seguridad y salud ocupacional; tendencias; brechas de investigación

## ABSTRACT

**Introduction:** The agro-industrial sector is key to global food security, but has high rates of occupational accidents and illnesses.

**Objective:** To analyze the Scopus and DIMENSIONS indexed literature on occupational risk management in agroindustry.

**Method:** This is a theoretical and documentary study following the PRISMA 2020 methodology.

**Results:** Scientific production in this area was limited before 2012, with progressive growth until 2017 and a notable acceleration since 2019, except for a drop in 2023. The United States (24 authors) and Brazil (20) lead in participation, followed by Guatemala, Peru, and South Korea. Among the most productive institutions are the University of Colorado (12 authors), the Federal University of Grande Dourados, and the Pantaleon Group (7 each). Eight authors account for 22% of publications, with Butler-Dawson, Dally, Jaramillo, Krisher, and Newman standing out with three articles each. Research primarily addresses mechanical, chemical, ergonomic, and biological risks, while also increasingly incorporating organizational, psychosocial, and environmental factors. Surveys and interviews predominate, along with statistical analysis, multiple-criteria decision analysis methodologies, and machine learning. The trend is evolving toward comprehensive models that articulate health, sustainability, and technology. Cultural and economic barriers persist, as well as gaps in regional studies, effectiveness metrics, and consideration of psychosocial risks, making interdisciplinary collaboration key to , por sus siglas en inglésustainable interventions.

**Conclusion:** The urgent need to research effective and collaborative prevention strategies to reduce the accident rate in the agro-industrial sector is emphasized.



**Keywords:** occupational risk management; agro-industrial processes; occupational safety and health; trends; research gaps

**Recibido:** 9 de agosto de 2025

**Aceptado:** 15 de octubre de 2025

**Publicado:** 15 de octubre de 2025

**Editor a cargo:** MSc. Belkis Lidia Fernández Lafargue.

## Introducción

Estadísticas publicadas por la Organización Internacional del Trabajo en 2023 muestran que se produjeron aproximadamente 330 000 muertes por accidentes laborales a nivel mundial, de las cuales el 63 % (unos 207 900 casos) correspondió a los sectores de agricultura, construcción, silvicultura y pesca, así como a la manufactura. En particular, una de cada tres muertes laborales fatales (alrededor de 110 000 defunciones al año) tuvo lugar entre trabajadores del sector agrícola.<sup>(1)</sup>

Estas cifras reflejan que los trabajadores agrícolas presentan tasas desproporcionadas de lesiones graves y enfermedades relacionadas (pérdida auditiva, cáncer por agroquímicos, enfermedades respiratorias, entre otras). En estudios recientes<sup>(2,3,4,5)</sup> se ha documentado que las altas temperaturas aumentan la dispersión de contaminantes en invernaderos y conducen a índices de estrés por calor que superan los límites seguros. Además, dolencias musculoesqueléticas derivadas de cargas físicas continuas son prevalentes en el sector agrícola. Estos hallazgos subrayan la vulnerabilidad de la salud ocupacional en la cadena agroindustrial, a pesar de su relevancia para erradicar el hambre, según el Objetivo de Desarrollo Sostenible 2 (ODS 2) y reducir la pobreza.

En la revisión de Galvis y Molinase confirma que en países latinoamericanos, la salud ocupacional agrícola había sido relativamente descuidada, y que se comenzaron a implementar estrategias formales recién en los últimos años. Estos autores destacan que las técnicas didácticas (videos, aprendizaje en equipo) y el uso de tecnología para difundir prácticas seguras son enfoques exitosos en varios estudios revisados.<sup>(6)</sup>



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

La gestión de riesgos laborales en este contexto implica identificar, analizar y controlar los peligros inherentes a los procesos agroindustriales, con el objetivo de prevenir accidentes y enfermedades laborales. Estudios en diversos países resaltan la importancia de enfoques integrales, Rivas y Hernández muestran que integrar prácticas de responsabilidad social en la prevención laboral mejora la seguridad de los empleados agrícolas.<sup>(7)</sup> Sin embargo, se ha observado insuficiente capacitación formal y compromiso con la sostenibilidad entre empleadores del sector agrícola.

Particularmente en Colombia, durante el primer semestre de 2024 el sector de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca presentó la mayor tasa de accidentalidad laboral, con 7,64 accidentes por cada 100 trabajadores, superando con creces la media nacional.<sup>(8)</sup> Investigaciones de campo han concluido que la ausencia de programas efectivos de prevención explica en parte el aumento de accidentes en plantas agroindustriales, sugiriendo que las empresas deben cumplir normas de seguridad y salud en el trabajo (SST), impartir formación continua y fomentar una cultura de seguridad.<sup>(9,10,11)</sup>

Pese a la importancia del tema, se cuenta con escasas síntesis bibliográficas globales sobre SST en el sector agrícola. Ozbakır, en su estudio bibliométrico enfocado en salud ocupacional agraria, donde analizó 943 documentos (1956–2022) sobre salud ocupacional en agricultura, encontró una tasa de crecimiento anual promedio de 6,35 %. Su estudio identifica a Estados Unidos como principal productor de investigaciones (seguido por Australia, Brasil, Italia, Canadá, Reino Unido y China), y señala que la colaboración internacional en este campo aún es baja. También revela que, aparte de los términos básicos (salud ocupacional, agricultura), una palabra clave central fue “ergonomía”, mientras que “espacios confinados” surge como tópico de interés reciente.<sup>(12)</sup>

Este contexto bibliométrico sugiere un creciente interés global en la SST agrícola, pero puntualiza que faltan estudios integrales en otras regiones (Ej. América Latina o África). Esto evidencia la necesidad de actualizaciones sistemáticas: un análisis bibliométrico puede revelar las principales líneas temáticas, la evolución del campo y las brechas en el conocimiento, orientando futuras iniciativas científicas. Derivado de esta necesidad, el presente artículo tiene como objetivo analizar la literatura indexada en *Scopus* y *DIMENSIONS* sobre gestión de riesgos laborales en la agroindustria.

## Métodos



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

### Diseño del estudio

La presente investigación tiene un carácter teórico-documental, pues consiste en el examen de la documentación escrita sobre un tema específico,<sup>(13)</sup> mediante la revisión de diversos artículos académicos que cumplan con los criterios definidos.

### Unidades de análisis

Las investigaciones que integraron las unidades de examen abarcaron un intervalo de veinte años de vigencia, o sea, investigaciones realizadas entre 2002 y 2024. Se incluyeron aquellos artículos publicados en revistas indexadas en *Scopus* y *DIMENSIONS*, bajo el requisito indispensable de que la variable objeto de análisis incorpore los riesgos laborales, así como los factores de riesgo o accidentes en el sector agroindustrial.

### Instrumentos

Se empleó una plantilla de registro en *Microsoft Excel*, edición 2023, en la que se recopiló la información general de los artículos, así como los aspectos metodológicos y los hallazgos, con el fin de llevar a cabo el análisis pertinente de los datos.

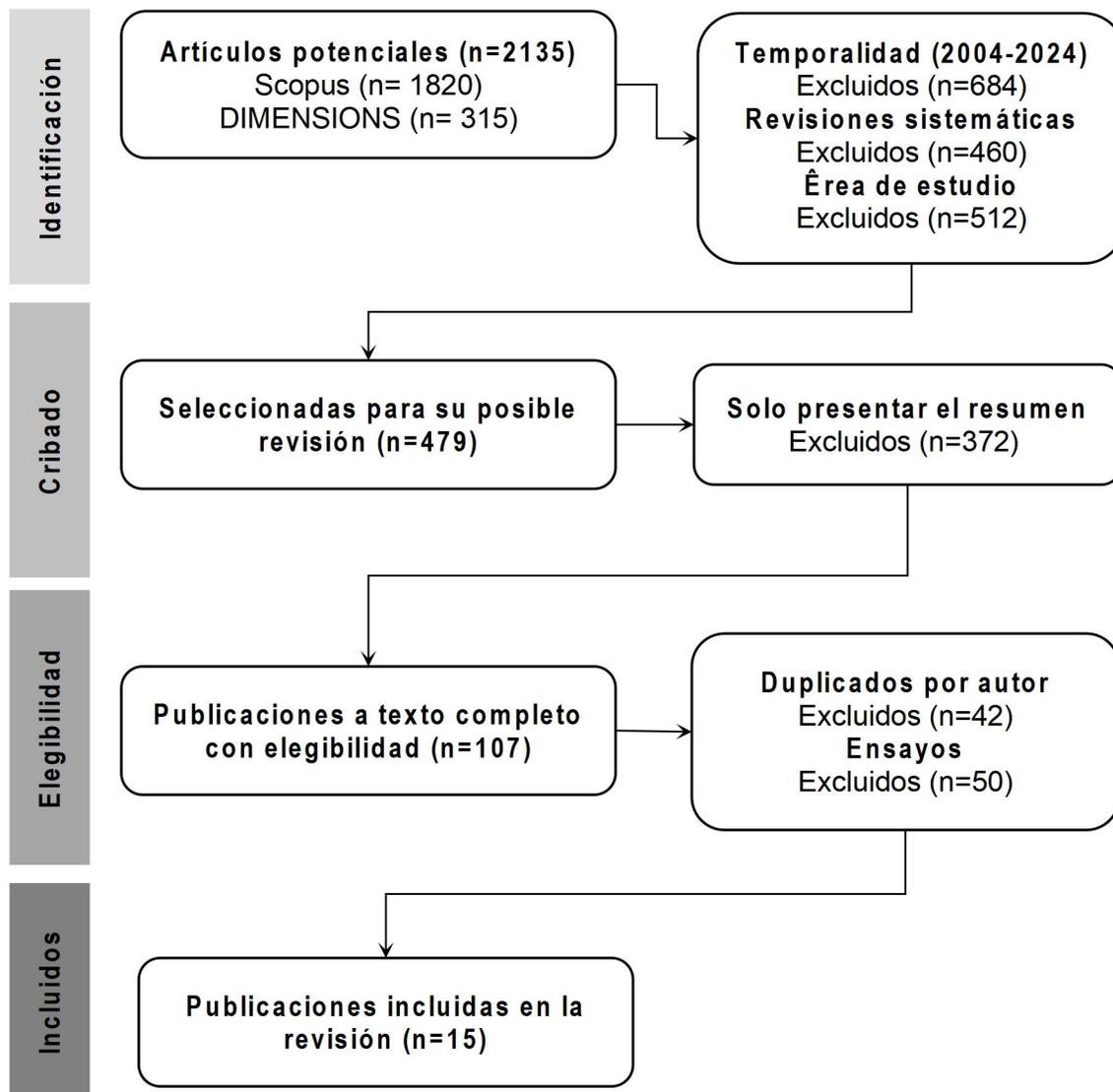
### Procedimientos

La declaración *PRISMA 2020* (acrónimo en inglés de *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) fue aplicada como método de revisión sistemática de la literatura. La declaración *PRISMA 2020*<sup>(14)</sup> “incluye una nueva guía de presentación de las publicaciones que refleja los avances en los métodos para identificar, seleccionar, evaluar y sintetizar estudios.”<sup>(15)</sup>

Para recopilar la información se consultaron las bases de datos *Scopus* y *DIMENSIONS*, para garantizar la evaluación y el control de la calidad. Los años de publicación seleccionados fueron entre el 2002 y el 2024, este procedimiento fue realizado durante los meses de marzo y julio del 2025. En la estrategia de búsqueda se utilizaron las palabras clave: *risks* y *agribusiness*, estos términos se conectaron por el operador booleano *AND*: *risks AND in AND agribusiness*. Como resultado de la aplicación de los criterios de elegibilidad, resultaron 107 publicaciones seleccionadas para la revisión bibliográfica. En la figura 1 se muestra la lógica seguida para su selección. Seguidamente, se revisaron e integraron resultados para mitigar riesgos en la evaluación de los artículos. De esta forma, resultó un archivo final con los datos de los 15 artículos para evaluar su contenido con profundidad.



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Fuente: Elaboración propia.

Fig. 1. Flujograma de la revisión sistemática sobre la gestión de riesgos laborales en la agroindustria.

Los 15 artículos seleccionados fueron sometidos a un estudio bibliométrico: se obtuvieron metadatos (autores, filiaciones, revistas, país de edición, año) y descriptores. Para el análisis cuantitativo se utilizaron tablas y el *software Ucinet* para *Windows*. Lo que permitió determinar indicadores de productividad, principales naciones e instituciones, revistas científicas, autores más productivos y la red de co-ocurrencia de palabras clave. La co-ocurrencia de descriptores permitió detectar agrupaciones temáticas y corrientes emergentes. Los resultados se enriquecieron con una revisión cualitativa de términos clave para debatir vacíos de conocimiento y sugerir

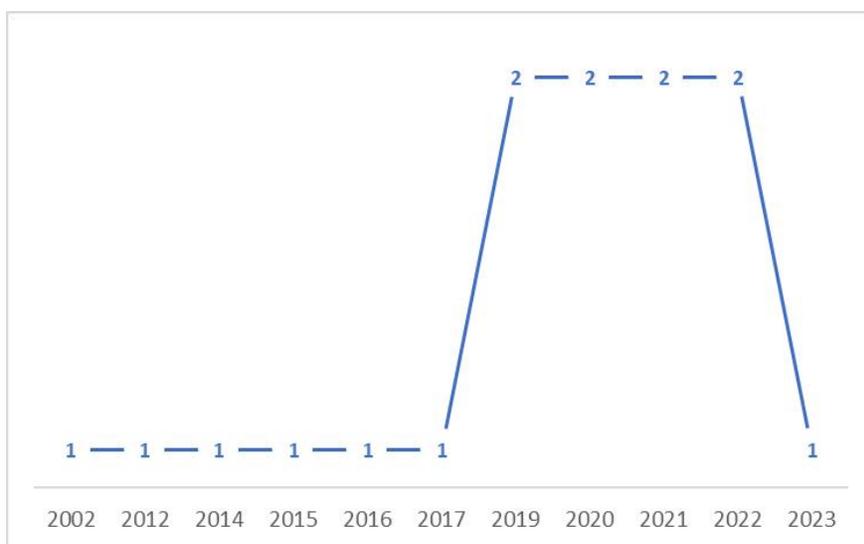


Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

líneas de investigación futuras. Se concluyó con la revisión detallada de las fuentes atendiendo a aspectos metodológicos, especializados y conclusivos.

## Resultados

Hasta el año 2012, la producción sobre gestión de riesgos laborales en procesos agroindustriales fue prácticamente marginal, con apenas un artículo en 2002 y otro en 2012. Entre los años 2012 y 2017, se mantuvo un ritmo pausado pero constante, con una publicación anual que reflejó un interés emergente aunque todavía limitado. A partir del año 2019 se evidenció un punto de inflexión: el número de artículos se duplicó (dos por año hasta el 2022), impulsado por el fortalecimiento de normativas de seguridad, la conciencia de sostenibilidad y el impacto de la pandemia de COVID-19 en la cadena agroindustrial. En 2023 se observó un leve ajuste a un solo artículo, atribuible a demoras en revisiones y cambios en la asignación de recursos, sin que ello implique necesariamente un retroceso estructural (figura 2).



*Fuente:* Elaboración propia.

Fig. 2. Producción entre los años 2002 y 2023.

De cara a 2025 y más allá, se espera que la línea bibliométrica retome su ritmo ascendente, en gran parte gracias a la incorporación de herramientas digitales (*IoT, Big Data*) y enfoques de salud ocupacional preventiva. El apoyo de políticas públicas, acuerdos internacionales y la urgencia de gestionar riesgos emergentes en cadenas



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

agroalimentarias globalizadas proporcionarán el marco para un crecimiento sostenido de la investigación en este campo.

La distribución de autores revela un claro liderazgo de Estados Unidos (24 autores) y Brasil (20 autores), lo cual refleja tanto la madurez de sus infraestructuras de investigación como la importancia estratégica de la agroindustria en ambas economías. A gran distancia, Guatemala, Perú y Corea del Sur, señalando un creciente interés regional y el inicio de redes académicas en zonas tradicionalmente menos exploradas. Argentina, México y Nicaragua, muestran una presencia puntual que denota oportunidades para fortalecer colaboraciones y fomentar nuevos grupos de trabajo en gestión de riesgos laborales agroindustriales (tabla 1).

Tabla 1. Autores por países

Países	Autores
USA	24
Brasil	20
Guatemala	5
Perú	4
Corea del Sur	4
Argentina	1
México	1
Nicaragua	1

*Fuente:* Elaboración propia.

Si se analizan las colaboraciones entre países, las realizadas indican colaboraciones puntuales más que alianzas consolidadas. El análisis institucional destaca la preeminencia de la *University of Colorado*, seguida por dos entidades: *Federal University of Grande Dourados* y *Pantaleon Group* (tabla 2). La dispersión entre nueve instituciones con dos autores y seis con un autor indica una comunidad creciente y diversa, donde emergen nuevos nodos de investigación en diferentes geografías y disciplinas. Este panorama sugiere un campo en expansión, con espacio para consolidar alianzas interinstitucionales y multidisciplinarias que impulsen soluciones innovadoras en seguridad laboral agroindustrial.



Tabla 2. Autores por instituciones

Instituciones	Autores
University of Colorado	12
Federal University of Grande Dourados	7
Pantaleon Group	7
University of Ulsan College of Medicine	4
College of Medicine	3
Universidad Nacional de Trujillo	3
9 instituciones	2
6 instituciones	1

Fuente: Elaboración propia.

La red (figura 3) muestra un núcleo principal formado por tres entidades y parejas aisladas. El subconjunto central agrupa a *University of Colorado*, *Colorado State University* y *Pantaleon Group* con vínculos más intensos, mientras que las demás instituciones participan únicamente en colaboraciones bilaterales puntuales. El subgrupo *Colorado–Colorado* y *State–Pantaleon* destaca por su enfoque mixto, combinando fuerza académica y aplicación industrial, y funciona como motor de la red. Sin embargo, la mayoría de las instituciones quedan relegadas a colaboraciones unilaterales y no participan en un entramado más amplio. Esto indica que, si bien existe voluntad de asociación, aún falta cohesión y continuidad en proyectos multilaterales.



Fuente: Elaboración propia.

Fig. 3. Red de colaboración por instituciones.



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

La distribución de la productividad (tabla 3) revela un núcleo de liderazgo conformado por los primeros cinco autores, seguido de tres investigadores. Esta concentración del 22 % de las publicaciones totales en apenas ocho autores evidencia la existencia de un grupo central que impulsa la investigación en gestión de riesgos laborales en agroindustrias. La constancia de estas figuras clave asegura continuidad metodológica, profundización teórica y desarrollo de redes colaborativas estables.

Tabla 3. Productividad autoral

Productividad	
Autor	Artículos
Butler-Dawson J.	3
Dally M.	3
Jaramillo D.	3
Krisher L.	3
Newman LS.	3
Clancy R.	2
Fisher GG.	2
Schwatka NV.	2
Restantes 52 autores	1

*Fuente:* Elaboración propia.

Al mismo tiempo, la presencia de 52 autores con una sola publicación muestra una amplia base de contribuyentes episódicos. Esta “cola larga” refleja la apertura del campo a nuevos aportes y disciplinas, pero también sugiere que gran parte de la comunidad aún no consolida líneas de investigación sostenidas. De acuerdo con la Ley de *Lotka*,<sup>(16)</sup> esta alta proporción de autores intermitentes es típica en áreas en expansión, donde emergen talentos que pueden cristalizar en futuras alianzas con los líderes actuales, fortaleciendo tanto la diversidad como la innovación del área.

La matriz de colaboración (figura 4) revela un núcleo denso de autores que generan la mayoría de los vínculos y un perímetro periférico de investigadores con colaboraciones puntuales.

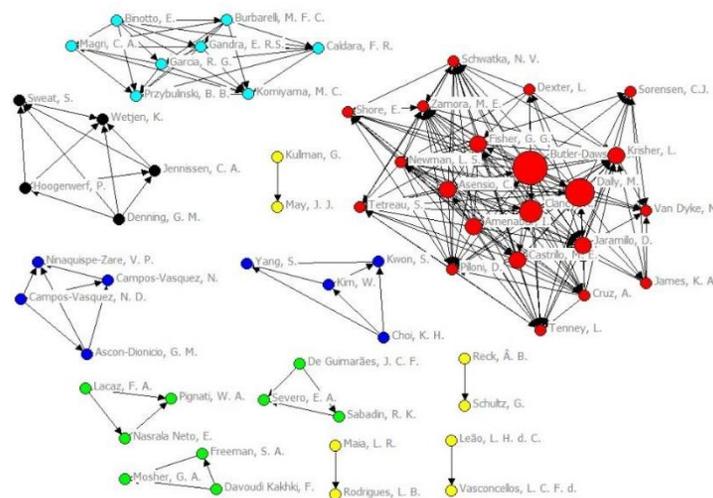
Centro colaborativo: Butler-Dawson, Dally, Jaramillo, Krisher y Newman. Cada uno de estos cinco autores mantiene al menos tres coautorías mutuas entre ellos (intensidad máxima de tres artículos por par),



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

consolidando un cuarteto altamente cohesionado. Por otro lado: Clancy, Fisher y Schwatka, forman un sub-bloque dentro del centro, con vínculos de dos artículos entre sí y conexiones directas al cuarteto anterior. Amenabar y Asensio, actúan como puentes intergrupales: Amenabar cofirma con siete figuras del centro (Butler-Dawson, Clancy, Dally, Fisher, Jaramillo, Krisher y Newman) y Asensio con seis de ellas, ampliando el alcance de la red.

Periferia colaborativa: más de 20 autores aparecen con una sola coautoría, casi siempre ligándose de forma aislada a un miembro del centro. Este “anillo” de colabores es indicador de una comunidad abierta pero aún poco integrada, donde muchos aportes quedan reducidos a trabajos puntuales.



Fuente: Elaboración propia.

Fig. 4. Red de colaboración autor.

En conjunto, la colaboración autor exhibe un patrón de *core-periphery* que, bien nutrido de alianzas y puentes intergrupales, tiene margen de crecimiento hacia una comunidad más cohesionada y diversa. En la figura 5 se presenta la red de co-ocurrencia de las palabras clave.





*Absenteeism* y *Worker welfare*, poniendo en relieve la relación entre las condiciones de trabajo, la carga laboral y la siniestralidad.

En un quinto grupo, más especializado, aparecen *Machine learning*, *Prediction*, *Severity classification* y *Injury severity*, que representan la incorporación de la analítica avanzada y la inteligencia artificial en la predicción y clasificación de riesgos laborales. Finalmente, el sexto conglomerado se enfoca en riesgos específicos y grupos vulnerables, con términos como *Migrant workers*, *Children*, *Pesticides*, *Non-Hodgkin's lymphoma* y *Agrotóxicos*. Este bloque subraya la atención a poblaciones en situación de mayor exposición y a riesgos derivados de agentes químicos o mecánicos. En conjunto, la red refleja una tendencia a integrar la producción, la salud y la tecnología, al tiempo que identifica áreas críticas como la protección de trabajadores vulnerables y la digitalización de la prevención.

Con el objetivo de profundizar en las fuentes consultadas, se desglosó su revisión en tres grandes componentes: metodológico, especializado y conclusivo. En la tabla 4, se muestra el resumen metodológico de las fuentes revisadas.

Dentro de los elementos que más destacan, todas las investigaciones enfatizan en la seguridad y salud ocupacional de trabajadores en entornos agrícolas o agroindustriales, ya sea desde la exposición a riesgos laborales, concentrándose específicamente en los físicos, químicos o ergonómicos. Predomina la colaboración entre actores: empresas, instituciones gubernamentales, sindicatos y sociedad civil, lo que refuerza el carácter interdisciplinario y multifactorial de las soluciones propuestas.

Más del 60 % utilizan entrevistas y encuestas como herramienta principal de recolección de datos, ya sea para captar percepciones (cualitativas) o medir exposiciones y efectos (cuantitativas). El análisis documental y la revisión de políticas o normativas son constantes en los trabajos de alcance más amplio<sup>(17,18)</sup> aportando el marco regulatorio y las brechas a subsanar.

Como parte de los rasgos distintivos, que a la vez diferencian las investigaciones, destacan los elementos siguientes:

1. Se observa diversidad en el alcance de las poblaciones y muestras utilizadas en los estudios, desde estudios globales o *multicountry*,<sup>(17,19)</sup> hasta estudios muy acotados o específicos.<sup>(20,21,22)</sup>
2. Existe diversidad de herramientas utilizadas, los modelos estadísticos avanzados,<sup>(23,24)</sup> métodos multicriterio<sup>(25)</sup> e indicadores y vigilancia.<sup>(18,26)</sup>
3. Diversidad en los enfoques metodológicos ya que están presentes el enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto.



Tabla 4. Resumen metodológico

Fuente	Población y/o muestra	Herramientas	Enfoques utilizados	Metodología
May y Kullman (2002) <sup>(17)</sup>	Trabajadores agrícolas en diversas áreas geográficas, con un enfoque en poblaciones rurales y migrantes que laboran en la agricultura.	Revisiones sistemáticas de literatura. Entrevistas a expertos en seguridad agrícola. Análisis de políticas de seguridad ocupacional en distintos países.	Interdisciplinario, se sugiere la colaboración entre empresas agrícolas, instituciones gubernamentales, sindicatos y organizaciones de la sociedad civil.	Se realizó una revisión documental de estudios previos sobre seguridad y salud ocupacional en la agricultura. La metodología incluye análisis comparativo de políticas, avances tecnológicos y factores de riesgo específicos de la actividad agrícola.
Maia y Rodrigues (2012) <sup>(20)</sup>	Trabajadores rurales involucrados en el proceso de ordeño en una granja lechera en Brasil. <b>Muestra:</b> 25 trabajadores participaron en el estudio, incluyendo operarios de ordeño y supervisores.	Guías de observación. Cuestionarios ergonómicos validados.	Cualitativo para profundizar en la comprensión de las percepciones y experiencias de los trabajadores.	Se llevaron a cabo entrevistas para recopilar información sobre las percepciones de los trabajadores respecto a los riesgos y medidas de seguridad. Análisis ergonómico: Se evaluaron las posturas y movimientos realizados durante las actividades de ordeño, utilizando técnicas de análisis ergonómico.
Nasrala y otros (2014) <sup>(27)</sup>	36 Trabajadores agrícolas expuestos a pesticidas.	Entrevistas de salud a trabajadores agrícolas. Análisis de residuos de pesticidas en muestras de agua y suelo. Revisión de	Interdisciplinario, se sugiere la colaboración entre el sector público, las organizaciones no gubernamentales y las	Se emplearon métodos de investigación cualitativa y cuantitativa, incluyendo análisis de datos epidemiológicos, entrevistas a trabajadores y revisiones de estudios previos sobre los efectos de los



		políticas públicas relacionadas con el uso de agroquímicos.	empresas agroindustriales.	pesticidas. También se realizaron estudios de caso en áreas rurales con alto uso de agroquímicos.
Leño y otros (2015) <sup>(18)</sup>	Trabajadores de la agroindustria, manufactura y minería.	Revisión documental de normativas, estudios previos y datos de vigilancia en salud ocupacional y ambiental. Indicadores de vigilancia en salud ocupacional y ambientales.	Preventivo y busca la promoción de políticas públicas que garanticen la sostenibilidad de las cadenas productivas.	Talleres participativos con expertos y autoridades en salud y ambiente para definir los indicadores clave de monitoreo. Propuesta de un modelo integrado de vigilancia que considera riesgos químicos, físicos, biológicos y psicosociales.
Reck y Schultz (2016) <sup>(25)</sup>	Empresas y actores de la cadena de suministro avícola, productores de aves de corral, proveedores de insumos y empresas procesadoras de carne de pollo.	Encuestas y entrevistas a expertos del sector. Software especializado en análisis multicriterio.	Colaborativo que promueve la participación de todos los actores de la cadena en el proceso de toma de decisiones.	Se utilizó una metodología <i>multiple-criteria decision analysis (MCDA)</i> que incluyó: Identificación de criterios relevantes mediante entrevistas a expertos del sector. Asignación de ponderaciones a los criterios mediante el método <i>AHP</i> (siglas en inglés de Proceso analítico jerárquico). Evaluación de alternativas de decisión.
Jennissen y otros (2017) <sup>(28)</sup>	106 trabajadores rurales que utilizan vehículos todoterreno ( <i>ATV</i> , por sus siglas en inglés) en las agroindustrias.	Entrevista telefónica	Cuantitativo	La muestra aleatoria de estas empresas fue encuestada telefónicamente entre cuatro y siete semanas.
Davoudi y	Datos de incidentes	<i>Python</i> y bibliotecas	Cuantitativo	Se emplearon varios algoritmos de



otros (2019) <sup>(23)</sup>	laborales reportados por trabajadores de diversas empresas del sector agroindustrial.	como: <i>Scikit-learn</i> y <i>TensorFlow</i> . Métricas de evaluación como precisión, sensibilidad, especificidad y área bajo la curva ( <i>AUC</i> , por sus siglas en inglés).		aprendizaje automático, como árboles de decisión, bosques aleatorios y máquinas de soporte vectorial ( <i>SVM</i> , por sus siglas en inglés). Se dividieron los datos en conjuntos de entrenamiento y prueba para evaluar el rendimiento predictivo de los modelos.
Kwon y otros (2019) <sup>(29)</sup>	Hombres mayores de 50 años, trabajadores de diferentes sectores ocupacionales. Agroindustria, trabajo manual e industrial.	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Corea ( <i>KNHANES</i> , por sus siglas en inglés) de 2010 a 2012, evaluación de la degeneración lumbar mediante el grado de <i>Kellgren-Lawrence</i> . Modelos de regresión logística múltiple	Cuantitativo	Los hombres se clasificaron en cuatro categorías profesionales: personal de oficina ( <i>WC</i> , por sus siglas en inglés), personal de planta ( <i>PC</i> , por sus siglas en inglés), personal de taller ( <i>BC</i> , por sus siglas en inglés) y trabajadores del sector agroindustrial de nivel inferior ( <i>AL</i> , por sus siglas en inglés). Se evaluaron las probabilidades de padecer artrosis de rodilla y dolor articular según la actividad laboral, comparándolas con las del personal de oficina.
Dally y otros (2020) <sup>(24)</sup>	Trabajadores agrícolas dedicados a la cosecha de caña de azúcar.	Modelo lineal generalizado de <i>Poisson</i>	Cuantitativo	Se empleó el modelo estadístico para analizar la relación entre la temperatura de bulbo húmedo y globo ( <i>WBGT</i> , por sus siglas en inglés) media diaria y la posibilidad de deshidratación.
Sabadin y otros	Empresas del sector agroindustrial en Brasil,	Cuestionarios estructurados basados en	Cuantitativo y preventivo, centrado en	Se emplearon modelos estadísticos para analizar la relación entre la adopción de



(2020) <sup>(26)</sup>	incluyendo productores agrícolas, plantas de procesamiento y exportadores. Muestra: 419 trabajadores	escalas de <i>Likert</i> . <i>Software</i> estadístico para el análisis de datos cuantitativos (Análisis factorial y regresión múltiple).	la identificación y mitigación de riesgos mediante la.	innovaciones ergonómicas y los indicadores de desempeño organizacional.
Jaramillo y otros (2021) <sup>(30)</sup>	Trabajadores de una agroindustria multinacional en América Latina.	Metodología basada en un modelo conceptual diseñado para los sectores agrícolas en Latinoamérica	Cualitativo	Se detalla el procedimiento y la táctica de ajuste para efectuar una valoración de SST en diferentes niveles organizativos y en varios países.
Magri y otros (2021) <sup>(21)</sup>	80 trabajadores de granjas avícolas de Brasil.	Cuestionario semiestructurado en línea con 58 preguntas para identificar riesgos en el lugar de trabajo e implicaciones para la salud.	Mixto	Evaluaron las respuestas de los trabajadores avícolas mediante análisis cuantitativos y cualitativos, y recopilaron los datos mediante un muestreo de conveniencia no probabilístico.
Campos-Vasquez y otros (2022) <sup>(31)</sup>	Agroindustrias de pequeña y mediana escala, dedicadas al procesamiento de productos agrícolas en regiones rurales.	Entrevistas a gerentes y trabajadores de agroindustrias y revisión documental de planes de gestión implementados	Cualitativo-descriptivo	Se realizó un análisis comparativo de empresas que han adoptado sistemas de gestión frente a aquellas que no lo han hecho.
Schwatka (2022) <sup>(19)</sup>	1861 trabajadores agrícolas y	Encuestas sobre cultura de SST, adaptadas a las	Cuantitativo	Exponen las exigencias y los recursos laborales ( <i>JD-R</i> , por sus siglas en inglés)



	administrativos de la agroindustria en México, Guatemala y Nicaragua.	necesidades de los trabajadores de la agroindustria y modelos de análisis de trayectoria estratificados.		que enfrentan los trabajadores agrícolas en tres países latinoamericanos, así como su vínculo con las conductas proactivas de salud en el ámbito laboral y el bienestar general.
Lucero (2023) <sup>(22)</sup>	Productores agrícolas y trabajadores rurales del condado de Junín. <b>Muestra:</b> 50 trabajadores agrícolas de diferentes sectores de la agroindustria.	Encuestas de percepción del riesgo. Guías educativas sobre el uso seguro de pesticidas.	Cualitativo con abordaje etnográfico	Entrevistas semiestructuradas y grupos focales. Revisión de políticas locales y nacionales sobre el uso de pesticidas. Se empleó un enfoque temático para identificar patrones y categorías emergentes relacionadas con el sentido social del riesgo.

*Fuente:* Elaboración propia.



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Destacan, dado la naturaleza de su objeto de estudio y las herramientas utilizadas, las investigaciones siguientes:

- a) Toma de decisiones colaborativa: Reck y Schultz implementan *AHP* dentro de un *MCDA*, involucrando a proveedores y procesadores de carne para optimizar criterios de seguridad y calidad.
- b) Aplicación de aprendizaje automático: Davoudi y colectivo exploran la predicción de incidentes laborales con *Python* y *TensorFlow*, marcando una frontera en análisis predictivo para SST. Medición específica de clima laboral: Dally y otros modelan la relación entre *WBGT* y deshidratación en cosechadores de caña, aportando evidencia numérica sobre riesgos térmicos.
- c) Énfasis etnográfico en percepción del riesgo: Lucero utiliza un abordaje cualitativo profundo para revelar el “sentido social del riesgo” frente al uso de pesticidas, conectando políticas y creencias locales.

Los estudios analizados abarcan un amplio espectro metodológico y poblacional, desde revisiones globales de políticas hasta investigaciones de campo centradas en poblaciones específicas. Coexisten enfoques cualitativos que profundizan en percepciones y experiencias, métodos cuantitativos que cuantifican riesgos y efectos, y propuestas mixtas que vinculan datos objetivos con voces de los trabajadores. Los casos especiales muestran la incorporación de herramientas avanzadas *machine learning (ML)* y *MCDA* y marcos teóricos innovadores (modelo conceptual para SST, análisis etnográfico) que abren nuevas vías para mejorar la seguridad y salud en la agroindustria. En la tabla 5, se muestra el resumen especializado de los riesgos analizados y su contexto.

Tabla 5. Resumen especializado

Fuente	Riesgos identificados	Contexto ocupacional
May y Kullman (2002) <sup>(17)</sup>	Mecánicos: uso de maquinaria agrícola sin las debidas medidas de protección es una de las principales causas de lesiones y accidentes fatales. Químicos: exposición a pesticidas, fertilizantes y otros productos químicos genera riesgos significativos de intoxicación y enfermedades crónicas. Ergonómicos: posturas forzadas, la manipulación manual de cargas y los movimientos repetitivos contribuyen a trastornos musculoesqueléticos. Biológicos: contacto con animales y plantas puede provocar infecciones y alergias. Ambientales: condiciones climáticas extremas, como el calor excesivo y las lluvias intensas, representan un desafío adicional para la salud de los trabajadores agrícolas.	El sector agrícola enfrenta una serie de desafíos derivados de la modernización, la globalización y el cambio climático. La creciente mecanización y el uso intensivo de productos químicos, junto con las condiciones laborales precarias, agravan los riesgos para los trabajadores.
Maia y	Biomecánicos: La actividad de ordeño requiere posturas	El sector de la producción



Fuente	Riesgos identificados	Contexto ocupacional
Rodrigues (2012) <sup>(20)</sup>	prolongadas y movimientos repetitivos, lo que aumenta el riesgo de trastornos musculoesqueléticos. Físicos: La exposición a bajas temperaturas en las primeras horas del día y a niveles elevados de ruido en las salas de ordeño fueron identificados como factores de riesgo. Químicos: El uso de productos de limpieza y desinfectantes para la maquinaria y los equipos de ordeño expone a los trabajadores a agentes químicos potencialmente nocivos. Biológicos: El contacto constante con los animales y sus secreciones representa un riesgo de zoonosis.	lechera en áreas rurales presenta condiciones laborales desafiantes, caracterizadas por largas jornadas de trabajo y una limitada infraestructura de seguridad.
Nasralla y otros (2014) <sup>(27)</sup>	Químicos: Exposición directa e indirecta a pesticidas, lo que incrementa el riesgo de enfermedades respiratorias, dérmicas, neurológicas y cáncer. Ambientales: Contaminación de suelos y fuentes de agua debido al uso excesivo de pesticidas, afectando no solo a los trabajadores sino también a la comunidad en general. Sociales: Falta de acceso a servicios de salud adecuados y capacitación insuficiente en el manejo seguro de productos químicos.	El uso de pesticidas es una práctica común en el sector agroindustrial para maximizar el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, la falta de regulación y supervisión adecuada ha generado condiciones laborales peligrosas para los trabajadores agrícolas y un entorno contaminado que afecta a las comunidades locales.
Leão y otros (2015) <sup>(18)</sup>	Exposición a sustancias químicas peligrosas en la agroindustria y la minería. Riesgos físicos relacionados con maquinaria y herramientas en la manufactura. Riesgos biológicos en la producción de alimentos. Riesgos ambientales: Contaminación de suelos y aguas debido al uso de pesticidas y desechos industriales. Pérdida de biodiversidad en zonas agrícolas intensivas.	Resalta que muchos de los trabajadores están expuestos a condiciones laborales precarias y sin acceso adecuado a medidas de protección y atención en salud.
Reck y Schultz (2016) <sup>(25)</sup>	Exposición a contaminantes biológicos y químicos en las granjas y plantas de procesamiento. Ergonómicos asociados a la manipulación de aves y maquinaria en las instalaciones. Organizacionales: Falta de comunicación eficaz entre los diferentes actores de la cadena. Incumplimiento de estándares de calidad que pueden afectar la competitividad del sector. Dependencia de proveedores específicos, lo que incrementa el	El sector avícola es altamente competitivo y está sujeto a estrictos estándares de calidad e inocuidad alimentaria, lo que aumenta la necesidad de una gestión eficiente de las relaciones



Fuente	Riesgos identificados	Contexto ocupacional
	riesgo de interrupciones en el suministro.	interorganizacionales.
Jennissen y otros (2017) <sup>(28)</sup>	Riesgos operacionales y riesgos de seguridad asociados al uso de vehículos todoterreno.	Salud ocupacional.
Davoudi y otros (2019) <sup>(23)</sup>	Lesiones relacionadas con el manejo de maquinaria pesada, caídas y contacto con productos químicos. Condiciones laborales adversas, como temperaturas extremas y largas jornadas de trabajo.	Distintos subsectores de la agroindustria, como la producción agrícola, la ganadería y el procesamiento de alimentos.
Kwon y otros (2019) <sup>(29)</sup>	Riesgos biomecánicos, riesgos laborales relacionados con la postura y el esfuerzo físico.	Agroindustria, Administración y gestión empresarial.
Dally y otros (2020) <sup>(24)</sup>	Riesgos laborales relacionados con las condiciones ambientales.	Salud ocupacional.
Sabadin y otros (2020) <sup>(26)</sup>	Movimientos repetitivos y posturas forzadas en las actividades agrícolas y de procesamiento. Exposición a factores ambientales adversos como el calor extremo y la humedad. Sobrecarga física debido a la manipulación manual de cargas.	El sector agroindustrial brasileño es altamente demandante en términos físicos y operativos, lo que aumenta la probabilidad de lesiones musculoesqueléticas y trastornos relacionados con el trabajo.
Jaramillo y otros (2021) <sup>(30)</sup>	Riesgos laborales, se abordan riesgos psicosociales, relacionados con el bienestar y la salud mental de los trabajadores.	Promoción de la salud y el bienestar en el lugar de trabajo, además de la gestión organizacional.
Magri y otros (2021) <sup>(21)</sup>	La interacción con animales y sus deyecciones constituyó el riesgo biológico más relevante; las partículas de polvo y el amoníaco representaron las amenazas químicas más destacadas; y los choques eléctricos, las quemaduras y la exposición a elevadas temperaturas fueron los peligros físicos y accidentales más notables.	Listado de factores de riesgo en granjas avícolas en aspectos operativos, conductuales y ambientales.
Campos-Vasquez y	Mecánicos: Uso de maquinaria agrícola sin las debidas medidas de seguridad. Químicos: Exposición a productos químicos	Resalta que muchas agroindustrias operan en



Fuente	Riesgos identificados	Contexto ocupacional
otros (2022) <sup>(31)</sup>	durante el procesamiento de alimentos y el mantenimiento de las instalaciones. Ergonómicos: Tareas repetitivas y posturas inadecuadas durante largas jornadas laborales. Organizacionales: Falta de protocolos adecuados de seguridad y salud ocupacional, Escasa formación del personal en la gestión de riesgos.	condiciones precarias, lo que limita su capacidad para implementar sistemas de gestión efectivos. Sin embargo, las que si, presentan mejoras significativas en la eficiencia operativa y la seguridad del entorno laboral.
Schwatka (2022) <sup>(19)</sup>	Riesgos psicológicos, organizacionales, ergonómicos y culturales.	Salud ocupacional.
Lucero (2023) <sup>(22)</sup>	Exposición directa a pesticidas durante la aplicación y manipulación de estos productos. Falta de equipos de protección personal adecuados. Problemas de salud reportados, como irritaciones cutáneas, problemas respiratorios y cefaleas. Riesgos sociales y culturales: Percepción minimizada del riesgo debido a la normalización del uso de pesticidas. Dependencia económica de la producción intensiva que obliga a continuar usando pesticidas a pesar de los riesgos.	La región de Junín se caracteriza por una alta dependencia de la agroindustria, lo que genera una presión significativa sobre los pequeños productores para mantener la competitividad en el mercado.

*Fuente:* Elaboración propia.

Coinciden en más del 90 % de los estudios los factores de riesgos mecánicos (maquinaria, vehículos), químicos (pesticidas, desinfectantes), ergonómicos (posturas forzadas, cargas repetitivas) y biológicos (zoonosis, contacto con secreciones animales). Son recurrentes las condiciones ambientales adversas: temperaturas extremas, humedad, contaminación de suelos y aguas, que agravan la exposición de los trabajadores.

De igual forma, en más del 60 % de las investigaciones se reconoce la insuficiente formación y la falta de medidas de protección personal, derivada de estructuras organizacionales débiles o protocolos de seguridad incompletos. De igual forma, el entorno laboral suele caracterizarse por jornadas largas y escasa infraestructura de seguridad, especialmente en operaciones rurales y de pequeña o mediana escala.

Como parte de los riesgos distintivos, que a la vez diferencian las investigaciones, destacan los siguientes:



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

1. Tipo de riesgo ampliado: pocos trabajos incorporan riesgos psicosociales y por condiciones organizacionales inadecuadas.<sup>(19,30)</sup> Destaca el enfoque de Lucero ya que añade una dimensión sociocultural, resaltando la normalización del uso de pesticidas.

2. Alcance y escala: desataca como estudio *multicountry* con muestras masivas (1 861 trabajadores)<sup>(19)</sup> e investigaciones de alcance local o etnográfico.<sup>(20,22)</sup>

3. Riesgos ambientales vs comunitarios: Nasralla y otros enfatizan la contaminación del entorno y sus impactos en comunidades rurales, más allá del trabajador individual.

Destacan, dados los riesgos objeto de estudio y las herramientas utilizadas, las investigaciones siguientes:

a) Investigación basada en modelos predictivos y *ML*<sup>(23)</sup> para anticipar lesiones según tipo de tarea y condiciones.

b) Factores de riesgos organizacionales y de gobernanza: dependencia de proveedores y comunicación interinstitucional en la cadena avícola.<sup>(25)</sup>

c) Enfoque etnográfico de Lucero, que revela barreras culturales para la adopción de equipos de protección personal (EPP) y seguridad química.

d) Inclusión de factores de riesgos psicosociales y mapeo de demandas/recursos como determinantes del bienestar.<sup>(19)</sup>

Aunque la mayoría de los estudios describe un núcleo de factores de riesgos mecánicos, químicos, ergonómicos y/o biológicos bajo condiciones precarias, emergen divergencias en la inclusión de los riesgos psicosociales, la atención al contexto ambiental y comunitario, y la especificidad de ciertos subsectores (lechería, caña, avícola, *ATV*). Esta variedad sugiere la conveniencia de estrategias integradas que aborden simultáneamente la seguridad física, organizacional, cultural y ambiental. En la tabla 6, se muestra el resumen conclusivo de las investigaciones analizadas.

Tabla 6. Resumen conclusivo

Fuente	Conclusiones
May y Kullman (2002) <sup>(17)</sup>	La seguridad y la salud en el sector agrícola requieren una atención prioritaria debido a la elevada incidencia de accidentes laborales y enfermedades ocupacionales. Es fundamental promover el uso de tecnologías seguras, proporcionar capacitación continua a los trabajadores y fortalecer la regulación de las condiciones laborales. Los autores destacan la importancia de desarrollar políticas públicas que integren la seguridad y salud ocupacional como parte



Fuente	Conclusiones
	fundamental del desarrollo rural y agrícola sostenible. Se recomienda la creación de sistemas de vigilancia epidemiológica que permitan monitorear los riesgos y la salud de los trabajadores agrícolas de manera continua.
Maia y Rodrigues (2012) <sup>(20)</sup>	Las condiciones de trabajo en el sector de ordeño presentan múltiples riesgos para la salud de los trabajadores, especialmente en términos de trastornos musculoesqueléticos y exposición a agentes físicos y químicos. Las percepciones de los trabajadores revelaron una conciencia limitada sobre los riesgos y una falta de capacitación en medidas de seguridad. Se recomendaron intervenciones ergonómicas, como el rediseño de las estaciones de trabajo y la implementación de pausas activas, para reducir el riesgo de lesiones musculoesqueléticas. Se sugirió la necesidad de programas de capacitación en salud y seguridad ocupacional, así como la provisión de equipos de protección personal adecuados.
Nasralla y otros (2014) <sup>(27)</sup>	El uso intensivo de pesticidas en la agroindustria representa una amenaza significativa para la salud de los trabajadores agrícolas y el medio ambiente. Es fundamental mejorar los sistemas de vigilancia de la salud y establecer regulaciones más estrictas sobre el uso de agroquímicos. Se recomienda desarrollar programas de capacitación para los trabajadores sobre el manejo seguro de pesticidas y promover prácticas agrícolas sostenibles que reduzcan la dependencia de los productos químicos. La protección de la salud pública y la preservación del medio ambiente deben ser una prioridad en las políticas públicas relacionadas con la agroindustria.
Leão y otros (2015) <sup>(18)</sup>	La implementación de un sistema de vigilancia integrada a lo largo de las cadenas productivas es fundamental para proteger la salud de los trabajadores y el medio ambiente. Se requiere una mayor coordinación entre los sectores de salud, trabajo y medio ambiente para lograr una vigilancia efectiva. Se recomienda la creación de políticas públicas que promuevan condiciones laborales seguras y prácticas ambientales sostenibles.
Reck y Schultz (2016) <sup>(25)</sup>	La aplicación de la metodología <i>MCDA</i> mejoró significativamente la capacidad de los actores de la cadena para tomar decisiones informadas y colaborativas. Se identificaron como criterios clave para el éxito de la cadena avícola la comunicación efectiva, la gestión de la calidad y la capacidad de respuesta ante cambios en el entorno de mercado. La adopción de un enfoque multicriterio en la toma de decisiones puede contribuir a la sostenibilidad y competitividad del sector avícola, al tiempo que mejora las condiciones laborales y organizacionales.
Jennissen y otros	Un elevado porcentaje de empresas agroindustriales mostró o habría colocado un cartel informativo de seguridad para vehículos todoterreno, y la mayoría lo



Fuente	Conclusiones
(2017) <sup>(28)</sup>	mantuvo expuesto durante más de un mes. Sin embargo, la distribución masiva de materiales de prevención de lesiones para su exhibición en comercios minoristas podría ser una estrategia de bajo costo para concienciar sobre la seguridad.
Davoudi y otros (2019) <sup>(23)</sup>	A juicio de los autores, esta investigación es pionera en emplear tres métodos de aprendizaje automático para distinguir la severidad de los traumatismos en la agroindustria. Se integró un voluminoso conjunto de datos con abundante información demográfica y pormenores detallados de los incidentes, con el propósito de anticipar la magnitud de las lesiones laborales en el sector agroindustrial. El peso relativo de cada variable contribuyó a proporcionar datos de mayor relevancia para pronosticar la gravedad de los siniestros.
Kwon y otros (2019) <sup>(29)</sup>	Los hallazgos indican que la actividad laboral podría influir en la aparición de artrosis de rodilla y en la manifestación de dolor persistente de rodilla en varones de 50 años o más. El personal de <i>WC</i> es el menos perjudicado por la artrosis de rodilla y las molestias crónicas en esa articulación, en tanto que los operarios de <i>AL</i> y <i>BC</i> exhiben un riesgo considerablemente más elevado de padecer artrosis de rodilla y dolor crónico de rodilla.
Dally y otros (2020) <sup>(24)</sup>	No se halló vínculo entre la <i>WBGT</i> media diaria y la posibilidad de deshidratación. Los hallazgos indican que los trabajadores agrícolas afrontan una mayor vulnerabilidad a incidentes laborales en condiciones cálidas y húmedas, y que las empresas deben anticiparse y adaptarse al calentamiento global mediante el diseño y evaluación de programas de prevención y salud ocupacional eficaces para salvaguardar la integridad, la salud y el bienestar de su personal.
Sabadin y otros (2020) <sup>(26)</sup>	Los hallazgos revelan que el ambiente laboral explica el 46 % de la aparición de innovaciones de procedimiento y organizativas en ergonomía, puesto que estas justifican en un 40 % la disminución notable del absentismo. Las empresas saludables integran en sus prácticas de gestión la implicación de los empleados e introducen novedades que optimizan su rendimiento y refuerzan las relaciones interpersonales en el entorno de trabajo, lo cual impacta de forma positiva tanto en la entidad como en su personal.
Jaramillo y otros (2021) <sup>(30)</sup>	Expandir la capacitación en salud, seguridad y bienestar a públicos más diversos será cada vez más importante. Presentan una metodología con aplicabilidad de la capacitación en salud, seguridad y bienestar en Latinoamérica y demuestran la viabilidad de aplicar los conceptos de la capacitación en salud, seguridad y bienestar en la agroindustria y en entornos interculturales. Demuestran que este enfoque puede utilizarse para identificar áreas prioritarias de inversión y acción en salud, seguridad y bienestar de los empleados.



Fuente	Conclusiones
Magri y otros (2021) <sup>(21)</sup>	Los trabajadores se ven cotidianamente sometidos a peligros físicos, químicos, biológicos, psicosociales y ergonómicos. Dichos contactos suelen originar manifestaciones como tensión, cefaleas, alteraciones oculares y de las mucosas, afecciones respiratorias, molestias dorsales y musculares, decaimiento anímico y otros signos comúnmente vinculados al síndrome del edificio enfermo.
Campos-Vasquez y otros (2022) <sup>(31)</sup>	Los hallazgos revelan que los estudios sobre sistemas de gestión en la agroindustria a escala mundial abarcan las áreas siguientes: Administración de la inocuidad o seguridad alimentaria, Gestión ambiental, Control de inventarios, cadena de suministro y administración de riesgos, Marcos integrados de gestión, Esquemas de gestión de la calidad, Administración de la responsabilidad social empresarial, Acreditaciones de sistemas de gestión, Modelos de gestión de seguridad y salud en el trabajo y Administración energética.
Schwatka (2022) <sup>(19)</sup>	La presencia de elevadas demandas laborales se vinculó con un deterioro de la salud global en ambos colectivos de empleados. Además, se constató que los trabajadores inmersos en entornos que favorecen el bienestar laboral despliegan actitudes más proactivas en sus funciones, sin distinción de su puesto dentro de la organización. Dichas conductas proactivas no se relacionaron con la salud global.
Lucero (2023) <sup>(22)</sup>	Existe una discrepancia significativa entre los riesgos reales y percibidos por los productores y trabajadores rurales. La falta de información adecuada y la presión económica son barreras importantes para el cambio de prácticas agrícolas. Se recomienda la implementación de programas de capacitación y políticas públicas que fomenten prácticas agrícolas más seguras y sostenibles. La participación de la comunidad local es esencial para el éxito de cualquier intervención orientada a reducir el uso de pesticidas y sus efectos negativos.

*Fuente:* Elaboración propia.

Cerca del 75 % de los autores recalca la necesidad de capacitación continua en salud y seguridad para reducir accidentes y enfermedades ocupacionales; así como, se insiste en fortalecer o crear políticas públicas y sistemas de vigilancia que monitoreen de forma permanente las condiciones laborales y ambientales.

Más del 60 % de los trabajos promueven la adopción de tecnologías seguras y el uso adecuado de equipos de protección personal como medida prioritaria. De igual forma, subrayan la importancia de la colaboración interinstitucional (sectores salud, trabajo, medio ambiente y empresas) para implementar soluciones efectivas y sostenibles.

Como parte de las conclusiones distintivas, que a la vez diferencian las investigaciones, destacan las siguientes:



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## 1. Alcance de la intervención

- ✓ Políticas y vigilancia integradas: proponen sistemas epidemiológicos amplios y regulaciones más estrictas.<sup>(17,18,27)</sup>
- ✓ Intervenciones ergonómicas puntuales: privilegian el rediseño de puestos de trabajo y pausas activas.<sup>(20, 26)</sup>
- ✓ Educación y cultura de riesgo: Lucero enfatiza la brecha entre riesgos reales y percibidos y aboga por programas comunitarios.

## 2. Dimensión psicosocial y bienestar

- ✓ Riesgos psicosociales y liderazgo: introducen programas de formación en bienestar y salud mental, vinculados a la proactividad laboral.<sup>(19 30)</sup>

Destacan, por las conclusiones a las que arriban, las investigaciones siguientes:

- a) Jennissen y otros muestran que la colocación de señalética de seguridad para ATV es una estrategia de bajo costo con potencial de alto impacto en concienciación.
- b) Kwon y otros asocian tipos de ocupación con la prevalencia de artrosis de rodilla en mayores de 50 años, resaltando riesgos específicos por categoría laboral.
- c) Magri y otros describen el “síndrome del edificio enfermo” en granjas avícolas, enlazando síntomas de salud con contaminantes químicos y biológicos.
- d) Campos-Vasquez y otros catalogan una amplia variedad de sistemas de gestión (inocuidad, calidad, responsabilidad social, energía) aplicados en agroindustrias brasileñas.

Aunque todos los estudios coinciden en la urgencia de fortalecer la seguridad y salud en el ámbito agrícola, las estrategias varían según el contexto: desde la implementación de marcos regulatorios y vigilancia epidemiológica hasta intervenciones ergonómicas, campañas educativas y herramientas analíticas avanzadas. La interacción de enfoques preventivos, tecnológicos, formativos y colaborativos se perfila como la vía más sólida para reducir riesgos, mejorar la salud de los trabajadores y garantizar la sostenibilidad del sector agroindustrial.

## Discusión

Entre las tendencias, se espera un aumento de la investigación sobre la relación entre sostenibilidad ambiental y salud ocupacional: temas emergentes como “protección de trabajadores vulnerables” y “digitalización de la prevención” constituyen inquietudes emergentes, anticipando estudios que integren el uso de prácticas agrícolas



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

sostenibles con la mitigación de riesgos laborales. La colaboración interdisciplinaria y multiactor, ya que varias investigaciones subrayan la necesidad de integrar a empresas, gobiernos, sindicatos y sociedad civil para diseñar e implementar soluciones de seguridad y salud.

Se reconoce la existencia de un movimiento hacia sistemas que combinan monitoreo epidemiológico, ambiental y organizacional a lo largo de cadenas productivas; así como, la aplicación de análisis avanzados con el uso *MCD*A para predecir lesiones y optimizar decisiones está ganando terreno.

Constituyen pilares distintivos los enfoques ergonómicos focalizados, donde se aprecian intervenciones puntuales - rediseño de puestos, pausas activas - para mitigar trastornos musculoesqueléticos; la atención al bienestar psicosocial en los estudios donde incorporan riesgos psicosociales, salud mental y proactividad laboral como determinantes de la salud ocupacional, y las investigaciones etnográficas, mediante la exploración de percepciones y barreras culturales, especialmente sobre el uso de agroquímicos, se consolida como complemento indispensable.

Los resultados muestran que a pesar del crecimiento investigativo, persisten áreas poco estudiadas:

- 1) Resalta la escasez de estudios que midan el impacto a mediano y largo plazo de programas de formación, ergonómicos o de vigilancia.
- 2) Es insuficiente la interacción de riesgos físicos y psicosociales, profundizando en cómo se combinan factores biomecánicos, químicos y estrés laboral para agravar la salud del trabajador.
- 3) Insuficientes trabajos cuantifican la relación costo-eficacia de herramientas predictivas, sensores o equipos de protección.
- 4) Se adolecen de análisis sobre cómo la presión económica y las creencias locales limitan la implementación de medidas de seguridad.
- 5) Se reconoce un vacío en el conocimiento sobre pequeñas y medianas agroindustrias frente a grandes consorcios, así como en regiones subrepresentadas.
- 6) Aún no se exploran suficientemente la adopción de tecnologías *wearable* e *Internet of things (IoT)* como sensores corporales y plataformas en tiempo real para monitorear la salud y exposición en campo.
- 7) No se analizan a profundidad estrategias específicas para mitigar riesgos derivados de olas de calor, eventos extremos o variabilidad climática.

Estas brechas sugieren la necesidad de enfoques más multidisciplinarios e inclusivos. En conjunto, los resultados indican una tendencia hacia la mayor conciencia de la importancia de la seguridad en la agroindustria,



pero señalan vacíos de conocimiento. Resultado del análisis de esta información, como futuras líneas de investigación se proponen las siguientes:

1. Estudios longitudinales de impacto, se deben diseñar investigaciones que evalúen la eficacia de intervenciones ergonómicas y psicosociales a lo largo de varios años.
2. Modelos integrados de riesgo, que propicien el desarrollo de marcos que cuantifiquen sinergias entre riesgos mecánicos, químicos y psicosociales, usando tecnologías mixtas.
3. Análisis costo-beneficio, para cuantificar los retornos económicos y de salud de adoptar tecnologías predictivas, sensores *IoT* y nuevos equipos de protección, generando de modelos matemáticos que permitan mejorar la gestión de los factores de riesgo o los propios riesgos en el sector.
4. Investigaciones participativas y culturales, para implementar estudios etnográficos y de co-diseño de programas formativos, adaptados a creencias y condiciones locales que involucren activamente a los empleados agrícolas, para cocrear soluciones de seguridad y capacitar a la fuerza laboral en la gestión de riesgos.
5. Plataformas de monitoreo en tiempo real, para explorar el uso de *wearables* y sistemas de *IoT* para medir variables fisiológicas, ambientales y de postura durante la jornada laboral.

## Conclusiones

El análisis bibliográfico revela que la gestión de riesgos laborales en procesos agroindustriales es un campo en expansión, con un creciente interés académico internacional.

Se constatan avances en la identificación de peligros y en la propuesta de prácticas de prevención, pero también evidencia claras carencias en investigación aplicada y multidisciplinaria.

Para fortalecer este campo, se recomienda profundizar en estudios empíricos que evalúen la eficacia de intervenciones de seguridad, así como fomentar la cooperación entre países e instituciones.

Además, se sugiere integrar perspectivas más holísticas, considerando tanto factores técnicos (innovaciones en maquinaria, control de agentes físicos/químicos) como socio-organizativos (políticas públicas, cultura de seguridad).

En definitiva, la literatura consultada proporciona un panorama inicial de los temas prioritarios, pero se requiere un esfuerzo sostenido y colaborativo para cerrar brechas y proteger la salud de los trabajadores del sector agroindustrial.



## Referencias bibliográficas

1. Organización Internacional del Trabajo. Casi 3 millones de personas mueren por accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo: Ginebra: OIT; 2023 [acceso 20/06/2025]. Disponible en: <https://www.ilo.org/es/resource/news/casi-3-millones-de-personas-mueren-por-accidentes-y-enfermedades>
2. Waqar A, Nisar S, Muddassir M, Benjeddou O. An integrated management system (IMS) approach to sustainable construction development and management. *Journal of Infrastructure Intelligence and Resilience*. 2025;4(1):e100126. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iintel.2024.100126>
3. Zhu Z, Zhang S, Zhang Y, Lu H, Feng X, Jin H, *et al.* Flood risk transfer analysis based on the “Source-Sink” theory and its impact on ecological environment: A case study of the Poyang Lake Basin, China. *Science of The Total Environment*. 2024;921:e171064. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171064>
4. Ullah S, Xiaopeng D, Anbar DR, Victor Amaechi C, Kolawole Oyetunji A, Ashraf MW, *et al.* Risk identification techniques for international contracting projects by construction professionals using factor analysis. *Ain Shams Engineering Journal*. 2024;15(4):e102655. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102655>
5. Osorio-Vasco J. Panorama de la seguridad y salud en el trabajo de microempresas colombianas ubicadas en un barrio del Municipio de Itagüí, Antioquia, Colombia. *Cadernos de Saúde Pública*. 2021;37(11). DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311x00175320>
6. Mendoza Galvis DJ, Vega Molina AL. Seguridad y salud en el trabajo en el sector agrícola: un análisis bibliográfico. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*. 2023;21(3). DOI: <https://doi.org/10.47626/1679-4435-2023-1137>
7. Urías Rivas MO, Lugo Hernández LT. Gestión para prevenir riesgos laborales en el sector agrícola: enfoque de responsabilidad social. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria Pentaciencias*. 2024;6(22). DOI: <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i2.1009>
8. Consejo Colombiano de Seguridad. Colombia registra la tasa de mortalidad laboral más baja en los últimos siete años, pero la accidentalidad no cede: Bogotá: CCS; 2024 [acceso 20/06/2025]. Disponible en: <https://ccs.org.co/portfolio/informe-de-siniestralidad-laboral-del-primer-semester-de-2024/>



9. Borda García EC, Terlato AN. FACTORES SISTÉMICOS RELEVANTES PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO ESTRATÉGICO. UN ESTUDIO DE CASO DE UNIVERSIDADES PRIVADAS COLOMBIANAS. *Ciencias administrativas*. 2024(23):2-3. DOI: <https://doi.org/10.24215/23143738e128>
10. Villanueva E, Nuñez MA, Martins I. Impact of risk governance and associated practices and tools on enterprise risk management: some evidence from Colombia. *Revista Finanzas y Política Económica*. 2022;14(1):187-206. DOI: <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.v14.n1.2022.8>
11. Torres LE, Romero LC, Holguín EP, Ferro R, Aguirre EE. Implementation of an IoT system for climate risk monitoring. *Ing compet*. 2022;24(2):e11356. DOI: <https://doi.org/10.25100/iyc.v24i2.11356>
12. Özbakır O. Analysis of Reports on the Occupational Health and Safety in the Agricultural Industry: A bibliometrix-aided approach. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2023;13(4):2516–31. DOI: <https://doi.org/10.21597/jist.1307071>
13. Hernández Sampieri R. *Metodología de la Investigación*. México: McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V.; 2020 [acceso 20/06/2025]. Disponible en: <https://bellasartes.upn.edu.co/wp-content/uploads/2024/11/METODOLOGIA-DE-LA-INVESTIGACION-Sampieri-Mendoza-2020.pdf>
14. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, *et al*. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*. 2021;74(9):790-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
15. Page MJ, Moher D, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, *et al*. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372(160). DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>
16. Lim B-K SI. Classical law of bibliometrics – Informetrics & scientometrics [Internet]: Gandhinagar: INFLIBNET Centre; 2019 [acceso 20/06/2025]. Disponible en: <https://ebooks.inflibnet.ac.in/liscp10/chapter/classical-law-of-bibliometrics/>
17. May JJ, Kullman G. Agricultural Safety and Health in a New Century. Proceedings of a conference. 28-30 April 2000, Cooperstown, New York, USA. *American journal of industrial medicine*. 2002;Suppl 2:1-73. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajim.10106>
18. Leão LHdC, Vasconcellos LCFd. Cadeias produtivas ea vigilância em saúde, trabalho e ambiente. *Saúde e Sociedade*. 2015;24(4):1232-43. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902015136460>



19. Schwatka NV, Jaramillo D, Dally M, Krisher L, Dexter L, Butler-Dawson J, *et al.* Latin American Agricultural Workers' Job Demands and Resources and the Association With Health Behaviors at Work and Overall Health. *Front Public Health*. 2022;10. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.838417>
20. Maia LR, Rodrigues LB. Saúde e segurança no ambiente rural: uma análise das condições de trabalho em um setor de ordenha. *Ciência Rural*. 2012;42:1134-9. DOI: <https://doi.org/10.1590/50103-84782012000600030>
21. Magri CA, Garcia RG, Binotto E, Burbarelli MFC, Gandra ERS, Przybulinski BB, *et al.* Occupational risks and their implications for the health of poultry farmers. *Work (Reading, Mass)*. 2021;70(3):815-22. DOI: <https://doi.org/10.3233/wor-205179>
22. Lucero PA. Social sense of risk on the use of pesticides in producers and rural workers in the Junín County (Buenos Aires), between 2015 and 2019. *Mundo Agrario*. 2023;24(57):e223. DOI: <https://doi.org/10.24215/15155994e223>
23. Davoudi Kakhki F, Freeman SA, Mosher GA. Evaluating machine learning performance in predicting injury severity in agribusiness industries. *Safety Science*. 2019;117:257-62. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.04.026>
24. Dally M, Butler-Dawson J, Sorensen CJ, Van Dyke M, James KA, Krisher L, *et al.* Wet Bulb Globe Temperature and Recorded Occupational Injury Rates among Sugarcane Harvesters in Southwest Guatemala. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(21). DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17218195>
25. Reck ÂB, Schultz G. Aplicação da metodologia multicritério de apoio à decisão no relacionamento interorganizacional na cadeia da avicultura de corte. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. 2016;54(4):709-28. DOI: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790540407>
26. Sabadin RK, Severo EA, De Guimarães JCF. Innovation in ergonomics: a survey in the agribusiness sector of Brazil. *Int J Industrial and Systems Engineering*. 2020;34(1):124–43. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJISE.2020.104319>
27. Nasralla Neto E, Lacaz FA, Pignati WA. Health surveillance and agribusiness: the impact of pesticides on health and the environment. *Danger ahead! Ciencia & saude coletiva*. 2014;19(12):4709-18. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-812320141912.03172013>
28. Jennissen CA, Sweat S, Wetjen K, Hoogerwerf P, Denning GM. Engaging Agribusinesses: Feasibility and Cost of an ATV Safety Poster Project. *Journal of agromedicine*. 2017;22(4):364-75. DOI: <https://doi.org/10.1080/1059924x.2017.1358228>



29. Kwon S, Kim W, Yang S, Choi KH. Influence of the type of occupation on osteoarthritis of the knee in men: The Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2010-2012. WILEY Journal of Occupational Health. 2019;61(1):54-62. DOI: <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12022>
30. Jaramillo D, Krisher L, Schwatka NV, Tenney L, Fisher GG, Clancy RL, *et al.* International Total Worker Health: Applicability to Agribusiness in Latin America. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021;18(5):e2252. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18052252>
31. Campos-Vasquez ND, Campos-Vasquez N, Ninaquispe-Zare VP, Ascon-Dionicio GM, editors. Analysis of the prospects for the application of Management Systems to agribusiness 2021. 2nd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development - LEIRD 2022: “Exponential Technologies and Global Challenges: Moving toward a new culture of entrepreneurship and innovation for sustainable”, Virtual Edition; 2022 December 5 – 7. DOI: <https://doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.109>

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Contribución de los autores

*Conceptualización:* Carlos Julio Lozano Piedrahita.

*Curación de datos:* Carlos Julio Lozano Piedrahita.

*Análisis formal:* Carlos Julio Lozano Piedrahita, Yosvani Orlando Lao León.

*Administración del proyecto:* Carlos Julio Lozano Piedrahita.

*Investigación:* Carlos Julio Lozano Piedrahita.

*Metodología:* Carlos Julio Lozano Piedrahita, Yosvani Orlando Lao León.

*Redacción del borrador original:* Carlos Julio Lozano Piedrahita, Yosvani Orlando Lao León.

*Redacción, revisión y edición:* Carlos Julio Lozano Piedrahita, Yosvani Orlando Lao León.



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)