# Analysis of ergonomic risks associated with the cashier position and its relationship with occupational health

Victor Euceda Manueles[1]; Daniela Quevedo Miguel[2]; Rossana Carías Escoto[3]
[1,2, 3]Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Ingeniería Industrial, Honduras, *veuceda170@gmail.com*, *daniquevedod10@gmail.com*, *rossana_escoto@unah.edu.hn*

***Abstract–*** ***The ergonomic risks associated with the cashier's position pose a challenge to occupational health due to continuous exposure to forced postures, repetitive movements, and biomechanical demands. The objective of this study was to analyze the scientific evidence on the relationship between Ergonomic Risk, as an independent variable, and Occupational Health, as a dependent variable, through two complementary phases. The first phase consisted of a bibliometric analysis of scientific publications from 2015 to 2025, aimed at identifying the evolution of knowledge, the main lines of research, and ergonomic assessment methods. The second phase involved a correlational analysis of secondary data covering the period 2011–2020. The bibliometric results showed sustained growth in research, with a predominance of studies on postural assessment, musculoskeletal disorders, and ergonomic interventions. Spearman's rho was used to assess the relationship between the ergonomic exposure indicator and the indicator of prolonged work absence, yielding a weak and non-significant positive association (ρ = 0.285; p = 0.425; n = 10). It is concluded that the literature supports the relevance of ergonomic risks to occupational health, although the relationship was not statistically corroborated using the aggregate indicators employed.***

***Keywords--*** ***Ergonomics, Cashier, Ergonomic Risk, Occupational Health, Musculoskeletal Disorder***

# Análisis sobre riesgos ergonómicos asociados al puesto de cajero y su relación con la salud ocupacional

Victor Euceda Manueles[1]; Daniela Quevedo Miguel[2]; Rossana Carías Escoto[3]
[1,2,3]Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Ingeniería Industrial, Honduras, *veuceda170@gmail.com*, *daniquevedod10@gmail.com*, *rossana_escoto@unah.edu.hn*

***Resumen–*** ***La presente investigación tuvo como objetivo analizar la evidencia científica sobre los riesgos ergonómicos asociados al puesto de cajero y su relación con la salud ocupacional, integrando un análisis bibliométrico de la producción científica publicada entre 2015 y 2025 con el análisis de datos secundarios provenientes de la base Injuries, Illnesses and Fatalities del Bureau of Labor Statistics (BLS). El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, sustentado en el paradigma positivista y con alcance descriptivo-exploratorio. En la primera fase se caracterizó la evolución de la producción científica mediante indicadores bibliométricos y las leyes de Price, Bradford y Zipf, mientras que en la segunda fase se analizaron las exposiciones ergonómicas, las lesiones ocupacionales y la severidad de los casos registrados para la ocupación de cajero utilizando información oficial del período 2023–2024. Los resultados evidenciaron un crecimiento sostenido de la investigación, un predominio de estudios centrados en la evaluación postural y los trastornos musculoesqueléticos, así como una correspondencia entre la evidencia científica y los datos estadísticos relacionados con movimientos repetitivos, sobreesfuerzo, lesiones en las extremidades y períodos significativos de ausencia laboral. Se concluyó que la evidencia científica y los patrones descriptivos observados en los registros ocupacionales respaldan la relevancia de los riesgos ergonómicos para la salud ocupacional de los cajeros.***

***Palabras Clave-- Ergonomía, Cajero, Postura Incomoda, Riesgo Ergonómico, Salud Ocupacional***

## I. Introducción

El puesto de cajero constituye una actividad laboral que puede implicar exposición continua a factores de riesgo ergonómico, debido a la realización de movimientos repetitivos, la adopción de posturas mantenidas, la manipulación frecuente de productos y el desarrollo ininterrumpido de tareas durante la jornada laboral [1]. Estas exigencias pueden favorecer la aparición de molestias y trastornos musculoesqueléticos, con repercusiones en el bienestar físico, la capacidad funcional y el desempeño de los trabajadores [2]. Ante esta situación, resulta importante analizar cómo dichas condiciones laborales se relacionan con la salud ocupacional. En este sentido, la presente investigación plantea la siguiente pregunta: ¿Qué relación existe entre los riesgos ergonómicos asociados al puesto de cajero y las afectaciones en la salud ocupacional?

El riesgo ergonómico es aquel originado por la sobrecarga física, los movimientos repetitivos o la adopción de posturas no naturales durante la ejecución del trabajo, cuyas consecuencias pueden incluir fatiga, errores, accidentes, enfermedades ocupacionales y trastornos musculoesqueléticos [3]. En el caso específico de los cajeros, estas condiciones están asociadas al escaneo continuo de productos, la atención permanente al cliente, el alcance repetitivo de mercancías y la permanencia prolongada en posiciones estáticas, factores que incrementan la carga biomecánica sobre cuello, hombros, espalda y extremidades superiores [4]. Asimismo, el estudio [1] evidencia que la implementación de programas de capacitación ergonómica y ejercicios específicos reduce significativamente el dolor musculoesquelético y disminuye el nivel de riesgo postural en cajeros de supermercados, resaltando la importancia de intervenir sobre estos factores para prevenir lesiones relacionadas con el trabajo.

Por otra parte, la salud ocupacional se define como la promoción y el mantenimiento del máximo nivel de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las profesiones. También tiene por objeto prevenir los problemas de salud relacionados con el trabajo y adaptar el trabajo al trabajador y al trabajador a su puesto de trabajo [5]. Desde la perspectiva ergonómica, la exposición continua a factores biomecánicos puede favorecer la aparición de trastornos musculoesqueléticos, limitar la capacidad funcional del trabajador y generar períodos de incapacidad o ausencia laboral. Diversas investigaciones han demostrado que los trastornos musculoesqueléticos asociados con el trabajo representan una de las principales causas de discapacidad laboral y pérdida de productividad a nivel mundial, especialmente en ocupaciones que requieren movimientos repetitivos y mantenimiento prolongado de posturas [4],[5].

Diversos estudios coinciden en que la exposición prolongada a factores de riesgo ergonómico puede asociarse con el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos y otras afectaciones relacionadas con la salud ocupacional. En consecuencia, durante los últimos años se han desarrollado diferentes métodos para identificar, evaluar y controlar dichos riesgos, entre los que destacan PERA, RULA, OWAS y EAWS, los cuales permiten analizar objetivamente las condiciones posturales y biomecánicas presentes en distintos puestos de trabajo [6],[7],[8]. De igual forma, [3] señala que la gestión sistemática de los riesgos ergonómicos constituye un componente esencial para fortalecer la seguridad y la salud ocupacional, favoreciendo la implementación de medidas preventivas sustentadas en evidencia científica.

## II. METODOLOGÍA

*Fase I. Análisis bibliométrico*

El diseño metodológico de la presente investigación se estructura en dos fases secuenciales. La primera fase comprende la ejecución de una estrategia de búsqueda y análisis bibliométrico para compilar la producción científica editada en el periodo 2015-2025. Esta fase se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, sustentado en el paradigma positivista y orientado mediante una bibliometría de alcance descriptivo exploratorio. El estudio tiene como propósito analizar la producción científica relacionada con los riesgos ergonómicos asociados al puesto de cajero y su relación con la salud ocupacional, a fin de identificar tendencias de investigación, enfoques conceptuales predominantes, autores influyentes y principales líneas temáticas desarrolladas en la literatura especializada [9].

Para ello, se emplean técnicas bibliométricas que permiten examinar de manera objetiva la evolución del conocimiento científico, las relaciones entre conceptos y la estructura temática del campo de estudio. Los resultados obtenidos facilitan la identificación de modelos, métodos de evaluación ergonómica y marcos conceptuales recurrentes utilizados para analizar la interacción entre los factores ergonómicos y la salud ocupacional en entornos laborales [10].

Con el propósito de estructurar y complementar este análisis bibliométrico, se emplean las principales leyes de la bibliometría, las cuales permiten evaluar diferentes dimensiones de la producción científica, como la frecuencia de los términos utilizados, la concentración de la literatura en revistas especializadas y la evolución temporal de las publicaciones. En este contexto el análisis se complementa con los principios bibliométricos de Zipf, Bradford y Price, empleados como referentes para interpretar, respectivamente, la frecuencia de términos, la concentración de publicaciones en revistas y la evolución temporal de la producción científica, lo que aporta un marco sólido para caracterizar la literatura existente [11],[12],[13].

Para la recolección de artículos científicos con relación al tema de estudio se utiliza el software Publish or Perish que es un software que permite al usuario editar las listas de resultados de los artículos presentados en un formato de cuadrícula compacto y eficiente además este facilita la identificación y eliminación de entradas duplicadas al ofrecer una ordenación dinámica del conjunto según ocho elementos de metadatos, la deselección de elementos y el recálculo instantáneo de los indicadores para ello se utiliza la ecuación de búsqueda que se configura a partir de las siguientes palabras clave en inglés y operadores lógicos: Ergonomics, Cashier, Awkward Posture, Ergonomic Risk, y Occupational Health [14].

Para la construcción y visualización de los mapas se emplea el software VOSviewer que [15] lo define como una herramienta de software para crear y explorar mapas basados en metadatos de red. VOSviewer explora los vínculos de coautoría, coocurrencia, citas, acoplamiento bibliográfico y enlaces de cocitación en una de las tres representaciones posibles: red, superposición o densidad [16]. Los registros bibliográficos recuperados se exportan a una hoja de cálculo en Microsoft Excel para su normalización y depuración. Este proceso de selección de artículos implica la eliminación de registros duplicados y la aplicación de criterios de inclusión y exclusión como se muestra en la figura 1.

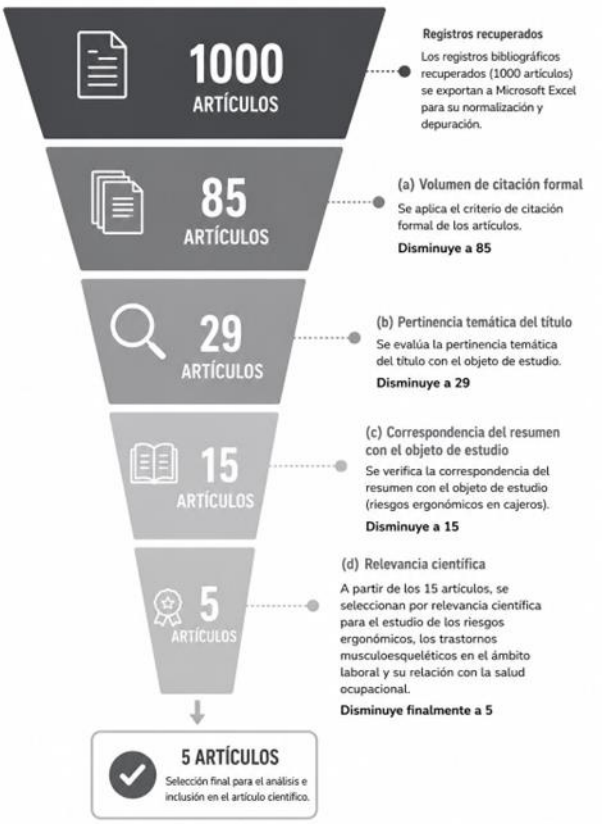



Fig. 1. Proceso de selección de artículos para la investigación. Nota: Elaboración Propia

Asimismo, se realiza un control de calidad editorial donde se verifica que las revistas de origen se encuentren indexadas en plataformas de alto impacto, empleando para ello las herramientas de consulta SCImago Journal & Country Rank (SJR) y la Master Journal List de Web of Science (WoS). Se empleó SCImago Journal & Country Rank (SJR) para identificar el nivel de impacto, cuartil y prestigio relativo de la revista, ya que esta plataforma permite evaluar revistas científicas a partir de indicadores bibliométricos basados en Scopus. Por su parte, la Master Journal List de Web of Science (WoS) se utilizó para verificar si la revista estaba indexada en

la colección principal de WoS y confirmar su inclusión en una base reconocida internacionalmente. En conjunto, ambas herramientas permiten sustentar que las revistas seleccionadas cumplen criterios de visibilidad, calidad e indexación internacional.

*Fase II. Análisis bibliométrico*

Con base en la selección de artículos de la primera fase, se desarrolla la segunda fase metodológica mediante el respaldo de una base de datos secundaria como es la Bureau of Labor Statistics (BLS). La BLS constituye la segunda agencia estadística más grande y antigua de los Estados Unidos. Durante más de 125 años ha recopilado, analizado y difundido información económica y laboral oficial, consolidándose como una de las principales fuentes de estadísticas del país. Dentro de sus programas estadísticos, la base Injuries, Illnesses and Fatalities *(IIF)* genera información anual sobre lesiones, enfermedades y fatalidades laborales mediante la Survey of Occupational Injuries and Illnesses *(SOII)* y el Census of Fatal Occupational Injuries *(CFOI)*. Asimismo, proporciona indicadores relacionados con la incidencia de lesiones y enfermedades ocupacionales, los casos con días de ausencia laboral, las restricciones o transferencias de trabajo y la duración de la incapacidad laboral [17].

La BLS fue seleccionada por constituir una de las fuentes de información ocupacional más completas y estandarizadas disponibles para la ocupación de cajero, identificada mediante el código SOC 41-2011. Su estructura permite acceder a series históricas e indicadores oficiales sobre eventos o exposiciones laborales, duración de la ausencia laboral y regiones corporales afectadas, necesarios para la operacionalización y el análisis de las variables planteadas en la investigación. Aunque los registros corresponden al contexto laboral de los Estados Unidos, su utilización resulta pertinente para examinar la relación propuesta dentro del alcance del estudio. No obstante, los resultados deben interpretarse considerando las características del sistema ocupacional del cual proceden los datos y no generalizarse directamente a otros países o contextos laborales.

A partir de la SOII específicamente la ocupación de cajero con código ocupacional (SOC 41-2011) se procede a evaluar dos variables como se muestra en la figura 2, la independiente: Riesgo Ergonómico (RE) y la dependiente: Salud Ocupacional (SO). La variable independiente RE se operacionalizó mediante la dimensión de exposiciones de origen ergonómico derivado de la tabla R12 (Detailed occupation by selected events or exposures). La variable dependiente, salud ocupacional, se operacionalizó mediante la dimensión ausencia laboral prolongada derivado de la tabla R66 (Detailed occupation by number of days away from work by case type), definido como la proporción de casos que registraron 31 días o más de ausencia laboral respecto al total de casos con días de ausencia.

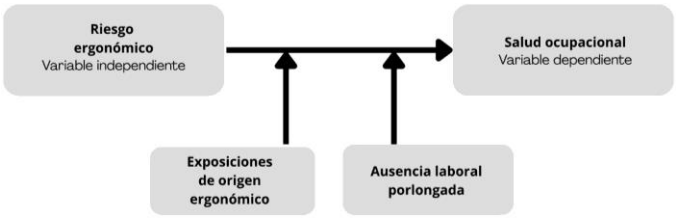



Fig. 2. Mapa de variables. Nota: Elaboración Propia

Las dos variables presentadas se definieron y midieron debido a la disponibilidad y estructura de la base de datos secundaria utilizada. Por tanto, los indicadores empleados no representan la totalidad de cada constructo, sino dimensiones específicas observables en los registros de la Bureau of Labor Statistics.

Para el análisis estadístico se utilizaron los datos anuales comprendidos entre 2011 y 2020, correspondientes a diez períodos de datos. Este intervalo se seleccionó con el propósito de mantener una serie homogénea, debido a que el BLS identifica 2011–2020 como una misma serie de datos de casos y características demográficas y advierte un quiebre de serie a partir del período bienal 2021–2022, por lo que recomienda evitar comparaciones directas con las series anuales de 2020 o anteriores. La unidad de análisis estadístico correspondió a cada período anual y no a trabajadores individuales; por tanto, el tamaño analítico de la correlación fue de diez observaciones (n = 10), y cabe destacar que el número reducido de observaciones disminuye el poder estadístico de la prueba, aunque cada período integra múltiples casos ocupacionales registrados por el BLS. De manera adicional, se realizó una caracterización descriptiva de la distribución anatómica de las lesiones mediante la tabla R10 (Detailed occupation by selected parts of body affected) correspondiente al período 2023–2024, con el propósito de incorporar una caracterización descriptiva reciente de las regiones corporales afectadas.

Este análisis evalúa la asociación entre el indicador de exposición ergonómica y el indicador de ausencia laboral prolongada mediante el coeficiente de correlación rho de Spearman, utilizado para evaluar la dirección y la fuerza de una asociación monótona entre dos variables ordinales o cuantitativas que no cumplen el supuesto de normalidad [18]. Esta prueba fue seleccionada debido al reducido número de períodos disponibles y al carácter agregado de los indicadores analizados, sin asumir normalidad en su distribución. Se estableció un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. La tabla R10 se utilizó de manera complementaria para caracterizar descriptivamente la distribución anatómica de las lesiones y enfermedades ocupacionales. Para el procesamiento y análisis

se empleó el software estadístico R para comprobar correlación entre las variables, definido por [19] como un lenguaje de programación y un entorno de software de libre acceso orientado al cálculo estadístico y la representación gráfica de datos.

## III. Resultados

*Evolución de la producción científica*

En los últimos 10 años ha existido un crecimiento importante en las investigaciones con respecto a la ergonomía y salud ocupacional. Como se observa en la Figura 3, la producción científica presenta una tendencia general de crecimiento durante el período 2015-2025, comportamiento que puede interpretarse a partir del principio de crecimiento de la ciencia descrito por Price, ya que muestra cómo un campo de investigación pasa de una fase de crecimiento moderado a una etapa de expansión acelerada, en la que la producción científica comienza a concentrarse en pocos años de alta productividad.

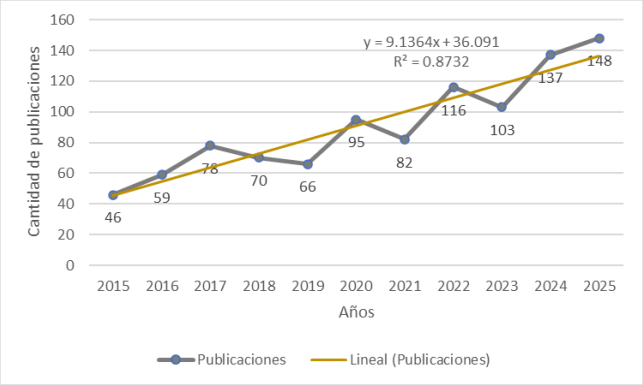



Fig. 3. Evolución de la producción científica sobre riesgos ergonómicos y salud ocupacional, 2015–2025. Nota: Elaboración Propia

En este caso, puede interpretarse una primera fase de crecimiento gradual entre 2015 y 2019, seguida de una segunda fase de expansión más dinámica entre 2020 y 2025, donde la literatura aumenta de manera notable y el tema se consolida como una línea de investigación activa. El comportamiento observado sugiere que los riesgos ergonómicos asociados al puesto de cajero y su relación con la salud ocupacional han adquirido mayor relevancia en los últimos años, posiblemente impulsados por el interés en la prevención de trastornos musculoesqueléticos, la evaluación postural y el rediseño de puestos de trabajo. La tendencia lineal presenta un coeficiente de determinación de $R^2$ = 0.8732, indicando que el modelo describe una proporción elevada de la variación temporal observada en el número anual de publicaciones. Este comportamiento resulta consistente con el crecimiento progresivo de la producción científica planteado por Price.

*Estructura temática de la literatura científica*

El mapa de coocurrencia de palabras clave permitió identificar la estructura conceptual de la investigación sobre riesgos ergonómicos asociados al puesto de cajero (Fig. 4). Los términos con mayor frecuencia y centralidad fueron worker, posture, musculoskeletal disorder, ergonomic e intervention, lo que evidencia que la literatura se concentra principalmente en la evaluación postural, la identificación de trastornos musculoesqueléticos y el desarrollo de intervenciones ergonómicas orientadas a mejorar la salud ocupacional.

Asimismo, el análisis permitió identificar tres núcleos temáticos principales: el primero orientado a la evaluación de las posturas y actividades del trabajador; el segundo enfocado en los trastornos musculoesqueléticos derivados de la exposición ergonómica; y el tercero relacionado con las estrategias de intervención para disminuir los riesgos y mejorar el desempeño laboral. Esta organización refleja la evolución de la investigación desde la identificación de factores de riesgo hacia el diseño de soluciones preventivas.

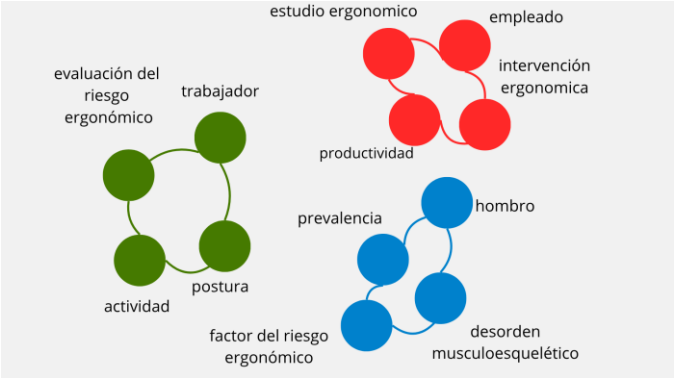



Fig. 4. Mapa de coocurrencia temática sobre riesgos ergonómicos y salud ocupacional. Nota: Elaboración Propia
Tomado como referencia del software VOSviewer

*Evolución de las líneas de investigación*

La visualización temporal presentada en la Fig. 5 muestra que los términos study, worker, posture y musculoskeletal disorder han permanecido como los conceptos centrales durante todo el período analizado. En los años más recientes se observa un incremento en la presencia de términos relacionados con intervention, health, employee y productivity, lo que evidencia una transición hacia investigaciones con un enfoque preventivo y aplicado. Este comportamiento confirma que la producción científica ha evolucionado desde estudios descriptivos hacia propuestas orientadas a mejorar las condiciones ergonómicas de los trabajadores.

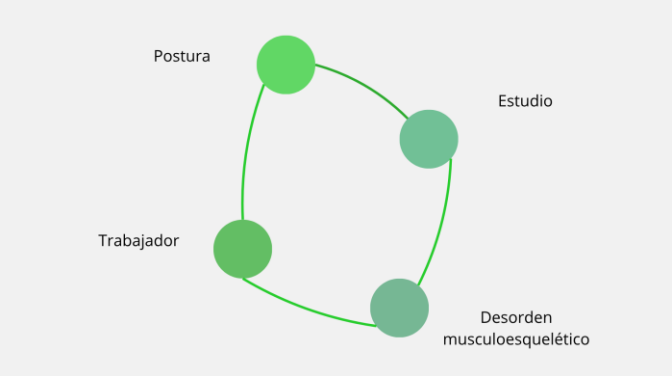



Fig. 5. Evolución temporal de las palabras clave del campo de estudio.
Nota: Elaboración Propia
Tomado como referencia del software VOSviewer

*Revistas de mayor productividad científica*

La distribución de publicaciones mostró una concentración de la producción científica en un número reducido de revistas especializadas (Fig. 6), comportamiento consistente con la Ley de Bradford [12]. Entre las fuentes con mayor número de publicaciones destacan International Journal of Environmental Research and Public Health, Studies in Systems, Decision and Control y Advances in Intelligent Systems and Computing, las cuales constituyen las principales fuentes de difusión científica sobre ergonomía y salud ocupacional. La concentración observada facilita la identificación de revistas de referencia para futuras investigaciones en esta temática.

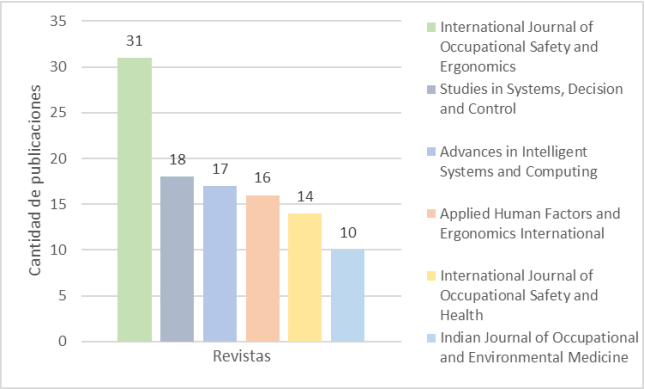



Fig. 6. Distribución de las revistas de mayor productividad científica.
Nota: Elaboración Propia

A partir de esta caracterización general de la producción científica, el análisis se orientó hacia la identificación de los estudios con mayor pertinencia para profundizar en los fundamentos teóricos y metodológicos relacionados con el objeto de investigación. Como resultado del proceso de selección bibliográfica, se identificaron cinco estudios con mayor pertinencia científica y metodológica para el desarrollo de la investigación. Estos artículos fueron seleccionados considerando su correspondencia con los riesgos ergonómicos, los trastornos musculoesqueléticos, los métodos e instrumentos de evaluación ergonómica y su aplicabilidad al análisis de la salud ocupacional. La Tabla 1 presenta una síntesis de estos estudios, considerando sus autores, título, año de publicación y principal aporte, con el propósito de sistematizar la evidencia científica que sustenta el análisis posterior de los riesgos ergonómicos asociados al puesto de cajero y su relación con la salud ocupacional.

TABLA I
MATRIZ DE ARTÍCULOS RELEVANTES
NOTA: ELABORACIÓN PROPIA

| AUTORES | TITULO | MÉTODO | CITAS | REVISTA/ BASE |
|---|---|---|---|---|
| [6] | An observational method for Postural Ergonomic Risk Assessment (PERA). | PERA a base del EAWS | 75 | Elsevier BV/scopus |
| [2] | WHO/ILO work-related burden of disease and injury: Protocol for systematic reviews of exposure to occupational ergonomic risk factors and of the effect of exposure to occupational ergonomic risk factors on osteoarthritis of hip or knee and selected other musculoskeletal diseases | Navigation Guide | 73 | Elsevier BV/ scopus |
| [3] | Ergonomic risk management process for safety and health at work | Bow Tie y el algoritmo de 11 pasos | 25 | Frontiers in Public Health/ Scopus |
| [1] | The effect of combined ergonomic training and exercises on musculoskeletal pain and ergonomic risks in supermarket cashiers: a randomized controlled trial | VAS, Cuestionario Musculoesquelético Nórdico Ampliado (NMQ-E) y la Evaluación Rápida de las Extremidades Superiores (RULA) | 4 | Springer/Scopus |
| [4] | Work-related self-reported musculoskeletal injuries in Portuguese hypermarket cashiers | Cuestionario, Phalen Test y Forward Likelihood Method (Omnibus y Hosmer-Lemeshow) | 3 | Medicina del lavoro/Scopus |

Nota: Elaboración Propia

El estudio de Yaşar et al. (2025) describe que la actividad laboral del cajero se caracteriza por la ejecución continua de movimientos repetitivos y la adopción de posturas estáticas durante la jornada de trabajo. Entre las tareas más frecuentes se encuentra el escaneo constante de productos, el alcance de artículos ubicados en diferentes posiciones y el giro repetitivo del tronco y del cuello para manipular y trasladar la mercancía. Asimismo, el cajero permanece sentado o de pie durante largos períodos, mientras realiza movimientos continuos de brazos y hombros para efectuar el registro y cobro de los productos. Estas actividades representan una elevada demanda biomecánica debido a la repetición de los movimientos y a la limitada recuperación muscular entre cada tarea. A partir de estas exigencias ergonómicas, los autores identifican diferentes regiones anatómicas susceptibles de presentar molestias o lesiones musculoesqueléticas. (Yaşar et al., 2025)

Para ello, emplean un esquema corporal dividido en nueve regiones anatómicas: cuello, hombros, codos, muñecas y manos, parte superior de la espalda, parte inferior de la espalda, caderas y muslos, rodillas y tobillos y pies. Esta clasificación permite localizar con mayor precisión las zonas corporales más afectadas por las actividades propias del puesto de cajero y facilita la evaluación de los efectos ergonómicos asociados a la ocupación. (Yaşar et al., 2025). Por su parte, Minghelli et al. (2019) amplían la descripción de las exigencias físicas del puesto al detallar los movimientos específicos que realiza el cajero de supermercado durante su jornada laboral. Los autores señalan que una de las principales tareas consiste en recoger los productos colocados por los clientes sobre la cinta transportadora, actividad cuyo esfuerzo depende del peso de los artículos y de las características del puesto de trabajo.

A partir de la evidencia teórica obtenida para la primera dimensión, se procedió a analizar los eventos de origen ergonómico registrados para la ocupación de cajero, con el propósito de examinar la correspondencia entre los hallazgos de la literatura y los patrones observados en los registros estadísticos secundarios.

*Relación entre el riesgo ergonómico y la salud ocupacional*

Con el propósito de examinar estadísticamente la correspondencia entre la evidencia científica y los patrones obtenidos de la base de datos secundaria, se analizaron diez períodos anuales comprendidos entre 2011 y 2020. Para representar el riesgo ergonómico, se seleccionaron de la tabla R12 las categorías de sobreesfuerzo asociado a la manipulación o movimiento de objetos y movimientos repetitivos como señala Minghelli et al. [4], debido a que presentan la mayor correspondencia que dispone la tabla R12 con los mecanismos de exposición identificados previamente en la literatura para la ocupación de cajero. A partir de ambas categorías se construyó un indicador expresado como la proporción conjunta de estos eventos respecto al total de casos con días de ausencia laboral registrados en cada año.

Por su parte, la variable salud ocupacional se representó mediante un indicador de porcentaje de ausencia laboral prolongada, construido a partir de la tabla R66. Para ello, se seleccionó la categoría de 31 días o más de ausencia laboral, debido a que constituye el intervalo de mayor duración disponible en la clasificación utilizada durante los años analizados. En consecuencia, esta categoría se empleó como una medida operacional para identificar los casos que presentaron una mayor duración de ausencia laboral, sin asumir que los 31 días constituyan un umbral clínico de severidad. El indicador se calculó como la proporción de casos con 31 días o más de ausencia respecto al total de casos con días de ausencia laboral de cada período.

TABLA II
OPERALIZACIÓN DE LAS VARIABLES PARA EL ANALÍSIS ESTADÍSTICO
NOTA: ELABORACIÓN PROPIA

| Variable | Dimensión | Indicador | Fuente | Análisis |
|---|---|---|---|---|
| Riesgo Ergonómico (RE) Variable Independiente | Exposición ergonómica | Porcentaje de casos por sobreesfuerzo + movimientos repetitivos | BLS R12 | Correlación de Spearman |
| Salud Ocupacional (SO) Variable dependiente | Ausencia laboral prolongada | Porcentaje de casos con ≥31 días de ausencia | BLS R66, | Correlación de Spearman |
| Salud Ocupacional (SO) | Afectación anatómica | Distribución de lesiones por región corporal | BLS R10 | Descriptivo Complementario |

Nota: Elaboración Propia

Para permitir la comparación entre períodos con diferente número de casos, los indicadores de riesgo ergonómico y salud ocupacional fueron expresados como proporciones porcentuales respecto al total de casos con días de ausencia laboral (days away from work, DAFW) registrados en cada año. Los indicadores se calcularon mediante las expresiones (1) y (2).

$$I_{RE} = \frac{Sobreesfuerzo + movimientos\ repetitivos}{Total\ de\ casos\ DAFW} \times 100\% \quad (1)$$

$$I_{SO} = \frac{Casos\ con\ 31\ días\ o\ más}{Total\ de\ casos\ DAFW} \times 100\% \quad (2)$$

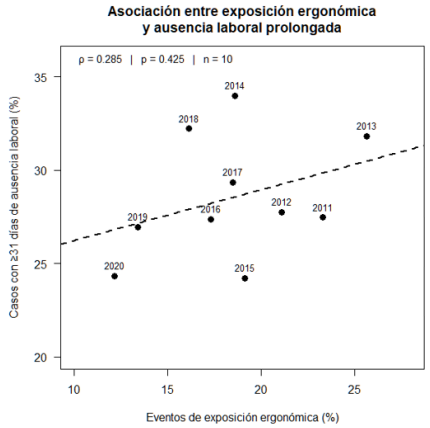



Fig. 7. Asociación entre exposición ergonómica y ausencia laboral prolongada.
Nota: Elaboración propia mediante el software R.

La línea punteada representa únicamente una tendencia visual. La asociación estadística se evaluó mediante el coeficiente rho de Spearman.

El coeficiente rho de Spearman mostró una asociación monotónica positiva débil y no significativa entre ambos indicadores ($\rho = 0.285$; $p = 0.425$; $n = 10$). Desde el punto de vista práctico, la magnitud del coeficiente evidencia una

correspondencia limitada entre las variaciones anuales de la exposición ergonómica y la ausencia laboral prolongada.

La dispersión confirma esa correspondencia limitada. En 2014 se registró 18.6% de exposición ergonómica y 34.0% de ausencia prolongada, mientras que en 2015, con una exposición similar de 19.1%, la proporción de ausencia disminuyó a 24.2%. Asimismo, 2018 presentó 16.1% de exposición y 32.2% de ausencia prolongada. Estas diferencias son coherentes con la baja magnitud del coeficiente y evidencian que el resultado describe el comportamiento anual agregado, sin implicar causalidad ni asociaciones individuales.

TABLA III
INDICADORES ANUALES UTILIZADOS EN LA CORRELACIÓN
NOTA: ELABORACIÓN PROPIA

| Periodo | Riesgo ergonómico (%) | Ausencia ≥31 días (%) |
|---|---|---|
| 2011 | 23.28% | 27.48% |
| 2012 | 21.08% | 27.75% |
| 2013 | 25.65% | 31.84% |
| 2014 | 18.60% | 33.98% |
| 2015 | 19.12% | 24.22% |
| 2016 | 17.29% | 27.38% |
| 2017 | 18.50% | 29.36% |
| 2018 | 16.11% | 32.23% |
| 2019 | 13.42% | 26.96% |
| 2020 | 12.16% | 24.33% |

Aunque el análisis correlacional de la serie anual 2011–2020 no mostró evidencia estadística suficiente para establecer una asociación monotónica significativa entre los indicadores de exposición ergonómica y ausencia laboral prolongada, se realizó un análisis descriptivo complementario de la variable salud ocupacional. Para ello, se examinó la distribución anatómica de las lesiones y enfermedades registradas en la ocupación de cajero (SOC 41-2011) mediante la tabla R10 del BLS correspondiente al período 2023–2024, seleccionado por constituir el período más reciente disponible. Este análisis tuvo como finalidad identificar las regiones corporales con mayor frecuencia de afectación y contrastar su distribución con los patrones anatómicos descritos en la evidencia científica seleccionada, sin considerarlo una prueba adicional de asociación entre las variables. Este análisis complementario permite ampliar la caracterización de la variable salud ocupacional, al incorporar, además de la ausencia laboral prolongada, la localización anatómica de las lesiones y enfermedades registradas.

Para identificar las regiones anatómicas con mayor frecuencia de afectación, se analizaron los 16,380 casos con días de ausencia laboral registrados para los cajeros durante el período 2023-2024. Los resultados muestran que las extremidades superiores constituyen la región con mayor frecuencia, con 4,890 casos (29.9 %), seguidas de las extremidades inferiores con 4,340 casos (26.5 %) y el tronco con 3,160 casos (19.3 %). En conjunto, estas tres regiones concentran el 75.7 % de los casos registrados, evidenciando que la afectación anatómica se distribuye principalmente en estos segmentos corporales.

TABLA IV
DISTRIBUCIÓN ANATÓMICA DE LAS LESIONES Y ENFERMEDADES OCUPACIONALES EN CAJEROS
NOTA: ELABORACIÓN PROPIA

| Región anatómica | Frecuencia absoluta (n) | Frecuencia relativa (%) | Porcentaje Acumulado |
|---|---|---|---|
| Extremidades superiores | 4,890 | 29.9% | 29.9% |
| Extremidades inferiores | 4,340 | 26.5% | 56.4% |
| Tronco | 3,160 | 19.3% | 75.7% |
| Cabeza | 1,810 | 11.1% | 86.8% |
| Varias partes | 1,100 | 6.7% | 93.5% |
| Sistema Corporal | 890 | 5.4% | 98.9% |
| Resto del cuerpo | 130 | 0.8% | 99.7% |
| Cuello | 60 | 0.4% | 100% |
| Total | 16,380 | 100% | |

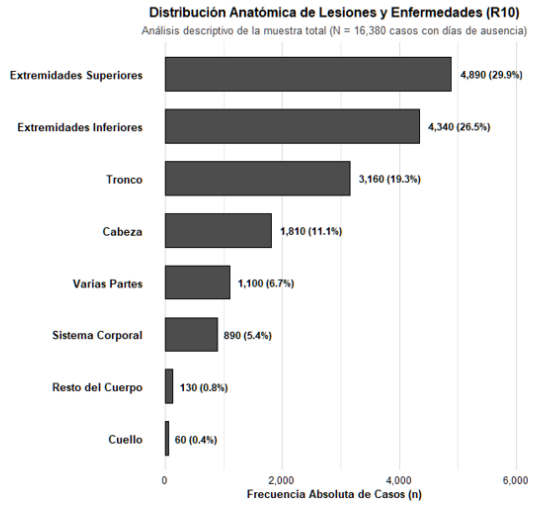



Fig. 8. Distribución anatómica de lesiones y enfermedades ocupacionales en cajeros. Nota: Elaboración Propia

## IV. DISCUSIONES

La presente investigación tuvo como propósito analizar la evidencia científica sobre la relación entre los riesgos ergonómicos asociados al puesto de cajero y la salud ocupacional mediante un enfoque que integró un análisis bibliométrico y un análisis estadístico con datos secundarios. Esta combinación metodológica permitió examinar la problemática desde dos perspectivas complementarias: por una parte, la evolución del conocimiento científico y, por otra, el comportamiento de indicadores ocupacionales registrados en una fuente oficial de información. De esta manera, fue posible contrastar la evidencia reportada en la literatura con los patrones observados en los registros estadísticos, aportando una visión más amplia de la relación entre ambas variables.

Los resultados bibliométricos evidenciaron un crecimiento sostenido de la producción científica durante el período analizado, lo que refleja el creciente interés de la comunidad científica por comprender los efectos de los riesgos ergonómicos sobre la salud de los trabajadores. Asimismo, la identificación de términos predominantes como posture, musculoskeletal disorder, worker e intervention demuestra que la investigación ha evolucionado desde estudios orientados a la identificación de factores de riesgo hacia investigaciones enfocadas en el diseño de estrategias preventivas y de intervención ergonómica. Esta evolución coincide con lo planteado por Hulshof et al. [2] y Chen et al. [6], quienes destacan que los trastornos musculoesqueléticos asociados a factores ergonómicos representan uno de los principales desafíos para la salud ocupacional debido a sus efectos sobre la capacidad funcional y el desempeño laboral.

El análisis de los estudios seleccionados permitió identificar que los movimientos repetitivos, las posturas mantenidas y el sobreesfuerzo constituyen los factores ergonómicos más frecuentemente asociados con la aparición de trastornos musculoesqueléticos en cajeros. En este sentido, los hallazgos de Yaşar et al. [1] evidencian que la implementación de programas de capacitación ergonómica y ejercicios específicos reduce el dolor musculoesquelético y mejora las condiciones posturales, mientras que Minghelli et al. [4] señalan que las exigencias biomecánicas propias del puesto afectan principalmente el cuello, los hombros, la espalda y las extremidades superiores. Estos resultados respaldan la importancia de continuar fortaleciendo las estrategias de prevención en puestos caracterizados por tareas repetitivas y posturas sostenidas.

No obstante, el análisis correlacional realizado con datos secundarios mostró una asociación positiva de baja magnitud entre el indicador de exposición ergonómica y el indicador de ausencia laboral prolongada. Aunque la dirección de la relación fue consistente con el planteamiento teórico desarrollado en la literatura, la asociación observada no presentó evidencia estadística suficiente para establecer una relación significativa entre los indicadores evaluados. Este resultado no contradice necesariamente la evidencia científica existente, sino que refleja las diferencias metodológicas entre los estudios experimentales o de campo y el análisis realizado mediante indicadores agregados provenientes de registros ocupacionales oficiales.

Asimismo, el reducido número de observaciones temporales disponibles para el análisis correlacional (n = 10) limita el poder estadístico de la prueba para detectar asociaciones reales de baja o moderada magnitud, por lo que el resultado obtenido debe interpretarse como evidencia limitada al período y a los indicadores analizados. En términos estadísticos, esta cantidad de observaciones disminuye el poder de la prueba, es decir, su capacidad para detectar asociaciones reales de baja o moderada magnitud. Por esta razón, la ausencia de significancia estadística no contradice necesariamente la evidencia científica existente, sino que refleja las limitaciones inherentes al análisis de datos agregados. Los estudios incluidos en la revisión examinan exposiciones y afectaciones a nivel individual mediante cuestionarios, evaluaciones posturales e instrumentos musculoesqueléticos, mientras que las tablas R12 y R66 presentan distribuciones agregadas por año y no permiten comprobar que los casos clasificados por sobreesfuerzo o movimientos repetitivos sean los mismos que registraron 31 días o más de ausencia laboral.

Aunque cada período integra múltiples casos ocupacionales, la unidad estadística utilizada en la correlación corresponde al año y no al trabajador individual, por lo que el resultado debe interpretarse con cautela. Asimismo, la ausencia laboral prolongada constituye un fenómeno multifactorial que puede estar condicionado por la edad, la gravedad de la lesión, el acceso a los servicios de salud, las políticas de incapacidad y reincorporación laboral, la antigüedad en el puesto y otros factores organizacionales no contemplados en las tablas analizadas. En consecuencia, la relación entre ambos indicadores puede encontrarse influida por variables adicionales que no fue posible controlar en el presente estudio.

De manera complementaria, la caracterización descriptiva de las regiones anatómicas afectadas mostró una mayor frecuencia de lesiones en las extremidades superiores (29.9 %), seguidas de las extremidades inferiores (26.5 %) y el tronco (19.3 %). El predominio de las extremidades superiores y la presencia de afectaciones en el tronco mantienen correspondencia con la literatura analizada, debido a que las actividades desarrolladas por los cajeros implican movimientos repetitivos de hombros, brazos y muñecas, así como posturas mantenidas y movimientos de flexión y rotación del tronco durante la manipulación constante de productos. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Yaşar et al. [1] y Minghelli et al. [4], quienes destacan principalmente afectaciones musculoesqueléticas y exigencias ergonómicas relacionadas con los miembros superiores, hombros, cuello y espalda.

Sin embargo, la elevada frecuencia observada en las extremidades inferiores evidencia una divergencia parcial respecto a los segmentos anatómicos más destacados en estos estudios. Esta diferencia puede estar relacionada con el alcance más amplio de los registros utilizados en el análisis estadístico, los cuales comprenden lesiones y enfermedades ocupacionales de diversa naturaleza, mientras que los estudios ergonómicos seleccionados se concentran principalmente en síntomas musculoesqueléticos y en regiones corporales.

Por lo tanto, los resultados muestran una correspondencia parcial entre ambas fuentes de evidencia y sugieren que la distribución anatómica de las lesiones ocupacionales en cajeros puede abarcar regiones corporales que no necesariamente reciben la misma atención en los estudios ergonómicos especializados.

Uno de los principales aportes de esta investigación consiste en integrar el análisis bibliométrico con el análisis de datos secundarios, lo que permitió examinar la problemática desde dos niveles de evidencia complementarios. Mientras la literatura científica permitió identificar las principales tendencias, factores de riesgo y afectaciones musculoesqueléticas relacionadas con las exigencias ergonómicas del puesto de cajero, el análisis de los registros ocupacionales permitió contrastar estos hallazgos con el comportamiento de las variables en una población agregada. Esta integración permitió identificar coincidencias, pero también una divergencia relevante: mientras los estudios analizados sustentan asociaciones entre las exposiciones ergonómicas y las afectaciones musculoesqueléticas principalmente a nivel individual, la serie ocupacional agregada no mostró una asociación estadísticamente significativa entre la exposición ergonómica y la ausencia laboral prolongada.

Este contraste evidencia que los hallazgos obtenidos a nivel individual no necesariamente se reproducen con la misma magnitud al analizar indicadores poblacionales agregados y permite delimitar tanto el alcance como las limitaciones de la evidencia disponible sobre la relación entre los riesgos ergonómicos y la salud ocupacional en cajeros. Finalmente, los resultados obtenidos permiten identificar oportunidades para futuras investigaciones orientadas a profundizar en esta problemática. Se recomienda desarrollar estudios con información individualizada que permitan relacionar directamente las exposiciones ergonómicas con los trastornos musculoesqueléticos y la duración de la ausencia laboral, incorporando además variables personales, organizacionales y biomecánicas que contribuyan a comprender con mayor precisión la relación entre los riesgos ergonómicos y la salud ocupacional en el puesto de cajero.

## V. RECOMENDACIONES

Se recomienda fortalecer los programas de gestión de seguridad y salud ocupacional mediante la incorporación de evaluaciones ergonómicas periódicas en los puestos de cajero. La identificación temprana de factores de riesgo permitirá implementar medidas preventivas orientadas a reducir la exposición a movimientos repetitivos, posturas mantenidas y otras exigencias biomecánicas propias de esta actividad laboral.

Se recomienda desarrollar estrategias de intervención ergonómica que incluyan el rediseño de las estaciones de trabajo, la adecuación del mobiliario, la rotación de tareas y programas de capacitación sobre higiene postural. Estas acciones contribuirán a mejorar las condiciones laborales, disminuir la incidencia de trastornos musculoesqueléticos y promover el bienestar de los trabajadores.

Se recomienda que futuras investigaciones incorporen muestras más amplias, diferentes sectores comerciales y datos obtenidos directamente en el entorno laboral, con el fin de contrastar la evidencia bibliométrica con información primaria y fortalecer el análisis de la relación entre los riesgos ergonómicos y la salud ocupacional.

Asimismo, se recomienda integrar herramientas de análisis bibliométrico con métodos de evaluación ergonómica y análisis estadísticos más robustos, favoreciendo el desarrollo de investigaciones que proporcionen evidencia científica para la toma de decisiones y el diseño de estrategias preventivas en el ámbito de la ergonomía ocupacional.

## VI. CONCLUSIONES

La evidencia científica analizada muestra que los riesgos ergonómicos asociados al puesto de cajero constituyen una línea de investigación en crecimiento, caracterizada por el predominio de estudios orientados a la evaluación postural, los trastornos musculoesqueléticos y el desarrollo de intervenciones ergonómicas dirigidas a mejorar las condiciones de trabajo y proteger la salud ocupacional. El análisis bibliométrico permitió identificar que los movimientos repetitivos, las posturas mantenidas y el sobreesfuerzo se encuentran entre los factores ergonómicos recurrentemente abordados por la literatura especializada, mientras que los trastornos musculoesqueléticos y las estrategias preventivas representan núcleos temáticos relevantes dentro de la producción científica reciente.

En relación con las variables planteadas, el análisis correlacional mostró una asociación positiva de baja magnitud entre el indicador de exposición ergonómica y el indicador de ausencia laboral prolongada ($\rho = 0.285$; $p = 0.425$; $n = 10$). Sin embargo, no se obtuvo evidencia estadística suficiente para establecer una asociación monotónica significativa entre ambos indicadores durante el período 2011–2020. Este resultado debe interpretarse con cautela debido al reducido número de observaciones y al carácter agregado de los datos secundarios utilizados, ya que la unidad de análisis correspondió a períodos anuales y no a trabajadores individuales. En consecuencia, la falta de significancia estadística no debe interpretarse como evidencia de ausencia de riesgo ergonómico en el puesto de cajero, sino como falta de evidencia suficiente para establecer una asociación significativa mediante los indicadores y el período analizados. Asimismo, la información disponible no permite vincular directamente la exposición ergonómica con la duración de la ausencia laboral en los mismos trabajadores.

La evidencia científica revisada y la caracterización anatómica complementaria continúan mostrando la relevancia de las exposiciones ergonómicas y sus posibles efectos sobre la salud ocupacional. De igual manera la distribución anatómica de los casos presentó una concordancia parcial con la literatura científica, particularmente por el predominio de las extremidades superiores y el tronco, mientras que la elevada frecuencia registrada en las extremidades inferiores evidenció una divergencia respecto a las regiones corporales más destacadas en los estudios seleccionados. Estas diferencias pueden relacionarse con el carácter más amplio de los registros ocupacionales utilizados frente al enfoque específico de los estudios individuales revisados.

En conjunto, la integración del análisis bibliométrico con los registros ocupacionales permitió identificar coincidencias entre la literatura científica y la distribución anatómica observada, pero también evidenció que los indicadores agregados utilizados no permiten establecer estadísticamente una asociación significativa entre exposición ergonómica y ausencia laboral prolongada. Por ello, futuras investigaciones deberían incorporar información a nivel individual y variables biomecánicas, personales y organizacionales que permitan evaluar con mayor precisión la relación entre las condiciones ergonómicas del puesto y sus efectos sobre la salud ocupacional.

## REFERENCIAS


[1] D. Yaşar, E. E. Safran, and Ö. Şevgin, "The effect of combined ergonomic training and exercises on musculoskeletal pain and ergonomic risks in supermarket cashiers: A randomized controlled trial," International Archives of Occupational and Environmental Health, 2025, doi: 10.1007/s00420-025-02132-z.

[2] C. T. Hulshof et al., "WHO/ILO work-related burden of disease and injury: Protocol for systematic reviews of exposure to occupational ergonomic risk factors and of the effect of exposure to occupational ergonomic risk factors on osteoarthritis of hip or knee and other musculoskeletal diseases," Environment International, 2018, doi: 10.1016/j.envint.2018.09.053.

[3] O. Bazaluk et al., "Ergonomic risk management process for safety and health at work," Frontiers in Public Health, 2023, doi: 10.3389/fpubh.2023.1253141.

[4] B. Minghelli, N. Ettro, J. Simão, and K. Maurício, "Work-related self-reported musculoskeletal injuries in Portuguese hypermarket cashiers," Medicina del Lavoro, 2019, doi: 10.23749/mdl.v110i3.7771.

[5] N. Chen, D. Y. Tak Fong, and J. Y. Ha Wong, "The global health and economic impact of low-back pain attributable to occupational ergonomic factors in the working-age population by age, sex, and geography in 2019," Scandinavian Journal of Work, Environment and Health, 2023, doi: 10.5271/sjweh.4116.

[6] D. S. Chander and M. P. Cavatorta, "An observational method for Postural Ergonomic Risk Assessment (PERA)," International Journal of Industrial Ergonomics, 2017, doi: 10.1016/j.ergon.2016.11.007.

[7] C. Brandl, A. Mertens, and C. M. Schlick, "Effect of sampling interval on the reliability of ergonomic analysis using the Ovako Working Posture Analysing System (OWAS)," International Journal of Industrial Ergonomics, 2016, doi: 10.1016/j.ergon.2016.11.013.

[8] S. Yazdanirad et al., "Comparing the effectiveness of three ergonomic risk assessment methods—RULA, LUBA, and NERPA—to predict upper-extremity musculoskeletal disorders," Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine, 2018. [Online]. Available: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5932905/

[9] J. Licea de Arenas and E. G. Santillán Rivero, "Bibliometría ¿para qué?," Biblioteca Universitaria, 2002. [Online]. Available: https://www.redalyc.org/pdf/285/28550102.pdf

[10] F. Muñoz, A. L. Carbonell, and J. B. Vegue, "Aproximación a la producción científica de Cajal desde una perspectiva bibliométrica," Archivos de Neurobiología, 1998.

[11] G. K. Zipf, Human Behavior and the Principle of Least Effort. International Quantitative Linguistics Association, 1949. [Online]. Available: https://iqla.org/wp-content/uploads/2025/05/Zipf_1949_Human_Behavior_and_the_Principle_of_Least_Effort.pdf

[12] R. Urbizagástegui Alvarado, "Una revisión crítica de la ley de Bradford," Investigación Bibliotecológica, 1996. [Online]. Available: https://ru.iibi.unam.mx/jspui/bitstream/IIBI_UNAM/A419/1/ibi001002003.pdf

[13] D. Price, "A general theory of bibliometric and other cumulative advantage processes," Journal of the American Society for Information Science, 1976, doi: 10.1002/asi.4630270505.

[14] P. Jacsó, "Calculating the h-index and other bibliometric and scientometric indicators from Google Scholar with the Publish or Perish software," Online Information Review, 2009, doi: 10.1108/14684520911011070.

[15] N. J. van Eck and L. Waltman, "Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping," Scientometrics, 2009, doi: 10.1007/s11192-009-0146-3.

[16] H. Arruda, E. R. Silva, M. Lessa, D. Proença Jr., and R. Bartholo, "VOSviewer and Bibliometrix," Journal of the Medical Library Association, 2022, doi: 10.5195/jmla.2022.1434.

[17] E. L. Groshen, "Importance of the U.S. Bureau of Labor Statistics and critical issues it faces," Business Economics, 2018, doi: 10.1057/s11369-018-0073-5.

[18] S. Mukherjee, F. Jafari, and J.-M. Kim, "Optimization of Spearman's rho," Revista Colombiana de Estadística, 2015, doi: 10.15446/rce.v38n1.48811.

[19] A. M. Khan, "R-software: A newer tool in epidemiological data analysis," Indian Journal of Community Medicine, 2013, doi: 10.4103/0970-0218.106630.