UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO

CARRERA DE MAESTRÍA EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

"EVALUACION DE RIESGOS ERGONÓMICOS Y SU RELACIÓN CON TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS EN EL PERSONAL OPERATIVO EN EL ÁREA DE EMPAQUE DE UNA EMPRESA BANANERA EN EL ORO 2025."

Trabajo de titulación previo a la obtención del título en Magíster en Higiene y Salud Ocupacional

Línea de investigación: Salud y bienestar integral

AUTOR:

Katy Adriana Oyaque Zambrano

DIRECTOR:

Jorge Alejandro Córdova Castillo

Ibarra – Ecuador 2026

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía constante, por darme fortaleza en los momentos difíciles y por iluminar mi camino con sabiduría y esperanza a lo largo de este proceso.

A mis padres, por su amor incondicional, por enseñarme con el ejemplo el valor del esfuerzo y la perseverancia, y por apoyarme en cada etapa de mi formación personal y profesional. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por concederme la vida, por darme la sabiduría, la paciencia y la fortaleza necesarias para culminar esta etapa tan importante. Su presencia ha sido luz en los momentos de incertidumbre y guía en cada decisión tomada.

A mis padres, por su amor incondicional, por ser mi pilar en todo momento, por su apoyo constante, sus palabras de aliento y por enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudé. Este logro también es de ustedes.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Katy Adriana Oyaque Zambrano

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de riesgos ergonómicos y su relación con trastornos musculoesqueléticos por movimientos repetitivos en el personal operativo en el área de empaque de una empresa bananera en el oro 2025.
AUTOR (ES):	Katy Adriana Oyaque Zambrano
FECHA: DD/MM/AAAA	29 de Mayo 2026
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	**PREGRADO** ☐ **POSGRADO** ■
TITULO POR EL QUE OPTA:	Evaluación de riesgos ergonómicos y su relación con trastornos musculoesqueléticos por movimientos repetitivos en el personal operativo en el área de empaque de una empresa bananera en el oro 2025.
DIRECTOR /ASESOR:	Jorge Alejandro Córdova Castillo

CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 29 días del mes de Mayo de 2026

EL AUTOR:



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
KATY ADRIANA OYAQUE ZAMBRANO

Nombre: Katy Adriana Oyaque Zambrano

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA ii

AGRADECIMIENTOS iii

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE..... iv

CONSTANCIAS v

ÍNDICE DE CONTENIDOS..... ix

ÍNDICE DE TABLAS x

ÍNDICE DE FIGURAS..... xii

RESUMEN xii

ABSTRACT xiii

CAPÍTULO I 1

1 . EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 1

1.1 . Contextualización del problema 1

1.2 . Identificación de la problemática 1

1.3 . Relación con la literatura y el estado del arte 2

1.4 Planteamiento de la tesis o argumento central 4

1.4.1 . Objetivos 5

1.4.2 Objetivo general 5

1.4.3 Objetivos específicos 5

1.4.4 . Justificación de la investigación 5

CAPÍTULO II 7

2 . MARCO REFERENCIAL 7

2.1 . Marco teórico 7

2.1.1 Fundamentación del problema 7

2.1.2 Conceptualización de la problemática 9
2.1.2.1 Ergonomía laboral 9
2.1.2.2 Ergonomía física 9
2.1.2.3 Ergonomía cognitiva 10
2.1.2.4 Ergonomía organizacional 10
2.1.2.5 Factores de riesgos ergonómicos 10
2.1.2.6 Trastornos musculoesqueléticos 12
2.1.3 Teorías que respaldan el estudio 16
2.1.3.1 Enfoque biomecánico de la carga física 16
2.1.3.2 Modelo demanda de capacidad (demands–capacity) 17
2.1.3.3 Concepto de fatiga acumulativa 17
2.1.4 Investigaciones previas y su relación con el problema 17
2.2 . Marco legal 18
2.2.1 Código del Trabajo del Ecuador 18
2.2.2 Decreto Ejecutivo 255, 2024..... 19
2.2.3 Resolución C.D. 513 IESS 20
2.2.4 NTE INEN-ISO 11226 20
2.2.5 NTE INEN-ISO 11228-1/2/3 21
2.2.6 NTE INEN-ISO 6385 21
2.2.7 Acuerdo Ministerial MDT-2020-076 22
2.2.8 Acuerdo Ministerial MDT-2017-135 22
CAPÍTULO III 23
3 MARCO METODOLÓGICO 23
3.1 Enfoque investigación 23
3.2 Tipo de investigación 23
3.3 Diseño de investigación 23

3.4 Descripción del área de estudio 24
3.4.1 Población y muestra 24
3.4.2 Criterios de inclusión 25
3.4.3 Criterios de exclusión 25
3.5 Procedimiento 26
3.6 . Técnicas e instrumentos de recolección de datos 27
3.7 Técnicas de análisis de datos 27
3.7.1 Secuencia metodológica para análisis del Cuestionario Nórdico Kuoroking……28
3.8 Consideraciones éticas 29
CAPITULO IV..... 30
4 . RESULTADOS Y DISCUSIÓN 30
4.1 Resultados 30
4.1.1 Cuestionario Nórdico de Kuorinka 30
4.1.2 Resultados de la Escala de Borg CR-10..... 42
4.1.3 Relación entre Cuestionario Nórdico de Kuorinka y Escala de Borg (CR-10) 44
4.2 . Discusión..... 46
4.2.1 Discusión de resultados y análisis crítico 46
4.2.2 Fortalezas y limitaciones..... 48
4.2.2.1 Fortalezas del estudio 48
4.2.2.2 Limitaciones del estudio 48
4.3 . PROPUESTA 49
4.3.1 Introducción 49
4.3.2 Objetivo General 50
4.3.3 Objetivos Específicos..... 50

4.3.4 Alcance 50
4.3.5 Limitaciones 51
4.3.6 Diagnóstico resumido 51
4.3.7 Medidas de intervención 52
4.3.2.1 Intervenciones de Ingeniería 52
4.3.2.2 Intervenciones Administrativas 53
4.3.2.3 Intervenciones de Formación 54
4.3.8 Plan operativo y Cronograma 55
4.3.9 Recursos necesarios 59
4.3.9.1 Humanos 59
4.3.9.2 Materiales 60
4.3.9.3 Equipos 60
4.3.9.4 Presupuesto 61
4.3.10 Indicadores de evaluación 62
4.3.10.1 Cumplimiento operativo..... 62
4.3.10.2 Participación y formación 63
4.3.10.3 Control del riesgo ergonómico 63
4.3.10.4 Resultados en salud musculoesquelética 63
4.3.10.5 Indicadores globales de gestión 64
Conclusiones 65
Recomendaciones 66
REFERENCIAS 67
Anexos 73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características sociodemográficas y laborales de los trabajadores del área de empaque (n = 60) 30

Tabla 2 Prevalencia de molestias musculoesqueléticas por región corporal según la Pregunta 1 del Cuestionario Nórdico 31

Tabla 3 Tiempo de evolución de las molestias musculoesqueléticas por región corporal según la Pregunta 2 del Cuestionario Nórdico 34

Tabla 4 Presencia de molestias musculoesqueléticas en los últimos 12 meses por región corporal según la Pregunta 4 del Cuestionario Nórdico 35

Tabla 5 Distribución del tiempo con molestias musculoesqueléticas en los últimos 12 meses (P5), según región corporal 36

Tabla 6 Duración de cada episodio de molestias musculoesqueléticas (P6), según región corporal 37

Tabla 7 Días en que las molestias musculoesqueléticas impidieron realizar el trabajo (P7), según región corporal 39

Tabla 8 Recepción de tratamiento (P8) y presencia de molestias en los últimos 7 días (P9), según región corporal 40

Tabla 9 Intensidad de las molestias musculoesqueléticas (P10), según región corporal 41

Tabla 10 Estadísticos descriptivos del nivel de esfuerzo percibido según la Escala de Borg CR-10 en trabajadores del área de empaque 44

Tabla 11 Controles de Ingeniería 52

Tabla 12 Controles Administrativos 53

Tabla 13 Intervenciones de Formación 54

Tabla 14 Plan operativo anual de intervención ergonómica para el subproceso de empaque del banano 55

Tabla 15 Recursos Humanos necesarios para la implementación del plan ergonómico 59

Tabla 16 Recursos Materiales necesarios 60

Tabla 17 Equipos y herramientas necesarias ..... 61 Tabla 18 Presupuesto estimado para la intervención ergonómica 61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Clasificación por Estructura Afectada 13

Figura 2 Clasificación por Origen o Causa 14

Figura 3 Clasificación por Localización Corporal 15

Figura 4 Clasificación por Gravedad 16

Figura 5 Procedimiento metodológico del estudio 26

Figura 6 Heatmap de la prevalencia de molestias musculoesqueléticas por región corporal en trabajadores del área de empaque .....
32

Figura 7 Lateralidad de las molestias musculoesqueléticas en hombro, codo/antebrazo y muñeca/mano .....
33

Figura 8 Clasificación del esfuerzo percibido según la Escala de Borg CR-10 43

Figura 9 Resultados de las pruebas no paramétricas entre el esfuerzo percibido (Borg CR-10) y las variables independientes .....
44

Figura 10 Diagrama de Gantt del Plan Operativo Anual de Intervención Ergonómica en el proceso de Empaque del Banano .....
58

RESUMEN

El sector bananero presenta riesgos ergonómicos elevados debido a la repetitividad de las tareas, las posturas sostenidas y la manipulación de cargas características del área de empaque, por lo que evaluar y mitigar la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos es fundamental para la salud ocupacional. En este contexto, el estudio tuvo como objetivo general evaluar los riesgos ergonómicos y su relación con los trastornos musculoesqueléticos por movimientos repetitivos en el personal operativo del área de empaque durante el año 2025. Se desarrolló un estudio cuantitativo, descriptivo y de corte transversal, de tipo no experimental, utilizando el Cuestionario Nórdico de Kuorinka para identificar síntomas musculoesqueléticos y la Escala de Borg CR-10 para medir el esfuerzo percibido, aplicados a una población de 60 trabajadores. Los resultados mostraron prevalencias altas en varias regiones corporales, principalmente en la zona dorsolumbar (65 %), hombros (60 %) y muñeca/mano (56,7 %). En cuanto a la carga física, las actividades de paletizado registraron los niveles más altos en la Escala de Borg (7–8), mientras que otras tareas se ubicaron en rangos moderados. El análisis relacional indicó ausencia de asociación estadísticamente significativa entre el esfuerzo percibido y la presencia de dolor ($p > 0,05$), lo que sugiere que los síntomas están más vinculados a la repetitividad y a las posturas sostenidas que al esfuerzo inmediato. Se concluye que la evaluación conjunta de exposición (Borg) y afectación (Nórdico) ofrece una visión completa del riesgo ergonómico. La relevancia del estudio radica en aportar evidencia técnica que respalde decisiones preventivas y el diseño de intervenciones ergonómicas en un sector clave para la economía nacional.

Palabras clave: Ergonomía ocupacional, Escala de Borg, Cuestionario Nórdico, Trastornos musculoesqueléticos, Riesgos laborales

ABSTRACT

The banana industry presents elevated ergonomic risks due to the repetitive nature of tasks, sustained postures, and continuous load handling characteristic of packing operations; therefore, evaluating and mitigating the prevalence of musculoskeletal disorders is essential for occupational health. In this context, the study aimed to assess ergonomic risks and their relationship with musculoskeletal disorders caused by repetitive movements among operational personnel in the packing area during 2025. A quantitative, descriptive, crosssectional, non-experimental study was conducted using the Kuorinka Nordic Musculoskeletal Questionnaire to identify musculoskeletal symptoms and the Borg CR-10 Scale to measure perceived exertion, applied to a population of 60 workers. The results showed high prevalence rates across several body regions, particularly in the lower back (65%), shoulders (60%) and wrist/hand (56.7%). Regarding physical load, palletizing activities recorded the highest Borg scores (7–8), while other tasks fell within moderate ranges. The relational analysis indicated no statistically significant association between perceived exertion and the presence of pain ($p > 0.05$), suggesting that symptoms are more closely related to repetitiveness and sustained postures than to immediate exertion levels. It is concluded that the combined assessment of exposure (Borg) and musculoskeletal affectation (Nordic) provides a comprehensive understanding of ergonomic risk. The relevance of this study lies in providing technical evidence to support preventive decision-making and the design of ergonomic interventions in a sector that is critical to the national economy.

Keywords: Occupational Ergonomics, Borg Scale, Nordic Questionnaire, Musculoskeletal disorders, Occupational risks.

CAPÍTULO I

1 . EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 . Contextualización del problema

Los trabajadores que realizan el empaquetado de banano en la empresa La Primavera, ubicada en la ciudad de Machala, desempeñan actividades manuales intensivas que incluyen la clasificación, selección, limpieza y colocación de racimos de banano en cajas destinadas a la exportación, además de la aplicación de plaguicidas. Estos embarques pueden extenderse hasta por cuarenta días, durante los cuales el personal permanece de pie la mayor parte del tiempo.

Este proceso exige la ejecución constante de movimientos repetitivos, implica un esfuerzo físico considerable y suele desarrollarse en jornadas prolongadas, lo que puede repercutir negativamente en la salud del trabajador si no se aplican medidas ergonómicas adecuadas.

Estas afecciones representan un riesgo ergonómico significativo y, en muchos casos, conducen al ausentismo laboral, ya que requieren largos períodos de recuperación. En consecuencia, disminuye la productividad en las empresas, situación que afecta especialmente a aquellas empaquetadoras que no cuentan con personal debidamente instruido en el cuidado de la salud ocupacional.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) señala que, con frecuencia, estos trastornos se caracterizan por dolor persistente, así como por una movilidad, flexibilidad y nivel general de función reducidos, lo que limita la capacidad laboral de una persona.u

1.2 . Identificación de la problemática

Según estimaciones recientes publicadas por la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2019), 2,78 millones de trabajadores mueren cada año a causa de accidentes laborales y enfermedades profesionales, de los cuales 2,4 millones están relacionados con enfermedades, mientras que 374 millones de trabajadores sufren accidentes no mortales. Se calcula que los días de trabajo perdidos representan cerca del 4 % del PIB mundial y, en algunos países, hasta el 6 % o más.

Durante los embarques, los trabajadores suelen experimentar dolores y trastornos musculoesqueléticos debido a la manipulación manual de cargas y a la realización de

movimientos repetitivos durante toda la jornada laboral. Estas condiciones pueden generar fatiga física, fracturas, cortes, heridas, contusiones y otras lesiones.

El área de estudio en la Hacienda La Primavera comprende la cuadrilla del Ing. Gustavo Conde, quien tiene a su cargo a 60 trabajadores en embarques que duran aproximadamente once horas. En este grupo se realizará una evaluación de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos con el fin de conocer los niveles de exposición y establecer las medidas de control correctivas necesarias.

Para la estimación del riesgo ergonómico específico, se empleará el método de la Ecuación del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (NIOSH). Además, para identificar los dolores o molestias derivadas del esfuerzo físico en el puesto de trabajo, se aplicará el Cuestionario Nórdico de Kuorinka.

La falta de medidas técnicas adecuadas para prevenir los riesgos ergonómicos en la manipulación manual de cargas incrementa el peligro. Asimismo, cuando los administradores y trabajadores carecen de la formación necesaria para ejecutar sus actividades de manera segura, la salud de los empleados se ve afectada. Esto, a su vez, repercute negativamente en la productividad de la empresa, generando bajo rendimiento, ausentismo y costos por enfermedad.

Es fundamental mantener un equilibrio entre las exigencias físicas de la tarea y la capacidad física de la persona. Además, como afirma Barrios (2022), más allá de las actividades laborales, otras tareas como el trabajo doméstico, el uso de teléfonos inteligentes o la práctica de ciertos deportes pueden incrementar el riesgo de lesión.

En cuanto al manejo de cargas, Barrios (2022) señala que las afectaciones pueden producirse en distintas partes del cuerpo, aunque las zonas más vulnerables suelen ser los miembros superiores. Posterior a la lesión, el personal suele ausentarse varios días o semanas; además, algunos trabajadores no logran adaptarse al trabajo y abandonan el puesto, lo que provoca retrasos en la productividad de la empresa.

1.3 . Relación con la literatura y el estado del arte

Lefteris Benos (2022), en su estudio Una revisión sobre la ergonomía en la agricultura en operaciones manuales en Grecia, demostró que las intervenciones ergonómicas actuales son eficaces para reducir significativamente los trastornos musculoesqueléticos (TME).

Los estudios previos de Benos (2020) evidenciaron que la inclinación prolongada es el aspecto más analizado (51,9 %), mientras que los movimientos repetitivos constituyen un factor de riesgo significativo (29,6 %), estrechamente vinculado con la aparición de molestias en la región lumbar, los miembros superiores y la cintura escapular. La peligrosidad de la repetitividad radica en la brevedad de los ciclos de trabajo, que se ejecutan de manera constante a lo largo de la jornada laboral, generando sobrecarga física. Asimismo, el uso de herramientas con mantenimiento deficiente o diseño ergonómico inadecuado (7,4 %), junto con la exposición a pesticidas (7,4 %), parecen contribuir a la aparición de lesiones de tipo musculoesquelético.

Giselle Merino (2019) realizó en Brasil el estudio Evaluación ergonómica de los riesgos musculoesqueléticos en una actividad de cosecha de banano a través de medidas cualitativas y cuantitativas, con énfasis en captura de movimiento. En su investigación, el dolor informado con mayor frecuencia tanto en los 12 meses anteriores como en los siete días previos fue en la espalda superior e inferior y en la región del muslo o cadera (33,33 % y 33,33 %, respectivamente).

Por su parte, Ruiz Barrio (2022), en la ciudad de México, desarrolló una investigación sobre la identificación del nivel de riesgo ergonómico por manejo de cargas y movimientos repetitivos en la industria alimentaria. Se examinaron 119 puestos de trabajo, revelando que el 87,3 % de los puestos evaluados están expuestos a riesgos relacionados con la manipulación de cargas y los movimientos repetitivos. En conclusión, se identificó que el nivel de riesgo ergonómico predominante en la industria alimentaria, asociado a la manipulación de cargas y movimientos repetitivos, oscila entre medio y alto.

En Ecuador, Nelly Flores (2024) realizó un estudio sobre los riesgos ergonómicos en el trabajo de la industria bananera en la ciudad de Quevedo, con el propósito de satisfacer las exigencias de exportación establecidas por las haciendas bananeras. Los resultados evidenciaron que el 25 % de los trabajadores ha experimentado enfermedades relacionadas con posturas forzadas; el 22 % ha sufrido enfermedades profesionales del sistema osteomuscular derivadas de movimientos repetitivos, esfuerzos intensos y posturas extremas de las muñecas; el 18 % ha presentado afecciones ocasionadas por el diseño inadecuado de equipos y herramientas, y el 15 % ha desarrollado enfermedades causadas por posturas forzadas.

Finalmente, Adriel Mena (2024) evaluó la optimización ergonómica en el proceso de productividad del plátano en la granja El Palmar, en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas. Su estudio demostró que las extensas jornadas laborales, la adopción de posturas

incómodas y el uso repetitivo de herramientas como el chalo contribuyen a la aparición de dolores en la columna vertebral y el cuello. La falta de conocimiento sobre ergonomía, junto con la ausencia de medidas de protección personal, como el uso de guantes, agrava esta problemática. La mayoría de los trabajadores reportó molestias relacionadas con el uso del chalo, y el 50 % de ellos lo emplea. La optimización ergonómica implementada redujo el riesgo de lesiones y aumentó la satisfacción de los empleados. Aunque la carretilla implicó un costo inicial, los beneficios obtenidos en eficiencia, seguridad y bienestar justificaron la inversión.

Como se ha podido comprobar, toda empresa dedicada a labores de embarque o que implique trabajos repetitivos enfrenta desafíos importantes relacionados con los riesgos ergonómicos de sus empleados. No obstante, la aplicación de prácticas ergonómicas adecuadas y la inversión en equipos y capacitación permiten minimizar estos riesgos y promover la salud y el bienestar de los trabajadores. Aun así, se requiere mayor evidencia científica y aplicada que permita trasladar este conocimiento a la práctica en el contexto de la ciudad de Machala.

1.4 Planteamiento de la tesis o argumento central

Si bien en menor medida, el tiempo prolongado de la jornada laboral también se considera un factor de riesgo, ya que evidencia la necesidad de realizar pausas regulares para reducir la fatiga y prevenir lesiones.

De acuerdo con Benos (2020), el calentamiento previo a la actividad, ampliamente estudiado en el ámbito deportivo por su papel en la preparación de los tejidos blandos, se reconoce como una estrategia preventiva eficaz frente a la aparición de trastornos musculoesqueléticos.

Por su parte, Fuentes (2024) sostiene que los trabajadores enfrentan desafíos importantes relacionados con los riesgos ergonómicos propios de sus funciones. No obstante, al aplicar prácticas ergonómicas adecuadas y realizar inversiones en equipos y capacitación, es posible minimizar estos riesgos y promover la salud, el bienestar y la productividad laboral..

1.4.1 . Objetivos

1.4.2 Objetivo general

Evaluar los riesgos ergonómicos y su relación con trastornos musculoesqueléticos por movimientos repetitivos en el personal operativo en el área de empaque una empresa bananera en el oro 2025.

1.4.3 Objetivos específicos

- Captar los síntomas musculoesqueléticos por medio de Cuestionario Nórdico de Kuori en el personal operativo en el área de empaque de la empresa bananera la Primavera en la ciudad de Machala de la provincia de el Oro 2025.
- Identificar escala de incomodidad y usabilidad por medio de aplicación de escala de Borg los trastornos musculoesqueléticos en el personal operativo en el área de empaque de la empresa bananera la Primavera en la ciudad de Machala de la provincia de el Oro 2025
- Analizar la relación que existe entre el riesgo ergonómico y la presencia de afectaciones Musculoesqueléticas en el personal operativo en el área de empaque de la empresa bananera la Primavera en la ciudad de Machala de la provincia de el Oro 2025

1.4.4 . Justificación de la investigación

El trabajo en el área de empaque dentro de la industria bananera exige la realización continua de movimientos físicos repetitivos, así como la adopción de posturas corporales incómodas o mantenidas durante periodos prolongados. Estas condiciones representan un factor de riesgo importante, pues no solo pueden provocar molestias o lesiones musculoesqueléticas, sino que también afectan negativamente la productividad laboral, reducen la capacidad funcional del trabajador y comprometen tanto su desempeño como su calidad de vida.

Es evidente que la interacción entre el trabajador y la empresa requiere considerar todos los elementos que conforman el entorno laboral dentro de la organización. En los Estados

modernos, las empresas tienen la responsabilidad de garantizar condiciones seguras, saludables e higiénicas, lo que implica desempeñar las labores sin riesgos.

Este estudio permitirá identificar de forma precisa los factores de riesgo ergonómico presentes en los procesos operativos de una bananera, lo cual facilitará la propuesta de acciones correctivas orientadas a la mejora o rediseño de los puestos de trabajo. Los hallazgos obtenidos no solo beneficiarán a la empresa objeto de análisis, sino que también podrán aplicarse a otras organizaciones agrícolas con características similares, promoviendo una gestión preventiva más efectiva en actividades que implican esfuerzos físicos repetitivos y condiciones laborales exigentes.

La finalidad es identificar los riesgos potenciales que enfrentan los trabajadores, promoviendo el cumplimiento de políticas y normas, así como la inducción en el uso de implementos, equipos de seguridad y metodologías adecuadas para mantener un ambiente de trabajo seguro, generando un impacto positivo en la prevención de riesgos laborales.

Este trabajo se enmarca dentro de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador 2021–2025, específicamente en el eje Economía al servicio de la sociedad, cuyo propósito es impulsar la productividad y competitividad para un crecimiento económico sostenible e inclusivo. En esa línea, la investigación busca mejorar las condiciones laborales y reducir los riesgos que afectan la salud de los trabajadores del sector agrícola.

Asimismo, el estudio se vincula con el proyecto de investigación titulado “Prevención de riesgos laborales y mejora de condiciones ergonómicas en el sector agroindustrial”, que forma parte del Grupo de Investigación en Salud Ocupacional y Seguridad Industrial (SOSI) y cuenta con financiamiento institucional. Además, esta investigación contribuye directamente a la línea de investigación de la UTN en Riesgos Laborales y Salud Ocupacional, alineándose con el compromiso institucional de generar conocimiento aplicado que promueva entornos de trabajo más seguros y sostenibles.

CAPÍTULO II

2 . MARCO REFERENCIAL

2.1 . Marco teórico

2.1.1 Fundamentación del problema

La agroindustria constituye uno de los sectores económicos con mayor exposición a riesgos ergonómicos, debido a la naturaleza física, repetitiva y prolongada de las tareas que se desarrollan en sus procesos productivos. Los resultados de una revisión sistemática realizada por Gallo et al. (2019) evidenciaron que, entre 1978 y 2018, las condiciones ergonómicas deficientes se encuentran entre las principales causas de afectaciones osteomusculares en el trabajo agrícola, destacándose como uno de los factores de riesgo más perjudiciales para la salud ocupacional. De manera particular, la industria bananera del Ecuador, reconocida por su relevancia internacional, enfrenta desafíos ergonómicos que impactan de forma directa la salud y el bienestar de los trabajadores.

En este sentido, Fuentes (2024) identificó que labores como la cosecha y el empaque implican posturas inadecuadas, movimientos repetitivos y extensas jornadas laborales, condiciones que favorecen la aparición de trastornos musculoesqueléticos. Su estudio, realizado en diez fincas mediante la aplicación de la matriz MRL de riesgos laborales, demostró que el 80 % de las enfermedades ocupacionales en los trabajadores analizados se originan en factores ergonómicos críticos como los movimientos repetitivos, la sobrecarga física y las posturas forzadas, confirmando así la importancia de establecer estrategias preventivas basadas en la evaluación y control ergonómico.

El origen de los trastornos musculoesqueléticos en la industria bananera se encuentra estrechamente vinculado con las condiciones ergonómicas del trabajo manual, especialmente aquellas que implican posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación de cargas. Flores Farfán (2023) señala que la identificación de los factores de riesgo es esencial para prevenir lesiones o enfermedades musculoesqueléticas, destacando que la aplicación de métodos de evaluación adecuados permite analizar de manera precisa la exposición a la carga postural, las posturas inadecuadas y la carga física general del trabajador. En su estudio, las actividades de fumigación y deshoje mostraron la necesidad de realizar cambios urgentes, evidenciando un nivel de riesgo significativo en la espalda y las extremidades superiores. De igual forma, Cedeño Mendoza (2025) identificó que en los procesos de corte y empaque de

ocho haciendas bananeras de la provincia de Los Ríos los riesgos ergonómicos constituyen los principales factores de exposición, ya que las tareas manuales no pueden ser mecanizadas sin comprometer la calidad del producto.

Los resultados de estas investigaciones demuestran que las tareas agrícolas repetitivas generan una carga ergonómica que supera los límites aceptables. Jara, Ballesteros y Carrera (2018) determinaron que en las actividades de manipulación y transporte de fruta se presenta un riesgo medio a alto, influenciado por la falta de pausas laborales, la frecuencia de trabajo y la sobrecarga muscular excesiva en las muñecas y la zona lumbar. El levantamiento y traslado manual del banano mostró un nivel de riesgo inaceptable en la mayoría de las tareas evaluadas. De manera complementaria, Merino et al. (2019) confirmaron, mediante técnicas como el cuestionario nórdico, la dinamometría de prensión manual y la electromiografía de superficie, que los trabajadores presentan molestias en la columna vertebral, las caderas y los hombros, producto de posturas inadecuadas y movimientos repetitivos. Estos hallazgos reflejan la gravedad del problema, al evidenciar una exposición constante a esfuerzos físicos que afectan la integridad musculoesquelética y repercuten negativamente en el desempeño laboral y en la calidad de vida del trabajador.

A nivel internacional, Lefteris Benos, Tsaopoulos y Bochtis (2020) sostienen que los trastornos musculoesqueléticos constituyen una problemática de alcance mundial, afectando tanto a países desarrollados como en desarrollo. Su revisión sistemática de la última década evidenció que las tareas agrícolas más asociadas a este tipo de lesiones son la cosecha, el transporte de cargas, la poda y la siembra. Los autores destacan que los movimientos repetitivos en posturas incómodas, el diseño inadecuado de herramientas y las características individuales del trabajador son factores determinantes en la aparición de estas afecciones. Además, concluyen que los trastornos lumbares son los más prevalentes dentro del conjunto de enfermedades musculoesqueléticas en la agricultura. Estas evidencias científicas refuerzan la necesidad de un repriorización internacional de las medidas de seguridad y salud ocupacional y de una mayor concienciación sobre la prevención ergonómica en el trabajo agrícola.

En el marco ecuatoriano, la problemática ergonómica se encuentra regulada por diversos instrumentos legales y técnicos. El Decreto Ejecutivo N.º 255 y las Normas Técnicas de Seguridad e Higiene del Trabajo emitidas por el Ministerio de Trabajo establecen la obligatoriedad de gestionar los riesgos laborales, incluyendo los ergonómicos, mediante su evaluación, control y seguimiento. De manera complementaria, las Normas Técnicas

Ecuatorianas (NTE INEN), basadas en los estándares ISO 11226 y ISO 11228, proporcionan criterios específicos para la evaluación de posturas estáticas, manipulación manual de cargas y movimientos repetitivos. Asimismo, el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), a través de la Resolución C.D. 513, define los procedimientos para la calificación y prevención de enfermedades profesionales de origen ergonómico. En el caso del sector agrícola, la aplicación de estas normas se complementa con guías técnicas emitidas por el INIAP y los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs), orientadas a mejorar las condiciones de trabajo rural. Sin embargo, la persistencia de altos niveles de exposición demuestra que su cumplimiento es aún limitado, lo que refuerza la pertinencia de investigaciones que evalúen los riesgos ergonómicos de manera específica, como la desarrollada en el área de empaque de la empresa bananera La Primavera.

2.1.2 Conceptualización de la problemática

2.1.2.1 Ergonomía laboral

Es una prioridad en la seguridad ocupacional según Valencia (2022) la ergonomía se enfoca en adecuar el entorno de trabajo con el objetivo de promover el bienestar del trabajador. Esta disciplina no solo mejora su estado de salud, sino que también optimiza el desempeño de sus funciones, reduciendo el riesgo de accidentes y enfermedades laborales. Por esta razón, cada vez más empresas implementan evaluaciones ergonómicas para identificar los riesgos asociados a cada puesto, analizando cómo las tareas realizadas pueden afectar la salud del trabajador a corto, mediano y largo plazo.

Según el ISSNT (2024) La ergonomía es una disciplina que aborda diversos aspectos del entorno laboral, incluyendo factores físicos, cognitivos, sociales, organizativos y ambientales. Su enfoque integral o 'holístico' implica que estos elementos no se estudian de forma separada, sino considerando cómo se relacionan e influyen mutuamente. A partir de esta visión, la ergonomía se clasifica en diferentes áreas o ramas especializadas:

- Ergonomía física
- Ergonomía cognitiva
- Ergonomía organizacional

2.1.2.2 Ergonomía física

Según INSST (2024) La denominada ergonomía geométrica se encarga de adaptar los espacios laborales a las dimensiones corporales de los trabajadores. Este enfoque contempla variables como la altura de las superficies de trabajo, la distribución del área operativa y el diseño ergonómico del mobiliario incluyendo sillas y mesas para favorecer la movilidad y comodidad del usuario. Asimismo, se extiende al diseño de equipos, controles, señales y herramientas manuales, así como a dispositivos que requieren percepción visual o auditiva. También considera aspectos relacionados con la exigencia física, tales como el esfuerzo aplicado, el manejo de cargas, los desplazamientos, las posturas adoptadas durante la jornada y la repetición constante de movimientos.

2.1.2.3 Ergonomía cognitiva

IEA (2024) Esta área de la ergonomía se ocupa de los procesos cognitivos involucrados en la interacción humana con los sistemas, tales como la percepción, la memoria, el pensamiento y las respuestas motoras. Examina cómo estos factores influyen en el desempeño de las personas dentro de su entorno laboral. Entre los aspectos clave que considera se encuentran la carga mental, la toma de decisiones, la ejecución de tareas complejas, la relación entre el ser humano y los sistemas informáticos, la confiabilidad del comportamiento humano, el estrés ocupacional y la capacitación. Si estos elementos no son gestionados adecuadamente, pueden comprometer el diseño eficaz de sistemas orientados al usuario

2.1.2.4 Ergonomía organizacional

IEA (2024) tiene como propósito optimizar los sistemas sociotécnicos mediante el ajuste de estructuras, procesos y normativas institucionales. Su enfoque principal es mejorar la relación entre los elementos humanos y tecnológicos del entorno laboral para fomentar tanto el bienestar del personal como la eficiencia operativa. Entre los aspectos que aborda se incluyen la comunicación interna, la administración de recursos, la planificación del trabajo y los horarios, el fomento del trabajo colaborativo, el diseño participativo, la ergonomía aplicada a comunidades, el trabajo cooperativo, las nuevas formas de organización laboral, el teletrabajo, las organizaciones virtuales y la gestión de calidad. Todas estas dimensiones buscan fortalecer la coordinación interna, disminuir el estrés laboral, elevar la satisfacción en el trabajo y potenciar la productividad general

2.1.2.5 Factores de riesgos ergonómicos

Posturas forzadas

Pincay (2021) Hace referencia a aquellas posiciones laborales en las que una o varias partes del cuerpo se ven obligadas a apartarse de su alineación natural, adoptando inclinaciones, torsiones o estiramientos excesivos. Esta situación puede provocar sobrecarga muscular y derivar en lesiones.

Pincay (2021) Mantener este tipo de posturas por periodos prolongados constituye uno de los principales riesgos ergonómicos, ya que contribuye al desarrollo de fatiga física y afecta directamente al sistema musculoesquelético. Entre sus manifestaciones más frecuentes se encuentran molestias en la zona cervical, lumbar y otros tipos de dolor corporal en los trabajadores.

Movimientos repetitivos

Araya (2021) explica que de una serie de movimientos que se repiten constantemente durante la ejecución de una tarea, implicando la activación conjunta de músculos, articulaciones, huesos y/o estructuras nerviosas en una zona específica del cuerpo. Este tipo de esfuerzo continuo puede generar fatiga, incomodidad, sobrecarga física e incluso lesiones. Entre los factores que deben evaluarse en este contexto se incluyen la adopción de posturas forzadas en áreas como las muñecas o los hombros, la aplicación de fuerza manual excesiva, la realización de tareas con ciclos altamente repetitivos que implican movimientos rápidos de pequeños grupos musculares, y la falta de pausas adecuadas para la recuperación física.

Manipulación de carga

Flores (2021) hace referencia que el levantamiento y traslado manual de cargas representa una de las principales causas de enfermedades y accidentes en el entorno laboral, siendo responsable de cerca del 21% de los casos relacionados con esfuerzos físicos excesivos. Se estima que entre el 60% y el 90% de la población adulta ha experimentado dolor de espalda en algún momento, con frecuencia asociado a actividades laborales. Esta situación no solo afecta la salud de los trabajadores, sino que también incrementa el ausentismo y genera pérdidas económicas debido a trastornos musculoesqueléticos. La manifestación inicial suele ser la fatiga física, la cual, si no se controla adecuadamente, puede evolucionar hacia afecciones en músculos, tendones y articulaciones, e incluso provocar complicaciones a nivel óseo, nervioso y circulatorio.

Diseño del puesto de trabajo

NIOSH(2024) establece que las áreas de trabajo que no cuentan con un diseño ergonómico adecuado pueden generar posturas incómodas y forzadas en los empleados. Esto incluye superficies de trabajo con alturas inadecuadas, mobiliario sin posibilidad de ajuste y una organización poco eficiente de las herramientas. Un diseño deficiente incrementa las molestias físicas y eleva el riesgo de padecer trastornos musculoesqueléticos. Además, un ambiente laboral mal configurado puede ocasionar lesiones crónicas en la espalda, el cuello y las extremidades, impactando negativamente tanto la salud como el desempeño laboral de los trabajadores.

Carga física

NIOSH(2024) comenta que la carga física se entiende como el conjunto de esfuerzos y demandas corporales que un trabajador debe enfrentar durante su jornada laboral. Esto abarca actividades que implican esfuerzo físico, como levantar, transportar, empujar o jalar objetos, así como mantener posturas fijas por períodos prolongados y realizar movimientos repetitivos. Estas exigencias pueden afectar de manera considerable la salud y el bienestar del trabajador, aumentando la probabilidad de sufrir trastornos musculoesqueléticos y otras lesiones físicas si no se aplican correctamente las medidas ergonómicas y de seguridad en el trabajo.

Condiciones ambientales

Flores (2021) establece que las condiciones laborales comprenden múltiples factores, entre ellos el entorno físico en el que se desarrollan las actividades, los equipos empleados y la organización del proceso productivo. Esto abarca aspectos relacionados con la cantidad y tipo de trabajo que realizan los empleados, incluyendo la carga laboral, la complejidad de las tareas y la variedad de responsabilidades asignadas. Estos elementos tienen un impacto relevante en el bienestar y la productividad de los trabajadores. Por ello, es fundamental evaluar y gestionar adecuadamente estas condiciones para fomentar un entorno laboral seguro, saludable y eficiente.

2.1.2.6 Trastornos musculoesqueléticos

Los trastornos musculoesqueléticos (TME), según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021), comprenden una variedad extensa de más de 150 condiciones que afectan el sistema locomotor humano. Estos trastornos pueden manifestarse como lesiones agudas de corta duración, tales como fracturas, esguinces y distensiones, o bien como enfermedades

crónicas que pueden provocar limitaciones funcionales prolongadas y discapacidades permanentes.

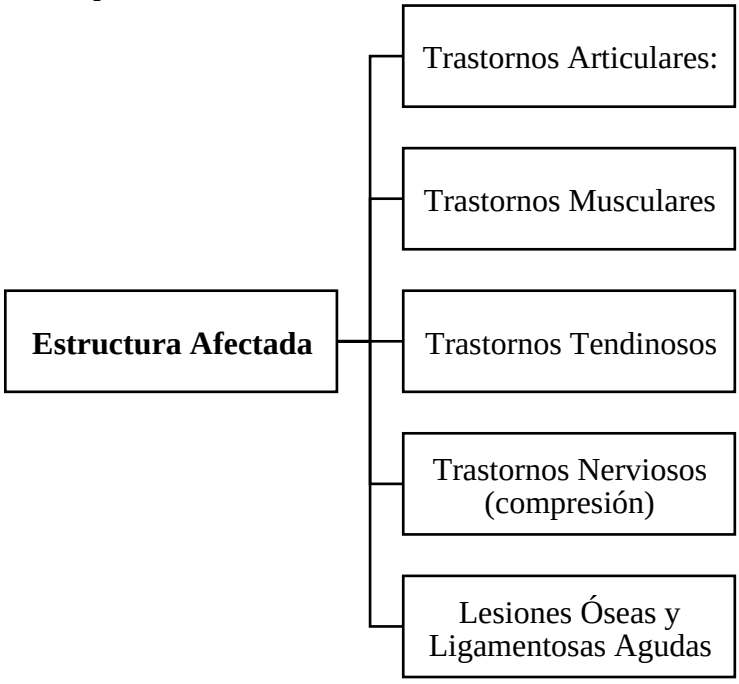
De acuerdo con Munala (2021), los TME representan un problema global que impacta tanto a los sistemas de salud y bienestar social como a los individuos afectados. Se consideran la segunda causa principal de discapacidad a nivel mundial, lo que genera una carga significativa para los servicios sanitarios y sociales. Esta problemática implica elevados costos económicos y aumenta la demanda sobre los recursos disponibles, repercutiendo negativamente en la calidad de vida de los pacientes.

Para comprender mejor la naturaleza y el alcance de los trastornos musculoesqueléticos, es útil revisar su clasificación. Esta organización permite identificar de manera precisa el tipo de afectación y su relación con las demandas físicas del trabajo. A continuación, se presentan las principales categorías identificadas para este estudio.

Clasificación por Estructura Afectada

Desde la perspectiva clínica, los trastornos musculoesqueléticos pueden clasificarse según la estructura del cuerpo que resulta afectada ver **Figura 1**. Esta clasificación incluye los trastornos articulares, que comprometen principalmente las articulaciones y abarcan afecciones como la osteoartritis y la artritis reumatoide. También incorpora los trastornos musculares, entre los que se encuentran los calambres, las distrofias musculares, la fibromialgia y la miositis, caracterizados por dolor, debilidad o inflamación.

Figura 1 Clasificación por Estructura Afectada



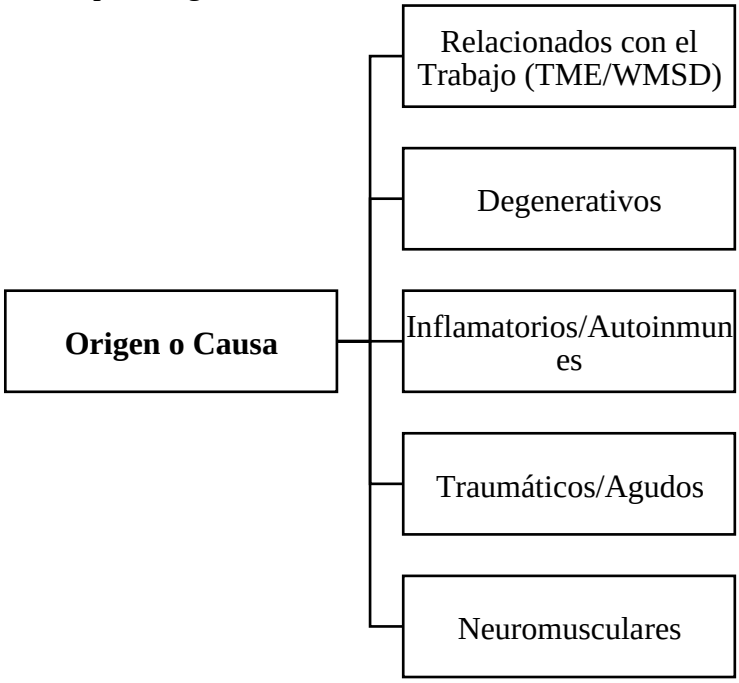
Nota. Elaborado proe autor, obtenido de MedlinePlus (2024).

En cuanto a los trastornos tendinosos, estos comprenden condiciones como la tendinitis y la tendinosis, presentes en casos comunes como la tendinitis del manguito rotador o la epicondilitis. Asimismo, se consideran los trastornos nerviosos por compresión, entre ellos el síndrome del túnel carpiano y el síndrome de salida torácica, originados por la presión prolongada sobre los nervios periféricos. Finalmente, la clasificación contempla lesiones óseas y ligamentosas agudas, que incluyen fracturas, esguinces y distensiones derivadas de esfuerzos intensos o movimientos bruscos (MedlinePlus, 2024).

Clasificación por Origen o Causa

Los trastornos musculoesqueléticos también pueden clasificarse según su origen o causa **Figura 2**, lo que permite comprender los mecanismos que dan lugar a estas afecciones. Entre ellos se encuentran los trastornos relacionados con el trabajo, originados o agravados por movimientos repetitivos, posturas forzadas, levantamiento de cargas y ritmos intensos de actividad.

Figura 2 Clasificación por Origen o Causa



Nota. Elaborado proe autor, obtenido de MedlinePlus (2024).

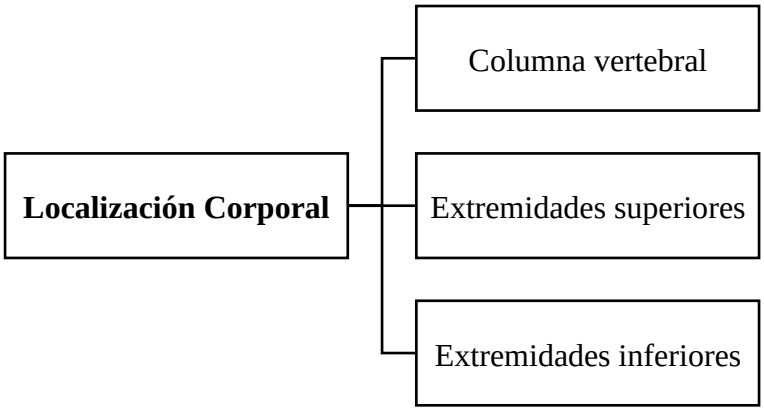
A esta categoría se suman los trastornos degenerativos, propios del envejecimiento y del desgaste natural de las estructuras articulares, así como los trastornos inflamatorios o autoinmunes, caracterizados por inflamación crónica como ocurre en la artritis reumatoide. También se incluyen los trastornos traumáticos o agudos, que surgen a partir de accidentes, caídas o sobreesfuerzos y pueden ocasionar fracturas, luxaciones o esguinces. Finalmente, se consideran los trastornos neuromusculares, que afectan tanto a los nervios como a los músculos y se manifiestan en enfermedades como la esclerosis múltiple o la miastenia grave (MedlinePlus, 2024).

Clasificación por Localización Corporal

Los trastornos musculoesqueléticos también pueden clasificarse según la localización corporal en la que se manifiestan **Figura 3**, ya que pueden presentarse en prácticamente cualquier región del cuerpo. Entre las zonas más afectadas se encuentra la columna vertebral, donde suelen aparecer dolores lumbares, cervicales o dorsales.

Figura 3

Clasificación por Localización Corporal



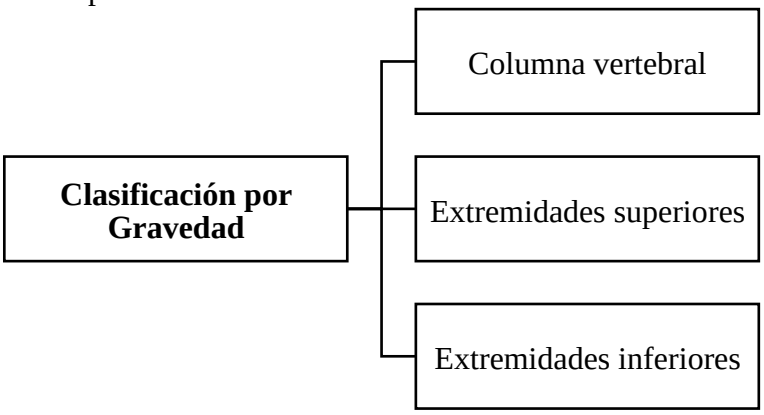
Nota. Elaborado proe autor, obtenido de MedlinePlus (2024).

Asimismo, las extremidades superiores representan un área frecuente de compromiso, con afecciones que involucran hombros, codos, muñecas y manos, como el síndrome del túnel carpiano o la tendinitis del hombro. De igual manera, las extremidades inferiores pueden verse afectadas mediante molestias o lesiones en caderas, rodillas y tobillos, incluyendo condiciones como la bursitis de rodilla (MedlinePlus, 2024).

Clasificación por Gravedad

Los trastornos musculoesqueléticos también pueden clasificarse según su gravedad **Figura 4**, lo que permite diferenciar el impacto que generan sobre la capacidad funcional de la persona. En este sentido, pueden presentarse lesiones leves, que se manifiestan como molestias o dolores menores y suelen resolverse con medidas simples.

Figura 4 Clasificación por Gravedad



Nota. Elaborado proe autor, obtenido de MedlinePlus (2024).

Otras lesiones se consideran

moderadas cuando requieren tratamiento específico y pueden limitar temporalmente la actividad física o laboral. Finalmente, existen lesiones graves, que pueden ocasionar incapacidad significativa, demandar baja laboral o incluso requerir intervenciones médicas más complejas debido al compromiso profundo de los tejidos afectados (MedlinePlus, 2024).

2.1.3 Teorías que respaldan el estudio

El presente estudio se sustenta en varios enfoques teóricos utilizados en ergonomía para explicar la relación entre las exigencias físicas del trabajo y la aparición de trastornos musculoesqueléticos.

2.1.3.1 Enfoque biomecánico de la carga física

En primer lugar, el enfoque biomecánico explica que la exposición a fuerzas externas, posturas físicamente exigentes y levantamiento de cargas produce tensiones mecánicas en los tejidos musculoesqueléticos, incrementando el riesgo de lesión. Harari et al. (2016) demostraron que las tareas de manipulación manual de materiales generan cargas biomecánicas elevadas en hombros, tronco y extremidades, lo que confirma que la biomecánica del movimiento es un factor clave en la aparición de TME. De igual manera, Soares et al. (2020) señalan que la carga física elevada y las posturas inadecuadas están estrechamente vinculadas con la fatiga y el daño progresivo de los tejidos, reforzando la importancia de analizar la carga externa como un determinante fundamental del riesgo.

2.1.3.2 Modelo demanda de capacidad (demands–capacity)

El modelo demanda–capacidad postula que el riesgo aumenta cuando las exigencias del trabajo superan la capacidad física del trabajador. Soares et al. (2020) destacan que la sobrecarga física, la falta de pausas y los ritmos acelerados de trabajo generan desbalances entre lo que el cuerpo puede tolerar y lo que el puesto exige, desencadenando síntomas musculoesqueléticos. Además, Harari et al. (2016) evidencian que cuando la tarea requiere esfuerzos que exceden la capacidad funcional del trabajador, se incrementan tanto la probabilidad como la severidad de las lesiones, lo que confirma la vigencia del modelo en contextos de levantamiento y manipulación repetitiva.

2.1.3.3 Concepto de fatiga acumulativa

La fatiga acumulativa describe el proceso mediante el cual los tejidos biológicos se deterioran progresivamente debido a la exposición repetitiva a cargas físicas sin una recuperación adecuada. Gallagher (2016) plantea que los TME pueden entenderse como un "proceso de fallo por fatiga", donde el tejido se debilita gradualmente hasta desarrollar una lesión clínicamente observable. Este enfoque es reforzado por Johnen et al. (2021), quienes demostraron que la carga acumulativa es un predictor más preciso de daño musculoesquelético que las evaluaciones de carga aislada, enfatizando la importancia de considerar la repetitividad y la duración de la carga en el análisis ergonómico.

2.1.4 Investigaciones previas y su relación con el problema

La evidencia disponible confirma que los trastornos musculoesqueléticos asociados a factores ergonómicos constituyen una problemática recurrente en los entornos agrícolas y, en especial, en la industria del banano. En una revisión sistemática realizada por Benos, Tsaopoulos y Bochtis (2020), se identificó que las labores de cosecha, transporte de cargas, poda y siembra concentran los mayores niveles de riesgo ergonómico debido a la combinación de movimientos repetitivos, posturas incómodas y herramientas mal diseñadas. Estos hallazgos resultan relevantes para el presente estudio, pues muestran que los TME en el sector agrícola no son casos aislados, sino una tendencia global atribuida a demandas físicas elevadas, muy similares a las tareas que se desarrollan en el área de empaque de banano.

Complementariamente, Merino et al. (2019) evaluaron el riesgo musculoesquelético en el procesamiento de plátano utilizando métodos como electromiografía, dinamometría y el cuestionario nórdico. Sus resultados mostraron molestias frecuentes en la columna, caderas y hombros, asociadas a tareas manuales repetitivas y posiciones sostenidas. Este estudio guarda una relación directa con el área de empaque analizada aquí, ya que ambas actividades comparten movimientos repetitivos, manipulación manual y posturas forzadas.

En Ecuador, Ruiz Barrio (2022) identificó que los riesgos ergonómicos más frecuentes en la industria alimentaria del Ecuador provienen de tareas repetitivas, esfuerzos físicos elevados y tiempos prolongados en posturas estáticas. Sus conclusiones refuerzan la necesidad de evaluar las condiciones ergonómicas en sectores donde predominan actividades manuales, como ocurre en el empaque de banano.

Por su parte, Flores Farfán (2023) aplicó los métodos RULA y OWAS en actividades agrícolas como fumigación y deshoje, identificando niveles altos de riesgo en la espalda y extremidades superiores. Aunque su estudio se centró en otras etapas del proceso productivo, sus resultados confirman la utilidad de estas metodologías para identificar movimientos repetitivos y posturas forzadas, criterios que también son aplicables al análisis del área de empaque.

Finalmente, Mena (2024) analizó la optimización ergonómica en procesos manuales de plátano en Santo Domingo, encontrando que las tareas de clasificación y manipulación presentan una elevada carga física debido a posturas mantenidas y movimientos repetitivos. Este estudio es especialmente pertinente porque se desarrolla en un contexto productivo muy similar al del presente trabajo, lo que permite establecer paralelos claros en cuanto a riesgos, actividades y necesidades de intervención ergonómica.

2.2 . Marco legal

2.2.1 Código del Trabajo del Ecuador

En el artículo 42 se establece que el empleador garantiza un ambiente seguro para el trabajador. También dispone que previene riesgos profesionales mediante acciones permanentes. Señala que aplica medidas de higiene y seguridad en todas las actividades. Indica que entrega equipos adecuados y adapta los puestos de trabajo cuando es necesario (Asamblea Nacional del Ecuador, 2005).

En los artículos 15 y 410 se señala que el trabajador tiene derecho a un ambiente seguro. Indica que el empleador no puede exponer al trabajador a riesgos evitables. Dispone que toda actividad laboral cumple normas obligatorias de prevención y control de riesgos profesionales. Señala que el empleador aplica estándares que protegen la integridad física y mental del trabajador (Asamblea Nacional del Ecuador, 2005).

En el artículo 434 se indica que el empleador acata las normas para prevenir enfermedades profesionales. Reconoce que los trastornos musculoesqueléticos forman parte de las enfermedades derivadas del trabajo (Asamblea Nacional del Ecuador, 2005).

2.2.2 Decreto Ejecutivo 255, 2024

En el Decreto Ejecutivo 255, los riesgos ergonómicos cuentan con un reconocimiento formal dentro de la clasificación oficial de riesgos laborales. El artículo 40 establece que estos se dividen en riesgos físicos, químicos, biológicos, de seguridad, ergonómicos y psicosociales. Asimismo, el artículo 45 define específicamente a los riesgos ergonómicos, señalando que se originan por esfuerzo físico excesivo, movimientos repetitivos o posturas poco naturales durante la ejecución del trabajo, y que tales condiciones pueden generar accidentes, errores, trastornos musculoesqueléticos o enfermedades profesionales, especialmente cuando existen puestos, máquinas o herramientas mal diseñadas (Presidencia de la República del Ecuador, 2024).

En relación con las condiciones de trabajo, el artículo 3 y las disposiciones referidas a este ámbito indican que el empleador debe considerar los factores de riesgo ergonómicos dentro de la organización y ordenamiento de las labores, junto con otros riesgos físicos, químicos y biológicos. Esto implica que la ergonomía forma parte de las condiciones mínimas que deben garantizarse en el entorno laboral (Presidencia de la República del Ecuador, 2024).

Respecto a la obligación de identificación y evaluación de riesgos, el artículo 47 establece que los centros de trabajo deben aplicar metodologías reconocidas para identificar y valorar todas las situaciones que representen peligro para los trabajadores, lo que incluye de manera explícita los riesgos ergonómicos del puesto, tales como carga física, repetitividad, manipulación de peso o posturas forzadas (Presidencia de la República del Ecuador, 2024).

En cuanto a la prevención y el control, el artículo 49 dispone que, una vez evaluados los riesgos, se deben implementar medidas siguiendo un orden jerárquico: eliminación, sustitución, controles de ingeniería, controles administrativos y medidas sobre el trabajador. En ergonomía, esto se traduce en el rediseño de puestos, adecuación de herramientas, ajustes en procesos y capacitación en técnicas de trabajo seguro (Presidencia de la República del Ecuador, 2024).

Finalmente, el reglamento reconoce la relación entre los riesgos ergonómicos y las enfermedades profesionales. El artículo 21 establece que las afecciones originadas por factores inherentes al trabajo, incluidas las derivadas de esfuerzo físico excesivo, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos, pueden ser consideradas enfermedades profesionales conforme a la normativa vigente (Presidencia de la República del Ecuador, 2024).

2.2.3 Resolución C.D. 513 IESS

La Resolución CD-513 regula el Seguro General de Riesgos del Trabajo del IESS, pero no desarrolla normas específicas de ergonomía. Solo establece procedimientos, coberturas y lineamientos administrativos (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social [IESS], 2016).

2.2.4 NTE INEN-ISO 11226

La NTE INEN-ISO 11226 es una norma técnica que establece lineamientos ergonómicos específicos para la evaluación de posturas de trabajo estáticas. A diferencia de una ley, no se organiza por artículos, sino por secciones técnicas, cada una dedicada íntegramente a la ergonomía y a la adecuación del puesto de trabajo a las capacidades humanas. Su objetivo y campo de aplicación se centran en proporcionar recomendaciones claras para valorar posturas mantenidas en el tiempo, identificando condiciones que puedan generar sobrecarga física o riesgo de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2014a).

La norma incluye un apartado de términos y definiciones que reúne los conceptos fundamentales necesarios para su aplicación, entre ellos alineación corporal, articulaciones, límites funcionales y nociones básicas relacionadas con la prevención de lesiones musculoesqueléticas. Posteriormente, desarrolla los principios ergonómicos y biomecánicos que orientan la evaluación postural. Esta sección constituye el núcleo de la norma, ya que detalla los criterios para analizar posturas del tronco, cabeza y cuello, brazos, antebrazos, muñecas, piernas y postura de pie, y establece parámetros que permiten determinar si una postura es aceptable, aceptable bajo condiciones específicas o no aceptable. Para ello, define ángulos máximos permitidos, tiempos máximos de permanencia y umbrales de fatiga que orientan la toma de decisiones en cuanto al rediseño del puesto o la implementación de medidas preventivas (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2014a).

Asimismo, la NTE INEN-ISO 11226 describe los métodos recomendados para la medición y registro de posturas, entre ellos la observación directa, los instrumentos de medición angular y el uso de registros fotográficos o de video, los cuales permiten evaluar con mayor precisión la carga estática a la que está expuesto el trabajador. Finalmente, la norma incorpora anexos normativos e informativos que contienen ilustraciones, tablas angulares, ejemplos de aplicación y métodos de cálculo que complementan el proceso de evaluación ergonómica. En conjunto, todas sus secciones conforman un instrumento técnico integral dedicado

exclusivamente a orientar la identificación y el análisis de posturas de trabajo estáticas en el contexto ocupacional (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2014a).

2.2.5 NTE INEN-ISO 11228-1/2/3

La NTE INEN-ISO 11228-1 establece límites para el levantamiento y transporte manual de cargas. Sirve para evaluar peso, frecuencia, duración y postura, y para identificar riesgos de sobrecarga física. Proporciona criterios para prevenir trastornos musculoesqueléticos y guías para mejorar el diseño del puesto y la organización de la tarea (INEN, 2014b).

La NTE INEN-ISO 11228-2 define los criterios para evaluar tareas de empuje y halado. Sirve para determinar fuerzas iniciales y de mantenimiento, postura, distancia y condiciones del entorno. Establece límites de fuerza y orientaciones para diseñar equipos y dispositivos que reduzcan el esfuerzo físico (INEN, 2014c).

La NTE INEN-ISO 11228-3 evalúa actividades con cargas livianas y alta repetitividad. Sirve para analizar frecuencia, duración y postura, y para identificar riesgos por movimientos repetitivos. Ofrece directrices para rediseñar tareas, ajustar tiempos de trabajo y mejorar herramientas para disminuir la carga física (INEN, 2014d).

2.2.6 NTE INEN-ISO 6385

La NTE INEN-ISO 6385 establece los principios ergonómicos para diseñar sistemas de trabajo ajustados a las capacidades del trabajador. Define lineamientos para organizar tareas considerando carga física y mental, ambiente laboral, interacción con equipos y ritmos de trabajo. Sirve para prevenir fatiga, errores y lesiones mediante un diseño adecuado del puesto y de la organización laboral. Su aplicación es útil en cualquier actividad, incluyendo áreas de empaque donde las demandas físicas influyen en el riesgo de trastornos musculoesqueléticos (INEN, 2022).

2.2.7 Acuerdo Ministerial MDT-2020-076

El acuerdo Ministerial MDT-2020-076, emitido en el contexto de la emergencia sanitaria, introduce directrices para la organización del trabajo particularmente en modalidad de teletrabajo que incluyen consideraciones ergonómicas básicas relacionadas con el diseño del puesto, las posturas y la gestión de la carga física. Ambos acuerdos fortalecen el cumplimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, respaldando la necesidad de evaluar

y controlar riesgos ergonómicos dentro de los procesos laborales (Ministerio del Trabajo, 2020).

2.2.8 Acuerdo Ministerial MDT-2017-135

El Acuerdo Ministerial MDT-2017-0135 establece el instructivo para el cumplimiento de las obligaciones de los empleadores públicos y privados en SST, disponiendo lineamientos para la gestión preventiva, la participación del Comité de Seguridad y Salud y el seguimiento de los riesgos laborales dentro de los centros de trabajo. Aunque no desarrolla normas específicas sobre ergonomía, sí refuerza la obligación de identificar y controlar todos los factores de riesgo presentes en el puesto, incluidos los ergonómicos (Ministerio del Trabajo, 2017).

CAPÍTULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque investigación

El enfoque cuantitativo adoptado en este estudio se fundamenta en la necesidad de medir de manera objetiva los síntomas musculoesqueléticos y la percepción del esfuerzo físico en los trabajadores del área de empaque. Mirón Canelo et al. (2010) señalan que los estudios cuantitativos en salud laboral permiten operacionalizar variables, aplicar instrumentos estandarizados y analizar patrones mediante técnicas estadísticas, lo que facilita la toma de decisiones basadas en evidencia. De manera complementaria, Medina Romero et al. (2023) explican que este enfoque es pertinente cuando se requiere evaluar fenómenos observables a través de cuestionarios estructurados y escalas de medición validadas. En coherencia con estas bases metodológicas, la investigación utiliza el Cuestionario Nórdico de Kuorinka y la Escala de Borg, instrumentos ampliamente reconocidos para cuantificar molestias musculoesqueléticas y esfuerzo percibido en contextos ergonómicos.

3.2 Tipo de investigación

El estudio se clasifica como descriptivo, dado que su propósito es caracterizar los síntomas musculoesqueléticos y el nivel de esfuerzo reportado por los trabajadores sin manipular variables. Según Mirón Canelo et al. (2010), las investigaciones descriptivas en salud

laboral permiten identificar la frecuencia, distribución y características de los factores de riesgo presentes en una población. Asimismo, Medina Romero et al. (2023) indican que este tipo de investigación es adecuado cuando se busca reflejar la realidad de un grupo de trabajadores en su propio contexto operativo. El diseño es transversal porque la recolección de datos se realiza en un único momento del tiempo, lo cual concuerda con la definición de estudios transversales expuesta por Mirón Canelo et al. (2010), quienes destacan su utilidad para obtener un diagnóstico puntual del estado de salud laboral.

3.3 Diseño de investigación

El diseño metodológico corresponde a un estudio no experimental, transversal y descriptivo dentro del enfoque cuantitativo. Mirón Canelo et al. (2010) explican que los diseños no experimentales son apropiados cuando el investigador observa los fenómenos tal como ocurren, sin intervenir en las condiciones de trabajo. Este tipo de diseño permite evaluar la relación entre los factores ergonómicos y los síntomas musculoesqueléticos reportados, respetando la dinámica natural del entorno laboral. Del mismo modo, Medina Romero et al. (2023) sostienen que los diseños transversales facilitan medir simultáneamente múltiples variables en poblaciones específicas, lo que resulta pertinente para analizar la percepción de esfuerzo físico y la presencia de molestias corporales. El uso de cuestionarios estructurados responde a las recomendaciones metodológicas expuestas por Vizcaíno Zúñiga et al. (2023), quienes destacan la importancia de emplear instrumentos validados para asegurar la fiabilidad y comparabilidad de los datos.

3.4 Descripción del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el área de empaque de la empresa agrícola Agrhospase Cía. Ltda., conocida como Hacienda La Primavera, ubicada en el Sitio La Primavera, en las afueras de Machala, provincia de El Oro. Esta finca cuenta con aproximadamente 71 hectáreas dedicadas a la producción bananera y un equipo operativo distribuido en actividades de campo, almacenamiento y empaque (La Primavera – Empresas en Ecuador, s. f.). Dentro del área de empaque, los trabajadores ejecutan actividades manuales como selección, clasificación, lavado, colocación del banano y embalaje para exportación, tareas que requieren movimientos repetitivos, esfuerzo físico continuo y posturas prolongadas, lo que la convierte en un entorno de alto riesgo ergonómico.

La empresa produce y exporta banano Cavendish hacia mercados internacionales y opera bajo certificaciones como Rainforest Alliance y GLOBALG.A.P., lo que implica procesos estandarizados y altos ritmos de trabajo que intensifican la demanda física sobre los trabajadores (La Primavera – Empresas en Ecuador, s. f.). Estas características justifican la selección del área de empaque como objeto de estudio, al representar un escenario real de exposición a factores ergonómicos críticos, permitiendo obtener información relevante para el diseño de estrategias preventivas orientadas a mejorar la salud y seguridad ocupacional del personal operativo.

3.4.1 Población y muestra

La población del estudio estuvo conformada por los 60 trabajadores operativos que laboran exclusivamente en el área de empaque de la empresa bananera La Primavera, ubicada en la vía La Primavera, Machala, provincia de El Oro. Este grupo representa al total de empleados expuestos de manera directa y continua a los factores de riesgo ergonómico asociados a movimientos repetitivos y esfuerzo físico dentro del proceso de empaque.

Debido a que la población total del área de empaque es de 60 trabajadores, y todos cumplen los criterios de inclusión establecidos, la muestra coincide con la población, es decir, 60 trabajadores. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia bajo los parámetros establecidos por Hernández González (2021), dado que se seleccionó a todos los empleados disponibles y que voluntariamente aceptaron participar, garantizando así la representatividad de la exposición ergonómica en este grupo laboral específico.

3.4.2 Criterios de inclusión

Se incluyó a los trabajadores que cumplían con las siguientes condiciones:

- Desempeñar funciones exclusivas en el área de empaque de la empresa bananera La Primavera.
- Haber laborado de manera ininterrumpida durante al menos seis meses, lo cual asegura experiencia suficiente en las tareas repetitivas propias del proceso de empaque.

- Aceptar voluntariamente participar en el estudio y firmar el consentimiento informado, conforme a los principios éticos de la investigación en salud ocupacional.
- Encontrarse en condiciones físicas y cognitivas adecuadas para responder los instrumentos de evaluación al momento de la recolección de datos.

3.4.3 Criterios de exclusión

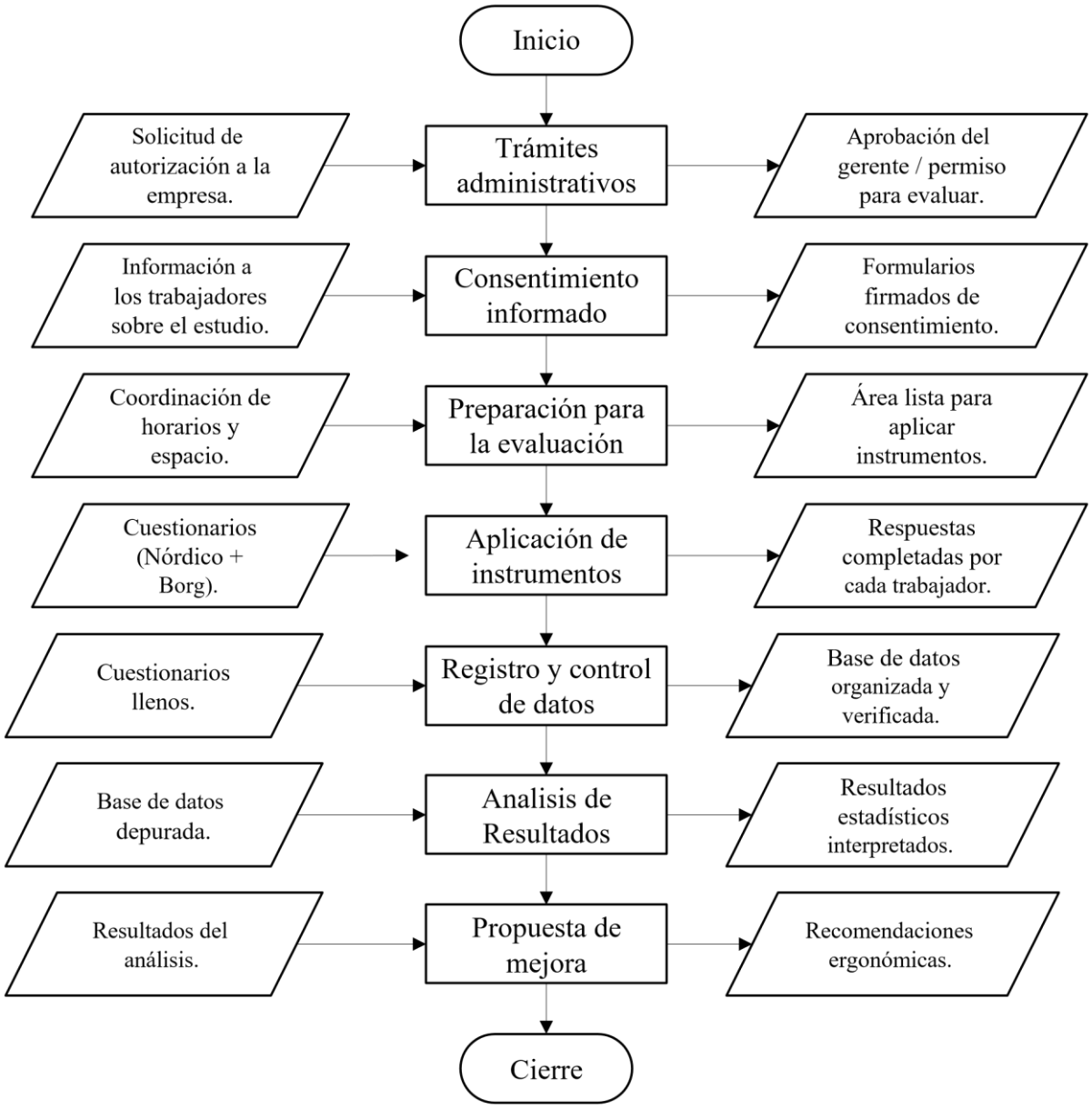
Se excluyó a los trabajadores que se encontraban en las siguientes situaciones:

- Desempeñar actividades en otras áreas de la empresa corte, fumigación, campo, administración u otras.
- Poseer menos de seis meses de antigüedad.
- Presentar diagnósticos médicos previos no asociados a las actividades laborales, que pudieran interferir en la evaluación de síntomas musculoesqueléticos.
- Retirarse voluntariamente o no completar el proceso de recolección de datos, lo que impide su inclusión en el análisis final.

3.5 Procedimiento

El procedimiento de recolección de datos se desarrolló de manera estructurada y conforme a los principios éticos de la investigación en salud ocupacional ver **Figura 5**. En primera instancia, se gestionó la autorización administrativa de la empresa bananera La Primavera y se informó al personal acerca de los objetivos, alcances y características del estudio.

Figura 5
Procedimiento metodológico del estudio



Nota. Procedimiento para el desarrollo de la investigación, elaborado por el autor.

A cada trabajador se le explicó el contenido del consentimiento informado, destacando que la participación era voluntaria, anónima y sin implicaciones laborales.

Una vez obtenida la aceptación de los participantes, se aplicaron los dos instrumentos seleccionados: el Cuestionario Nórdico Estandarizado de Síntomas Musculoesqueléticos, utilizado para identificar molestias asociadas a diferentes regiones corporales, y la Escala de Borg, empleada para determinar la percepción subjetiva del esfuerzo físico durante las actividades del área de empaque. La aplicación se realizó de manera individual, en un espacio

adecuado dentro de las instalaciones de la empresa y en horarios previamente coordinados para no interferir con la jornada laboral.

El investigador proporcionó instrucciones claras sobre la forma de responder cada instrumento y resolvió dudas antes de iniciar la aplicación. Los datos recolectados fueron verificados para asegurar su completitud y posteriormente tablados para su análisis estadístico en el sofware Excel. Este procedimiento permitió garantizar la validez de la información obtenida y asegurar que los resultados reflejaran adecuadamente el estado ergonómico y la percepción del esfuerzo de los trabajadores evaluados.

3.6 . Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La investigación empleó la técnica de encuesta estructurada mediante la aplicación de dos instrumentos ampliamente validados en estudios ergonométricos.

En primer lugar, se utilizó el Cuestionario Nórdico Estandarizado de Síntomas Musculoesqueléticos, por su confiabilidad para identificar molestias en distintas regiones corporales y recomendado en investigaciones del sector agrícola debido a su sensibilidad para detectar trastornos musculoesqueléticos asociados a tareas repetitivas (Barneo-Alcántara et al., 2021).

En segundo lugar, se aplicó la Escala de Borg de Percepción del Esfuerzo, un instrumento validado para medir la intensidad subjetiva del esfuerzo físico y considerado adecuado para valorar la carga laboral en contextos donde predominan tareas manuales y de alta demanda física (Hutchinson et al., 2021).

3.7 Técnicas de análisis de datos

Para el análisis de la información obtenida se emplearon técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales acordes al enfoque cuantitativo del estudio. Inicialmente, se realizó un análisis descriptivo mediante frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central, con el fin de caracterizar la presencia de síntomas musculoesqueléticos y los niveles de esfuerzo físico percibidos por los trabajadores.

Posteriormente, se aplicaron pruebas inferenciales apropiadas para el tipo de variables evaluadas. La relación entre síntomas musculoesqueléticos presente como variables categóricas, y características sociodemográficas, se analizó mediante la prueba de chicuadrado.

Para explorar la relación entre el nivel de esfuerzo físico reportado en la Escala de Borg que se presenta como variable ordinal y los síntomas musculoesqueléticos, se empleó la correlación de Spearman, debido a la naturaleza no paramétrica de los datos.

Todos los datos fueron procesados y organizados mediante Microsoft Excel, permitiendo su sistematización y la identificación de patrones relevantes para la interpretación ergonómica del área de estudio.

3.7.1 Secuencia metodológica para análisis del Cuestionario Nórdico Kuoroking

FASE 1 — Estadística descriptiva

A. Caracterización de la población
    - Edad
    - Género frecuencias
    - Antigüedad laboral
    - Lateralidad
B. Prevalencia por región corporal
    - Prevalencia general
    - Perfil topográfico de molestias
    - Priorización de riesgos

FASE 2 —Análisis multivariante

3.8 Consideraciones éticas

La investigación respetó los principios éticos para estudios con participación humana. Los trabajadores fueron informados sobre los objetivos del estudio y firmaron un consentimiento informado voluntario, garantizando su anonimato y la confidencialidad de los datos. El estudio fue autorizado por la empresa bananera La Primavera y se realizó conforme a la normativa de la Universidad sobre ética en investigación, sin afectar las actividades ni condiciones laborales de los participantes.

CAPITULO IV

4 . RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Cuestionario Nórdico de Kuorinka

Tabla 1.
Características sociodemográficas y laborales de los trabajadores del área de empaque (n = 60)

		N (60)	**%**
Antigüedad laboral	Menos de 6 meses	6	10,0%
	6 meses a 1 año	8	13,3%
	Más de 1 año y hasta 3 años	18	30,0%
	Más de 3 años y hasta 5 años	14	23,3%
	Más de 5 años	14	23,3%
	Total	**60**	**100,0%**
Lateralidad	Derecha	52	86,7%
	Izquierda	8	13,3%
	Total	**60**	**100,0%**
Genero:	Masculino	34	56,7%
	Femenino	26	43,3%
	Total	**60**	**100,0%**

Rangos de Edad	20–25 años 26–35 años 36–45 años	4	6,7%
		26	43,3%
		20	33,3%
	más de 46 años	10	16,7%
	Total	**60**	**100,0%**
Tarea	Desmane	11	18,3%
	Selección	15	25,0%
	Paletizado	18	30,0%
	Encajado	16	26,7%
	Total	**60**	**100,0%**

Nota: Tabla elaborada por la autora a partir de los datos recolectados en campo. Para la variable edad se obtuvo una media de 36,32 años, con una desviación estándar de 8,07, un rango total de 30 años, un valor mínimo de 22 años y un máximo de 52 años.

La muestra estuvo conformada por 60 trabajadores del área de empaque. En cuanto a la antigüedad laboral, la mayor proporción correspondió al grupo con más de 1 año y hasta 3 años de trabajo (30,0%), seguido por los grupos de más de 3 años y hasta 5 años y más de 5 años, ambos con el 23,3% cada uno. Respecto a la lateralidad, predominó el uso de la mano derecha con un 86,7% de los participantes. En la distribución por género, el 56,7% fue masculino y el 43,3% femenino. En relación con la edad, el grupo más numeroso fue el de 26 a 35 años, con un 43,3%, seguido por el grupo de 36 a 45 años, que representó el 33,3%. Finalmente, las tareas desempeñadas se distribuyeron principalmente entre paletizado (30,0%), selección (25,0%), encajado (26,7%) y desmane (18,3%).

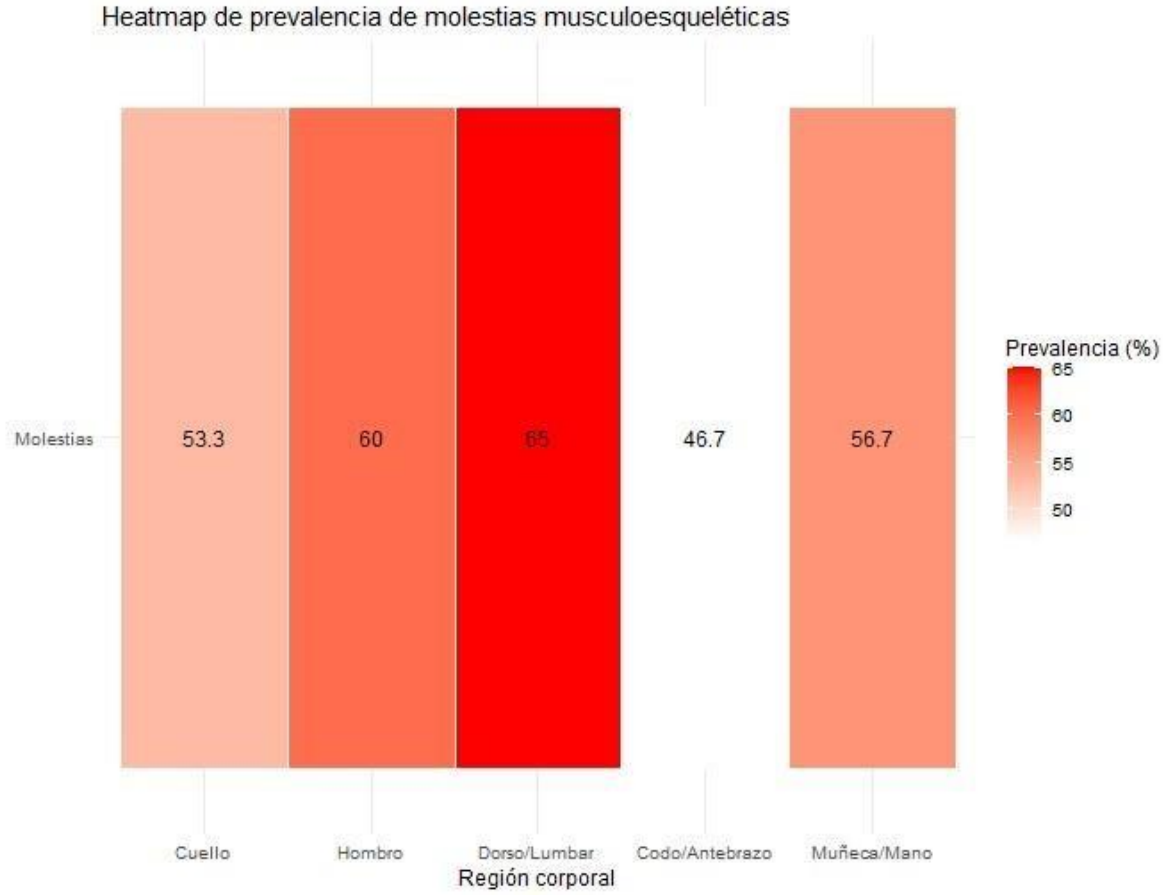
Tabla 2 Prevalencia de molestias musculoesqueléticas por región corporal según la Pregunta 1 del Cuestionario Nórdico

		Recuento	**% del N de columna**
P1 cuello	No	28	46,7%
	Si	32	53,3%
	Total	**60**	**100,0%**
P1 hombro	No	24	40,0%
	Si	36	60,0%
	Total	**60**	**100,0%**

P1 dorsal o lumbar	No	21	35,0%
	Si	39	65,0%
	Total	**60**	**100,0%**
P1 codo o antebrazo	No	32	53,3%
	Si	28	46,7%
	Total	**60**	**100,0%**
P1 muñeca o mano	No	26	43,3%
	Si	34	56,7%
	Total	**60**	**100,0%**

Nota: Tabla elaborada por la autora a partir de los datos recolectados mediante la aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka. Los porcentajes reflejan la frecuencia de trabajadores que reportaron o no molestias en cada región corporal durante el último año.

Figura 6 Heatmap de la prevalencia de molestias musculoesqueléticas por región corporal en trabajadores del área de empaque

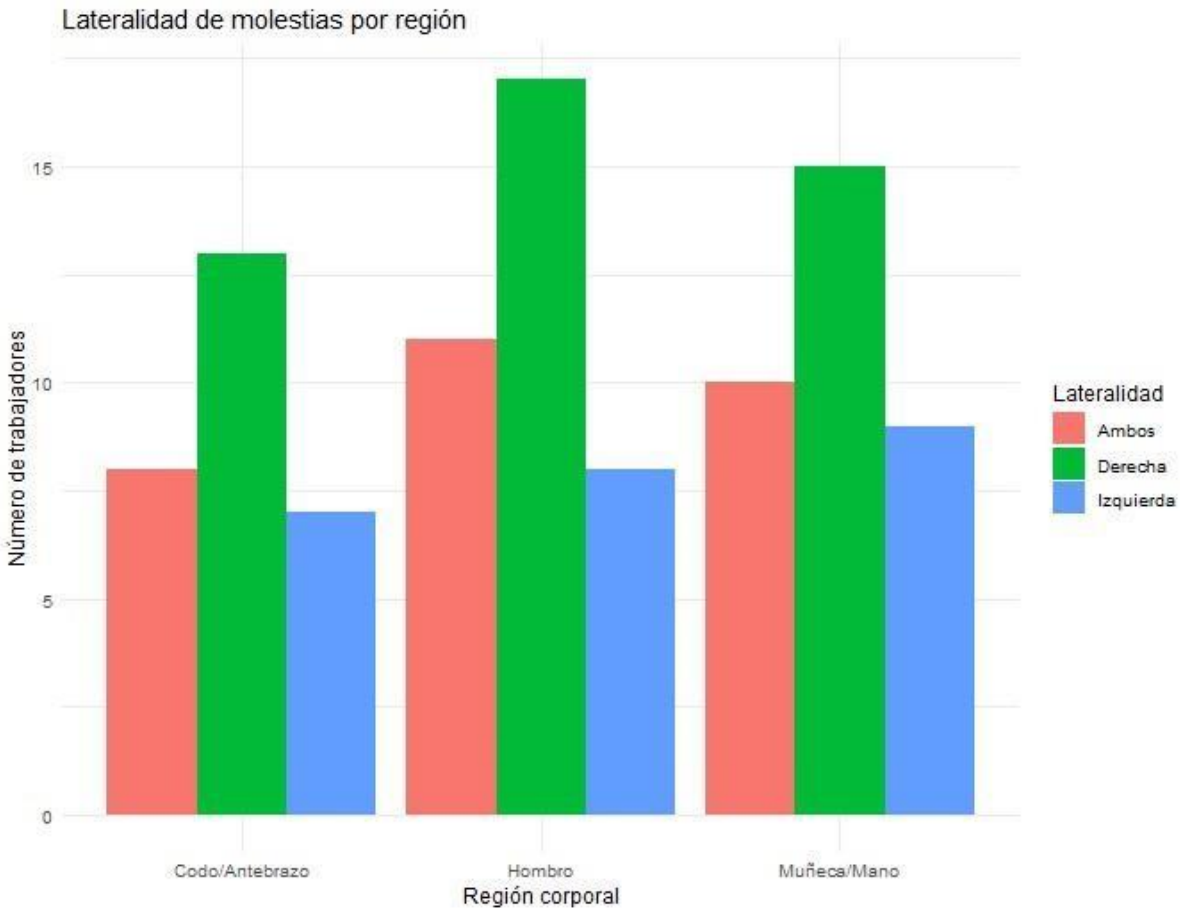


*Nota***:** Gráfico elaborado en R a partir de los porcentajes de prevalencia obtenidos en la Pregunta 1 del Cuestionario Nórdico. Los tonos más intensos representan mayores porcentajes de trabajadores que reportaron molestias en cada región corporal.

La **Figura 6** muestra la prevalencia de molestias musculoesqueléticas reportadas por los trabajadores en distintas regiones corporales. Se observa que la mayor proporción de molestias se concentra en la zona dorsal o lumbar, con un 65%. Le siguen las molestias en el hombro, con un 60%, y en la muñeca o mano, con un 56,7%. En el cuello, el 53,3% de los trabajadores reportó síntomas, mientras que el porcentaje más bajo corresponde al codo o antebrazo, con un 46,7%. La intensidad del color en el gráfico refleja estos valores, destacando visualmente las regiones con mayor frecuencia de molestias.

La distribución observada indica que las actividades del área de empaque generan una carga musculoesquelética alta, especialmente en la región dorsal o lumbar, donde se registra la mayor prevalencia. Este patrón es consistente con tareas que implican flexión de tronco, manipulación de cargas, movimientos repetitivos y periodos prolongados de bipedestación. Las molestias en hombro, muñeca y mano sugieren demandas asociadas con movimientos repetitivos de miembros superiores, agarres continuos, fuerza manual y posturas estáticas de brazos y muñecas. El codo o antebrazo presenta la menor prevalencia relativa. En conjunto, la prevalencia evidencia la necesidad de revisar los requerimientos posturales, la repetitividad y la fuerza aplicada en cada etapa del proceso de empaque para poder tomar acciones preventivas y correctivas desde el área encargada de la seguridad y salud ocupacional.

Figura 7 Lateralidad de las molestias musculoesqueléticas en hombro, codo/antebrazo y muñeca/mano



Nota: Gráfico elaborado en R a partir de los recuentos de trabajadores que reportaron molestias en cada región corporal, diferenciadas por lateralidad (izquierda, derecha o ambos lados).

La **Figura 7** presenta la distribución de la lateralidad de las molestias musculoesqueléticas en tres regiones corporales: codo/antebrazo, hombro y muñeca/mano. En todas las regiones analizadas se observa un predominio de molestias en el lado derecho, alcanzando aproximadamente 12 trabajadores en codo/antebrazo, 18 en hombro y 15 en muñeca/mano. Las molestias bilaterales también se registran de manera relevante, con valores entre 8 y 12 trabajadores según la región. Por su parte, las molestias en el lado izquierdo representan la menor frecuencia en los tres segmentos corporales, con valores que oscilan entre 7 y 9 trabajadores.

El predominio de molestias en el lado derecho refleja una carga de trabajo unilateral asociada al uso del miembro dominante en tareas como selección, encajado y manipulación repetitiva. Las molestias bilaterales sugieren la presencia de movimientos repetitivos o posturas sostenidas que afectan ambos brazos. En conjunto, se evidencia una alta carga biomecánica en los miembros superiores, especialmente en el lado dominante.

Tabla 3 Tiempo de evolución de las la loesqueléticas por
Pregunta 2 del Cuestionario Nórdico

		Recuento	% del N de columna
P2 cuello	< a 1 año	10	31,3%
	1 - 5 años	15	46,9%
	6 - 10 años	5	15,6%
	> a 11 años	2	6,3%
	Total	**32**	**100,0%**
P2 hombro	< a 1 año	8	22,2%
	1 - 5 años	18	50,0%
	6 - 10 años	7	19,4%
	> a 11 años	3	8,3%
	Total	**36**	**100,0%**
P2 dorsal o lumbar	< a 1 año	6	15,4%
	1 - 5 años	20	51,3% 23,1%
	6 - 10 años	9	
	> a 11 años	4	10,3%
	Total	**39**	**100,0%**
P2 codo o antebrazo	< a 1 año	12	42,9%
	1 - 5 años	10	35,7% 14,3%
	6 - 10 años	4	
	> a 11 años	2	7,1%
	Total	**28**	**100,0%**
P2 muñeca o mano	< a 1 año	11	32,4%
	1 - 5 años	15	44,1%
	6 - 10 años	6	17,6%
	> a 11 años	2	5,9%
	Total	**34**	**100,0%**

*Nota***:** Tabla elaborada por la autora a partir de los datos obtenidos mediante la aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka. Los porcentajes corresponden únicamente a los trabajadores que reportaron molestias en cada región corporal en la Pregunta 1.

En relación con el tiempo de evolución de las molestias musculoesqueléticas, la mayor proporción de casos en todas las regiones corporales corresponde al rango de 1 a 5 años, con porcentajes que oscilan entre el 35,7% y el 51,3% **Tabla 3**. Le sigue el grupo con menos de un año de molestias, especialmente relevante en codo/antebrazo (42,9%) y muñeca/mano (32,4%). Las categorías de 6 a 10 años y más de 11 años presentan frecuencias menores, aunque se encuentran presentes en todas las regiones.

La predominancia de molestias con una evolución de 1 a 5 años muestra la presencia de exposiciones repetidas y sostenidas en el tiempo, características propias de tareas de empaque en empresas bananeras. Los registros de molestias de larga duración reflejan acumulación de carga biomecánica asociada a ciclos extendidos de trabajo sin adecuadas pausas, rotación de tareas o controles ergonómicos.

Tabla 4 Presencia de molestias musculoesqueléticas en los últimos 12 meses por región corporal según la Pregunta 4 del Cuestionario Nórdico

		Recuento	**% del N de columna**
P4 cuello	No	2	6,3%
	Si	30	93,8%
	Total	**32**	**100,0%**
P4 hombro	No	2	5,6%
	Si	34	94,4%
	Total	**36**	**100,0%**
P4 dorsal o lumbar	No	2	5,1%
	Si	37	94,9%
	Total	**39**	**100,0%**
P4 codo o antebrazo	No	2	7,1%
	Si	26	92,9%
	Total	**28**	**100,0%**
P4 muñeca o mano	No	2	5,9%
	Si	32	94,1%
	Total	**34**	**100,0 %**

Nota: Tabla elaborada por la autora a partir de los datos obtenidos mediante la aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka. La Pregunta 4 se aplica únicamente a los trabajadores que reportaron molestias en la Pregunta 1.

En la Pregunta 4, la mayoría de trabajadores que reportaron molestias iniciales indica haberlas presentado durante los últimos 12 meses, con valores superiores al 92% en todas las regiones corporales **Tabla 4**. La proporción de trabajadores que no manifestó molestias en ese periodo es mínima, situándose entre el 5% y el 7% según la región.

La alta prevalencia de molestias reportadas durante los últimos 12 meses evidencia que los síntomas no son aislados ni episódicos, sino recurrentes dentro de los trabajadores del área de empaque. Este patrón sugiere una exposición continua a factores de riesgo musculoesquelético, tales como movimientos repetitivos, manipulación de cargas livianas de forma continua, gestos de alcance y posturas mantenidas. La consistencia de estos reportes en todas las regiones indica la necesidad de revisar de forma integral las condiciones laborales, incluyendo frecuencia de pausas, diseño del puesto y estrategias de rotación de tareas.

Tabla 5 Distribución del tiempo con molestias musculoesqueléticas en los últimos 12 meses (P5), según región corporal

		Recuento	**% del N de columna**
P5 cuello	1 - 7 días	9	30,0%
	8 - 30 días	10	33,3%
	> 30 días no seguidos	7	23,3%
	siempre	4	13,3%
	Total	**30**	**100,0%**
P5 hombro	1 - 7 días	10	29,4%
	8 - 30 días	11	32,4%
	> 30 días no seguidos	8	23,5%
	siempre	5	14,7%
	Total	**34**	**100,0%**
P5 dorsal o lumbar	1 - 7 días	8	21,6%
	8 - 30 días	12	32,4%
	> 30 días no seguidos	10	27,0%

	siempre	7	18,9%
	Total	**37**	**100,0%**
P5 codo o antebrazo	1 - 7 días	9	34,6%
	8 - 30 días	8	30,8%
	> 30 días no seguidos	6	23,1%
	siempre	3	11,5%
	Total	**26**	**100,0%**
P5 muñeca o mano	1 - 7 días	10	31,3%
	8 - 30 días	11	34,4%
	> 30 días no seguidos	7	21,9%
	siempre	4	12,5%
	Total	**32**	**100,0%**

*Nota***:** Tabla elaborada por la autora a partir de los datos obtenidos mediante la aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka. La Pregunta 5 se aplica únicamente a los trabajadores que reportaron molestias en los últimos 12 meses en la Pregunta 4, por lo que el número de casos válidos (n) varía según la región corporal evaluada.

En la **Tabla 5** se observa la distribución del tiempo en que los trabajadores reportaron molestias musculoesqueléticas durante los últimos 12 meses, diferenciada por región corporal. En el caso del cuello (n=30), las molestias se concentraron entre los períodos de 1–7 días y 8–30 días, con proporciones del 30,0% y 33,3%, respectivamente. Resultados similares se registraron en el hombro (n=34), donde los mismos intervalos de tiempo representaron el 29,4% y 32,4% de los casos. Para la región dorsal o lumbar (n=37), las molestias se distribuyeron entre 8–30 días (32,4%) y más de 30 días no seguidos (27,0%). En codo o antebrazo (n=26), el período de 1–7 días fue el más frecuente (34,6%), seguido de los intervalos de 8–30 días y >30 días no seguidos. Finalmente, para muñeca o mano (n=32), los reportes predominantes correspondieron también a los intervalos de 8–30 días (34,4%) y 1–7 días (31,3%).

Tabla 6 Duración de cada episodio de molestias musculoesqueléticas (P6), según región corporal

		Recuento	**% del N de columna**
P6 cuello	< 1 hora	7	23,3%

	1 - 24 horas	12	40,0%
	1 - 7 días	7	23,3%
	1 - 4 semanas	4	13,3%
	> 1 mes	0	0,0%
	Total	**30**	**100,0%**
P6 hombro	< 1 hora	7	20,6%
	1 - 24 horas	14	41,2%
	1 - 7 días	7	20,6%
	1 - 4 semanas	4	11,8%
	> 1 mes	2	5,9%
	Total	**34**	**100,0%**
P6 dorsal o lumbar	< 1 hora	5	13,5%
	1 - 24 horas	15	40,5%
	1 - 7 días	8	21,6%
	1 - 4 semanas	6	16,2%
	> 1 mes	3	8,1%
	Total	**37**	**100,0%**
P6 codo o antebrazo	< 1 hora	8	30,8%
	1 - 24 horas	11	42,3%
	1 - 7 días	5	19,2%
	1 - 4 semanas	2	7,7%
	> 1 mes	0	0,0%
	Total	**26**	**100,0%**
P6 muñeca o mano	< 1 hora	6	18,8%
	1 - 24 horas	14	43,8%
	1 - 7 días	7	21,9%
	1 - 4 semanas	3	9,4%
	> 1 mes	2	6,3%

	Total	**32**	**100,0%**

Nota:Tabla elaborada por la autora a partir de los datos obtenidos mediante la aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka. La Pregunta 6 se aplica únicamente a los trabajadores que avanzaron en el cuestionario tras reportar molestias en los últimos 12 meses en la Pregunta 4, por lo que el número de casos válidos varía según la región corporal.

La **Tabla 6** muestra la distribución de la duración de cada episodio de molestias musculoesqueléticas en los trabajadores que reportaron síntomas en los últimos 12 meses. En la región del cuello (n=30), los episodios se concentraron principalmente en los intervalos de 1–24 horas (40,0%) y 1–7 días (23,3%), mientras que no se registraron casos con una duración superior a un mes. En el hombro (n=34), la categoría de 1–24 horas fue también la más frecuente (41,2%), seguida por los períodos de <1 hora y 1–7 días, ambos con 20,6%. En la región dorsal o lumbar (n=37), los episodios se distribuyeron entre 1–24 horas (40,5%), 1–7 días (21,6%) y 1–4 semanas (16,2%), registrándose además un 8,1% de casos con duración mayor a un mes. Para codo o antebrazo (n=26), las molestias se presentaron mayormente en el intervalo de 1–24 horas (42,3%) y en episodios de <1 hora (30,8%). Finalmente, para muñeca o mano (n=32), la categoría predominante fue nuevamente 1–24 horas (43,8%), seguida por 1–7 días (21,9%) y <1 hora (18,8%), con algunos casos de duración superior al mes (6,3%).

Tabla 7 Días en que las molestias musculoesqueléticas impidieron realizar el trabajo (P7), según región corporal

		Recuento	**% del N de columna**
P7 cuello	0 días	20	66,7%
	1 - 7 días	7	23,3%
	1 - 4 semanas	2	6,7%
	> 1 mes	1	3,3%
	Total	30	100,0%
P7 hombro	0 días	21	61,8%
	1 - 7 días	8	23,5%
	1 - 4 semanas	3	8,8%
	> 1 mes	2	5,9%
	Total	34	100,0%

P7 dorsal o lumbar	0 días	18	48,6%
	1 - 7 días	11	29,7%
	1 - 4 semanas	6	16,2%
	> 1 mes	2	5,4%
	Total	37	100,0%
P7 codo o antebrazo	0 días	19	73,1%
	1 - 7 días	5	19,2%
	1 - 4 semanas	2	7,7%
	> 1 mes	0	0,0%
	Total	26	100,0%
P7 muñeca o mano	0 días	21	65,6%
	1 - 7 días	7	21,9%
	1 - 4 semanas	3	9,4%
	> 1 mes	1	3,1%
	Total	32	100,0%

Nota: Tabla elaborada por la autora a partir de los datos obtenidos mediante la aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka. La Pregunta 7 se aplica únicamente a los trabajadores que continuaron en el cuestionario tras reportar molestias en los últimos 12 meses en la Pregunta 4, por lo que el número de casos válidos (n) varía según la región corporal evaluada.

Tabla 8 Recepción de tratamiento (P8) y presencia de molestias en los últimos 7 días (P9), según región corporal

REGIÓN CORPORAL	**P8: ¿Recibió tratamiento?**			**P9: ¿Molestias últimos 7 das?**		
	No	Sí	Total (n)	No	Sí	Total (n)
Cuello	18 (60,0%)	12 (40,0%)	30	12 (40,0%)	18 (60,0%)	30
Hombro	20 (58,8%)	14 (41,2%)	34	13 (38,2%)	21 (61,8%)	34
Dorsal/Lumbar	19 (51,4%)	18 (48,6%)	37	12 (32,4%)	25 (67,6%)	37

Codo/Antebrazo	16 (61,5%)	10 (38,5%)	26	11 (42,3%)	15 (57,7%)	26
Muñeca/Mano	19 (59,4%)	13 (40,6%)	32	12 (37,5%)	20 (62,5%)	32

Nota: Tabla elaborada por la autora a partir de los datos obtenidos mediante la aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka. Las Preguntas 8 y 9 se aplican únicamente a los trabajadores que continuaron avanzando en el cuestionario tras reportar molestias en los últimos 12 meses en la Pregunta 4; por este motivo, el número de casos válidos (n) varía según la región corporal evaluada.

La **Tabla 8** presenta la distribución de los trabajadores que reportaron haber recibido tratamiento por molestias musculoesqueléticas (P8) y la presencia de molestias en los últimos 7 días (P9), diferenciada por región corporal. En la región del cuello (n=30), el 60,0% indicó no haber recibido tratamiento y el 40,0% sí lo hizo, mientras que el 60,0% reportó molestias recientes en P9. En el hombro (n=34), el 58,8% no recibió tratamiento y el 41,2% sí, con un 61,8% que refirió molestias en los últimos 7 días. Para la región dorsal o lumbar (n=37), el 51,4% no recibió tratamiento y el 48,6% sí, y el 67,6% manifestó molestias recientes. En codo o antebrazo (n=26), el 61,5% no recibió tratamiento y el 38,5% sí, mientras que el 57,7% presentó molestias en la última semana. Finalmente, en la región de muñeca o mano (n=32), el 59,4% no recibió tratamiento y el 40,6% sí, con un 62,5% que indicó haber tenido molestias recientes.

Tabla 9 Intensidad de las molestias musculoesqueléticas (P10), según región corporal

		Recuento	
			% del N de columna
P10 cuello	1,00	5	16,7%
	2,00	9	30,0%
	3,00	9	30,0%
	4,00	5	16,7%
	5,00	2	6,7%
	Total	**30**	**100,0%**
P10 hombro	1,00	4	11,8%
	2,00	10	29,4%
	3,00	11	32,4%
	4,00	6	17,6%

	5,00	3	8,8%
	Total	**34**	**100,0%**
P10 dorsal o lumbar	1,00	3	8,1%
	2,00	10	27,0%
	3,00	12	32,4%
	4,00	8	21,6%
	5,00	4	10,8%
	Total	**37**	**100,0%**
P10 codo o antebrazo	1,00	5	19,2%
	2,00	8	30,8%
	3,00	7	26,9%
	4,00	4	15,4%
	5,00	2	7,7%
	Total	**26**	**100,0%**
P10 muñeca o mano	1,00	4	12,5%
	2,00	9	28,1%
	3,00	10	31,3%
	4,00	6	18,8%
	5,00	3	9,4%
	Total	**32**	**100,0%**

Nota: Tabla elaborada por la autora a partir de los datos obtenidos mediante la aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka. La Pregunta 10 se aplica únicamente a los trabajadores que continuaron avanzando en el cuestionario tras reportar molestias en los últimos 12 meses en la Pregunta 4. La escala utilizada para esta pregunta oscila entre 1 (molestias muy leves) y 5 (molestias muy fuertes); el número de casos válidos (n) varía según la región corporal evaluada.

La **Tabla 9** presenta la distribución de la intensidad de las molestias musculoesqueléticas reportadas por los trabajadores en una escala de 1 a 5. En la región del cuello (n=30), las respuestas se concentraron principalmente en los valores 2 y 3, cada uno con un 30,0% de los casos, seguidos por las puntuaciones 1 y 4 (16,7% cada una), mientras que el 6,7% reportó un valor de 5. En el hombro (n=34), los trabajadores declararon mayor frecuencia en los valores 3 (32,4%) y 2 (29,4%), mientras que los niveles más altos de intensidad (4 y 5)

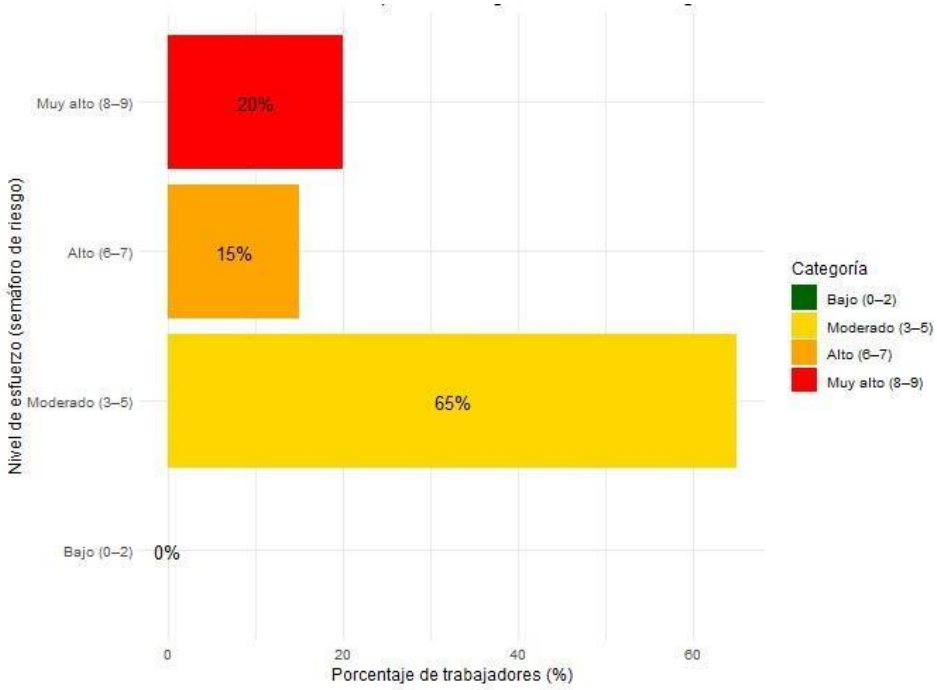
representaron el 17,6% y 8,8% respectivamente. Para la región dorsal o lumbar (n=37), la puntuación más frecuente fue 3 (32,4%), seguida de los valores 2 (27,0%) y 4 (21,6%), mientras que el 10,8% reportó molestias de intensidad 5. En codo o antebrazo (n=26), predominó el valor 2 (30,8%), seguido de 3 (26,9%) y 1 (19,2%), con menores proporciones en los niveles superiores. Finalmente, en la región de muñeca o mano (n=32), los valores más frecuentes fueron 3 (31,3%) y 2 (28,1%), seguidos por 4 (18,8%), mientras que el 9,4% reportó molestias de intensidad 5.

4.1.2 Resultados de la Escala de Borg CR-10

Para la clasificación del nivel de esfuerzo según la Escala Borg CR-10 se utilizó el criterio fisiológico dé %MVC descrito en el manual oficial y la categorización de riesgo indicada en la literatura ergonómica (verde–amarillo–naranja–rojo). Los valores entre 0 y 2 se consideran de esfuerzo bajo; 3 a 5 de esfuerzo moderado; 6 y 7 de esfuerzo alto; y 8 a 10 representan esfuerzo muy alto o crítico.

El nivel de esfuerzo percibido evaluado mediante la Escala de Borg CR-10 mostró que la mayor proporción de trabajadores se ubicó en la categoría de esfuerzo moderado (3–5), correspondiente al 65% del total **Figura 8**. Un 15% reportó niveles de esfuerzo alto (6–7), mientras que el 20% indicó valores de esfuerzo muy alto (8–9). No se registraron puntuaciones dentro del rango de esfuerzo bajo (0–2). Estos resultados permiten visualizar la distribución del esfuerzo muscular percibido mediante un esquema tipo semáforo, facilitando la identificación de los niveles de demanda muscular presentes en las tareas realizadas.

Figura 8 Clasificación del esfuerzo percibido según la Escala de Borg CR-10



Nota: Gráfico elaborado por la autora a partir de los datos obtenidos mediante la aplicación de la Escala de Borg CR-10 a 60 trabajadores del área de empaque. Las categorías del semáforo de riesgo se construyeron siguiendo la clasificación fisiológica basada en el porcentaje de la Contracción Voluntaria Máxima (MVC) descrita en el manual técnico de la Escala CR-10 y en la literatura ergonómica especializada.

Los estadísticos descriptivos del nivel de esfuerzo percibido mediante la Escala de Borg CR-10, aplicada a los 60 trabajadores evaluados **Tabla 10**, muestran que la puntuación promedio fue de 5,32, con una mediana de 5,00 y una moda de 4,00. Esto indica que las respuestas se concentraron principalmente entre los valores medios de la escala. La desviación estándar fue de 1,79, lo que refleja una variabilidad moderada en la percepción del esfuerzo entre los trabajadores. El valor mínimo registrado fue 3,00 y el máximo 9,00, lo que evidencia un rango de 6 puntos en las puntuaciones reportadas. En cuanto a los percentiles, el 25% de los trabajadores obtuvo valores de 4,00 o menos, el 50% valores iguales o inferiores a 5,00, y el 75% valores de 7,00 o menos.

Tabla 10 Estadísticos descriptivos del nivel de esfuerzo percibido según la Escala de Borg CR-10 en trabajadores del área de empaque

Borg CR-10	N	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Var	Rango	Mín	Máx
	60	5,32	5	4	1,79	3,20	6	3	9

Nota: Tabla elaborada por la autora a partir de los datos obtenidos mediante la aplicación de la Escala de Borg CR-10. Los estadísticos se calcularon sobre el total de trabajadores evaluados (n=60), considerando únicamente puntuaciones válidas reportadas durante la valoración del esfuerzo percibido en sus actividades laborales.

4.1.3 Relación entre Cuestionario Nórdico de Kuorinka y Escala de Borg (CR-10)

Los análisis realizados en la **Tabla 10** permiten observar el comportamiento del nivel de esfuerzo percibido (Borg CR-10) frente a variables laborales y personales. En primer lugar, se identificó una diferencia estadísticamente significativa en los puntajes de Borg entre las distintas tareas operativas ($p < 0,001$), lo que indica que la distribución del esfuerzo percibido no es igual según el tipo de labor desempeñada.

Figura 9 Resultados de las pruebas no paramétricas entre el esfuerzo percibido (Borg CR-10) y las variables independientes

Comparación	Prueba	Estadístico	gl	p-valor	Interpretación
Borg vs. Tarea (Desmane / Selección / Paletizado / Encajado)	Kruskal–Wallis	$\chi^2 = 41.968$	3	4.076e-09**	Diferencias significativas entre tareas.
Borg vs. Género	Mann–Whitney U	W = 756.5	–	1.681e-06**	Diferencias significativas entre hombres y mujeres.
Borg vs. Antigüedad laboral	Kruskal–Wallis	$\chi^2 = 1.5083$	4	0.8252	No se observan diferencias entre niveles de antigüedad.
Borg vs. Dolor P1 – Cuello	Mann–Whitney U	W = 522.5	–	0.2623	No hay diferencias según dolor en cuello.
Borg vs. Dolor P1 – Hombro	Mann–Whitney U	W = 479.5	–	0.4685	No hay diferencias según dolor en hombro.

Borg vs. Dolor P1 – Dorsal o lumbar	Mann–Whitney U	W = 458.0	–	0.4470	No hay diferencias según dolor lumbar.
Borg vs. Dolor P1 – Codo o antebrazo	Mann–Whitney U	W = 484.0	–	0.5908	No hay diferencias según dolor en codo.
Borg vs. Dolor P1 – Muñeca o mano	Mann–Whitney U	W = 514.5	–	0.2722	No hay diferencias según dolor en muñeca.
Borg vs. Dolor P10 – Cuello	KruskalWallis	X_2 = 0.244	–	0.993	No hay diferencias según dolor en cuello.
Borg vs. Dolor P10 – Hombro	KruskalWallis	X_2 = 0.374	–	0.984	No hay diferencias según dolor en hombro.
Borg vs. Dolor P10 – Dorsal o lumbar	KruskalWallis	X_2 = 0.586	–	0.964	No hay diferencias según dolor lumbar.
Borg vs. Dolor P10 – Codo o antebrazo	KruskalWallis	X_2 = 0.778	–	0.941	No hay diferencias según dolor en codo.
Borg vs. Dolor P10 – Muñeca o mano	KruskalWallis	X_2 = 2.065	–	0.723	No hay diferencias según dolor en muñeca.

*Nota***:** Tabla elaborada por la autora a partir de los análisis no paramétricos aplicados en R (Kruskal–Wallis y Mann–Whitney U), debido a la ausencia de normalidad en las variables. * El símbolo ***** indica significancia al 0,05 y ****** indica significancia al 0,001.

Asimismo, se observó una diferencia significativa entre hombres y mujeres ($p < 0,001$), evidenciando variaciones en el nivel de esfuerzo reportado por género. En contraste, la antigüedad laboral no mostró diferencias significativas en los puntajes de Borg ($p > 0,05$), sugiriendo una distribución similar del esfuerzo independientemente del tiempo de permanencia en el puesto.

Finalmente, al comparar el nivel de esfuerzo con la presencia o ausencia de molestias musculoesqueléticas por región corporal (P1), ninguna de las comparaciones alcanzó significancia estadística ($p > 0,05$), indicando que los puntajes de Borg se distribuyeron de manera comparable entre quienes reportaron molestias y quienes no, en cada región evaluada. Los resultados del análisis Kruskal-Wallis muestran que no existen diferencias significativas

entre las puntuaciones del Borg y los niveles de dolor reportados en el cuestionario Nórdico 10 para ninguna de las regiones musculoesqueléticas evaluadas. Esto indica que las molestias musculoesqueléticas no se asocian con variaciones en la percepción de esfuerzo Borg, evidenciando la ausencia de relación estadística entre ambas medidas en todas las zonas analizadas.

Aunque algunos trabajadores dijeron que sí tuvieron molestias en cuello, hombro, lumbar, codo o muñeca y otros dijeron que no, el nivel de esfuerzo que marcaron en la escala Borg fue muy parecido entre ambos grupos. Es decir, quienes tenían dolor y quienes no tenían dolor reportaron niveles similares de esfuerzo.

4.2 . Discusión

4.2.1 Discusión de resultados y análisis crítico

Los hallazgos de este estudio coinciden con lo reportado por Manjarrez Fuentes et al. (2024), quienes identifican exposición a movimientos repetitivos, posturas forzadas y sobreesfuerzos físicos en trabajadores bananeros. En este estudio, las mayores prevalencias de síntomas en la zona lumbar, hombros y muñeca/mano se relacionan con tareas repetitivas del área de empaque. Las jornadas extensas y la demanda física descritas por esos autores son coherentes con los niveles de esfuerzo percibido obtenidos mediante la Escala de Borg, especialmente en paletizado. Aunque Manjarrez Fuentes et al. evaluaron riesgos potenciales mediante la matriz MRL y no síntomas, sus resultados coinciden con los factores ergonómicos identificados aquí. Este estudio añade el análisis de lateralidad y la relación entre esfuerzo percibido y dolor, aspectos no incluidos en el trabajo previo. Ambos estudios sugieren la necesidad de intervenciones ergonómicas en la industria bananera.

Los resultados también guardan relación con los hallazgos de Mena et al. (2024), quienes reportan trastornos musculoesqueléticos asociados a posturas forzadas, repetitividad y manipulación de cargas en la producción de plátano. Sus registros de molestias en columna y cuello son consistentes con las regiones afectadas aquí según el Cuestionario Nórdico. Las evaluaciones RULA y REBA en su estudio muestran la necesidad de intervenir tareas con carga física, lo cual coincide con los niveles de esfuerzo percibido observados en el paletizado. En contraste con Mena et al., este estudio examina de forma explícita la relación entre esfuerzo percibido y dolor y cuenta con un mayor tamaño muestral. Ambos trabajos coinciden en la necesidad de acciones ergonómicas.

La tesis de Casquete Lindao (2015) describe riesgos ergonómicos por manejo de cargas, posturas forzadas y movimientos repetitivos en el área de empaque del banano. Esto coincide con las molestias en hombros, zona lumbar y muñeca observadas en este estudio. El autor atribuye estos riesgos a microtraumatismos acumulativos, lo que coincide con los patrones identificados mediante el Cuestionario Nórdico. Aunque la tesis utiliza herramientas como INSHT y Check List OCRA en lugar de análisis cuantitativos, llega a conclusiones coherentes con la sobrecarga física identificada aquí. También señala la falta de pausas y la presión productiva como factores que aumentan la exposición, elementos que respaldan la interpretación de fatiga acumulada en este estudio. No se identifican discrepancias relevantes.

El estudio de Chávez-Esquivel et al. (2024) reporta que las zonas más afectadas en trabajadoras del empacado de aguacate son hombros, muñeca-mano y zona lumbar. Estas regiones coinciden con las prevalencias encontradas en este estudio. Los autores indican que la intensidad del dolor aumenta con la antigüedad laboral, lo cual también se observó aquí. En su trabajo, los valores más altos de Borg aparecen en muñeca-mano y zona lumbar, comparables con los niveles obtenidos en este análisis. Aunque su población es distinta y corresponde a otro producto agrícola, ambos estudios presentan un patrón biomecánico relacionado con repetitividad, bipedestación y pérdida de la vertical durante el empacado. Esto respalda el uso combinado de Borg y Cuestionario Nórdico para caracterizar riesgo y síntomas musculoesqueléticos en procesos manuales de empaque.

El artículo de Applied Sciences (2020) muestra que actividades agrícolas repetitivas y prolongadas generan fatiga local y esfuerzos acumulativos en los miembros superiores. Esto coincide con las molestias observadas en la región lumbar y los miembros superiores en este estudio, así como con los niveles de esfuerzo en paletizado. El artículo también indica que la repetición, el ritmo de trabajo y la ausencia de pausas son factores vinculados a la fatiga. Estos elementos coinciden con las condiciones del área de empaque del banano y respaldan las recomendaciones ergonómicas basadas en rediseño de tareas, pausas activas y control del ritmo productivo.

4.2.2 Fortalezas y limitaciones

4.2.2.1 Fortalezas del estudio

- Aplicación de instrumentos validados internacionalmente, específicamente la Escala de Borg CR-10 y el Cuestionario Nórdico de Kuorinka, los cuales

permiten medir de forma complementaria la carga física percibida y los síntomas musculoesqueléticos.

- Enfoque en un subproceso crítico del sector bananero (empaque), caracterizado por altas demandas biomecánicas, lo que aumenta la pertinencia técnica y la relevancia práctica de los hallazgos.
- Muestreo de 60 trabajadores, considerado adecuado para análisis descriptivos y comparativos en ergonomía ocupacional.
- Recolección de datos en campo, directamente en el ambiente laboral real, lo que asegura validez ecológica y mayor representatividad de las condiciones reales de trabajo.
- Coherencia de los resultados con investigaciones previas, lo cual fortalece la credibilidad del análisis y confirma patrones ergonómicos reportados en la literatura científica del sector agroindustrial.

4.2.2.2 Limitaciones del estudio

- Diseño de investigación transversal, que impide establecer relaciones de causalidad entre las cargas de trabajo y los síntomas musculoesqueléticos reportados.
- Dependencia de medidas autoinformadas, lo que introduce posibles sesgos de percepción, habituación, sub-registro o deseabilidad social en las respuestas.
- Ausencia de mediciones biomecánicas objetivas, tales como electromiografía, acelerometría, análisis cinemático o métodos observacionales avanzados (RULA/REBA), lo que limita la precisión en la identificación de movimientos críticos.

CAPÍTULO V

4.3 . PROPUESTA

4.3.1 Introducción

Los resultados obtenidos mediante el Cuestionario Nórdico de Kuorinka y la Escala de Borg CR-10 indican la necesidad de una intervención ergonómica en el área de empaque. La prevalencia de molestias musculoesqueléticas es alta en todas las regiones evaluadas, especialmente en la zona dorsal/lumbar (65 %), hombros (60 %) y muñeca/mano (56,7 %). Estos valores son consistentes con exposiciones prolongadas y tareas repetitivas propias del proceso de empaque. Además, más del 90 % de los trabajadores reportó molestias en los últimos 12 meses, lo que señala continuidad en la exposición y ausencia de medidas correctivas suficientes.

Los valores de la Escala de Borg CR-10 muestran que el 65 % de los trabajadores reporta esfuerzo moderado (3–5) y el 35 % esfuerzo alto o muy alto (6–9). Estas cifras reflejan una demanda física relevante en las tareas del área de empaque. El análisis inferencial identificó diferencias significativas en el esfuerzo percibido entre tareas operativas ($p < 0,001$), siendo paletizado la actividad con mayor carga percibida, seguida de selección y encajado. También se observaron diferencias significativas según género ($p < 0,001$), con mayor carga percibida en trabajadores hombres, lo cual puede relacionarse con asignación de tareas de mayor demanda física o diferencias en la ejecución.

Las pruebas no paramétricas indicaron que los niveles de Borg no difieren de forma significativa entre trabajadores con y sin dolor (P1 y P10). Esto sugiere que la percepción del esfuerzo está asociada principalmente a la exigencia de la tarea y no a la presencia de síntomas. En consecuencia, los trabajadores realizan tareas demandantes aun cuando presentan molestias musculoesqueléticas, lo que puede aumentar el riesgo de agravamiento y ausentismo.

En conjunto, los hallazgos muestran coexistencia de carga física elevada y prevalencia de síntomas musculoesqueléticos, lo que configura un escenario de riesgo ergonómico acumulativo en operaciones repetitivas del sector bananero. Esta evidencia respalda la implementación de una propuesta ergonómica orientada a reducir cargas físicas, ajustar la distribución de tareas, mejorar posturas y ritmos de trabajo, y fortalecer estrategias preventivas desde la gestión de seguridad y salud ocupacional.

4.3.2 Objetivo General

Reducir el riesgo ergonómico y la prevalencia de TME en el área de empaque de la empresa bananera la Primavera en la ciudad de Machala de la provincia de el Oro.

4.3.3 Objetivos Específicos

- Intervenir las tareas más críticas (paletizado, selección, encajado)
- Reducir molestias en lumbar y miembros superiores
- Optimizar la carga física percibida
- Implementar medidas de control ingenieriles, administrativas y de formación

4.3.4 Alcance

La presente propuesta tiene como alcance la intervención ergonómica integral del personal operativo del área de empaque de la empresa bananera La Primavera, ubicada en la ciudad de Machala, provincia de El Oro, durante el año 2026.

Su aplicación está orientada a los procesos operativos de desmane, selección, encajado y paletizado, los cuales constituyen las actividades con mayor demanda física y donde se identificaron valores significativos de esfuerzo percibido (Escala de Borg CR-10) y elevadas prevalencias de molestias musculoesqueléticas (Cuestionario Nórdico de Kuorinka).

Dirigida al personal operativo y supervisores, con el fin de mejorar la técnica de trabajo, reducir sobreesfuerzos y promover hábitos ergonómicos seguros.

Incluye recomendaciones sobre diseño del puesto, organización del trabajo, rotación de tareas y pausas activas, orientadas a todas las líneas del proceso de empaque.

La propuesta abarca la planificación, ejecución y monitoreo de las medidas, dentro del marco de las políticas de Seguridad y Salud en el Trabajo de la empresa.

La propuesta está diseñada para beneficiar al total de trabajadores operativos del área de empaque (n = 60), y no para casos clínicos individuales, ya que su enfoque es preventivo y organizacional.

4.3.5 Limitaciones

Para mantener claridad metodológica, el alcance no incluye:

- Evaluación médica diagnóstica ni tratamiento clínico individual de TME.
- Análisis ergonómico especializado por puestos con instrumentos avanzados de biomecánica (EMG, inclinometría o captura de movimiento).
- Intervenciones en otras áreas de la finca (campo, riego, corte, transporte).
- Cambios estructurales mayores que requieran rediseño arquitectónico o compra de maquinaria pesada no disponible en la empresa.

4.3.6 Diagnóstico resumido

El diagnóstico ergonómico del área de empaque evidencia la presencia de riesgos musculoesqueléticos derivados de la carga física percibida y de la prevalencia de síntomas reportados por los trabajadores. El análisis se basa en los resultados de la Escala de Borg CR10 y del Cuestionario Nórdico de Kuorinka, complementados con pruebas no paramétricas de significancia estadística.

Los valores de esfuerzo percibido mostraron diferencias significativas entre las tareas (Kruskal–Wallis, $p < 0.001$). El orden de riesgo identificado fue el siguiente:

1. Paletizado → nivel de esfuerzo más alto (Borg ≈ 7–8).
2. Selección → esfuerzo moderado-alto.
3. Encajado → esfuerzo moderado.
4. Desmane → esfuerzo más bajo del área operativa.

Los resultados indican que las exigencias biomecánicas varían según la tarea, siendo paletizado la actividad con mayor carga muscular y demanda física

Las regiones con mayor prevalencia de molestias musculoesqueléticas (P1) fueron:

- Dorsal/lumbar: 65%
- Hombro: 60%
- Muñeca/mano: 56.7%
- Cuello: 53.3%

- Codo/antebrazo: 46.7%

Más del 92 % de los trabajadores reportó molestias en los últimos 12 meses (P4) en todas las regiones corporales evaluadas.

La intensidad del dolor (P10) se ubicó principalmente en niveles 2–3, lo que indica molestias persistentes de intensidad leve a moderada, compatibles con exposición acumulativa a movimientos repetitivos y posturas sostenidas.

Aunque los trabajadores reportan altos niveles de molestias, la percepción de esfuerzo (Borg) no varía según la presencia de dolor, lo cual sugiere que el esfuerzo está determinado principalmente por la tarea, y no por el estado de dolor del trabajador.

4.3.7 Medidas de intervención

La propuesta ergonómica se organiza en tres ejes de intervención: ingeniería, administración del trabajo y formación del personal. Cada componente responde a los riesgos identificados mediante la Escala de Borg CR-10 y el Cuestionario Nórdico de Kuorinka, priorizando las tareas de paletizado, selección y encajado, así como las zonas lumbar, hombro y muñeca/mano.

4.3.7.1 Intervenciones de Ingeniería

Se plantea modificar las condiciones físicas del puesto de trabajo, reduciendo directamente la carga biomecánica, los movimientos repetitivos y las posturas forzadas.

Tabla 11 Controles de Ingeniería

Intervenciones de Ingeniería	**Control en la Fuente**

Rediseño de alturas en el área de paletizado	Ajuste de la altura de los palets mediante plataformas hidráulicas o elevadores mecánicos. Reducción de flexiones repetidas de tronco que están asociadas a la prevalencia del 65% de molestias lombares. Implementación de niveles ajustables para el armado de palets, conforme avanza el llenado.

Incorporación de dispositivos de apoyo	
	Ajuste de la altura de los palets mediante plataformas hidráulicas o elevadores mecánicos.
	Reducción de flexiones repetidas de tronco que están asociadas a la prevalencia del 65% de molestias lombares.
	Implementación de niveles ajustables para el armado de palets, conforme avanza el llenado.
Mejoramiento de herramientas y superficies de trabajo	Sustitución de herramientas manuales que generan sobrecarga en muñeca/mano.
	Implementación de agarres ergonómicos, materiales antideslizantes y herramientas ligeras.
Reducción de movimientos repetitivos	Simplificación de manipulaciones en selección.
	Entrenamiento y diseño de estaciones que permitan alternancia manual.
	Minimización del uso unilateral del brazo derecho, donde se observó mayor prevalencia de molestias.

Intervenciones	**Control sobre la Organización del Trabajo**

Rotación de tareas basada en evidencia	Rotación estructurada entre desmane, selección, encajado y paletizado. Minimiza la fatiga acumulativa en hombros, columna y muñeca.

Nota: Elaborado por la autora

4.3.7.2 Intervenciones Administrativas

Se plantea gestionar la exposición a factores de riesgo sin requerir modificaciones físicas costosas, actuando sobre turnos, rotación y pausas.

Tabla 12 Controles Administrativos

Implementación de pausas activas programadas	Pausas breves de 3–5 minutos cada 45–60 minutos de labor. Enfocadas en estiramientos de hombro, muñeca, zona lumbar y antebrazo.
Reorganización del flujo de trabajo	Secuencias de producción que reduzcan interrupciones y desplazamientos innecesarios. Evitar congestión de cajas en selección y encajado. Mejor coordinación entre ritmo de llegada de fruta y carga en palets.

Nota: Elaborado por la autora

4.3.7.3 Intervenciones de Formación

Estas buscan fortaler las competencias del personal para ejecutar tareas con menor riesgo biomecánico.

Tabla 13 Intervenciones de Formación

Intervenciones	**Control sobre el Trabajador**

Capacitación en biomecánica básica aplicada al trabajo	Explicación clara de ejes de movimiento, articulaciones vulnerables y carga vertebral. Enfatiza la región lumbar y hombros, que fueron las más afectadas en el análisis. Levantamiento desde piernas y no desde espalda.
Entrenamiento en técnicas de levantamiento seguro	Reducción de torsiones y mejor manejo de cargas livianas repetitivas. Aplicación directa en tareas de paletizado y encajado. hombro, muñeca, zona lumbar y antebrazo.
Promoción de hábitos ergonómicos	Uso alternado de manos para evitar sobrecarga unilateral dominante. Microajustes posturales durante la jornada. Identificación temprana de molestias antes de que escalen a lesiones. Mejor coordinación entre ritmo de llegada de fruta y carga en palets.

Nota: Elaborado por la autora

4.3.8 Plan operativo y Cronograma

Tabla 14 Plan operativo anual de intervención ergonómica para el subproceso de empaque del banano

Mes	Código	Actividad	Responsable	Duración	Frecuencia
Enero	1.1	Socialización inicial de resultados (Borg +	SST	1 semana	Única

		Nórdico)			
Enero	1.2	Presentación de la propuesta ergonómica y aprobación	Gerencia + SST	1 semana	Única
Enero	1.3	Ajustes finales del plan de intervención	SST + Jefe de Empaque	1 semana	Única
Febrero	2.1	Rediseño y ajuste de en paletizado	Ingeniería + alturas SST	1 mes	Una vez
Febrero	2.2	Evaluación técnica de herramientas críticas	SST	2 semanas	Única
Marzo	3.1	Implementación de rodillos y mesas móviles	Ingeniería	3 semanas	Única
Marzo	3.2	Compra e introducción de herramientas ergonómicas	Compras + SST	2 semanas	Única
Abril	4.1	Diseño del plan de ergonómica	SST + Jefe de Empaque	1 semana	Única

Abril	4.2	Implementación de rotación basada en datos			
Abril	4.3	Reorganización del flujo operativo			
Mayo	5.1	Capacitación en biomecánica básica			
Mayo	5.2	Capacitación en levantamiento seguro			
Mayo	5.3	Capacitación en hábitos ergonómicos			
Junio	6.1	Monitoreo ergonómico semestral			
Junio	6.2	Evaluación del cumplimiento de rotación			
Julio	7.1	Refuerzo de pausas activas (campaña interna)			
Julio	7.2	Auditoría de puestos de trabajo			
Agosto	8.1	Capacitación: ergonomía aplicada al puesto			
Agosto	8.2	Microcapacitaciones diarias de 5 minutos	Jefe de Empaque	1 mes	Continua
			SST + Jefe de Empaque	2 semanas	Única
			SST	1 semana	Anual
			Técnico Ergonomía	1 semana	Semestral

			SST	1 semana	Trimestral
			SST	2 semanas	Semestral
			Jefe de Empaque	1 semana	Mensual
			SST	1 semana	Semestral
			SST + Ingeniería	2 semanas	Semestral
			SST	1 semana	Trimestral
			Líderes de Línea	Diario	Continua
Septiembre	9.1	Evaluación del esfuerzo percibido (Borg post)	SST	1 semana	Semestral
Septiembre	9.2	Aplicación del Nórdico post	SST	1 semana	Semestral
Octubre	10.1	Reajuste del plan de rotación y ergonomía	SST + Jefe de Empaque	1 semana	Semestral
Octubre	10.2	Correcciones en puestos críticos	Ingeniería	2 semanas	Según hallazgos
Noviembre	11.1	Revisión técnica anual de máquinas y herramientas	SST + Mantención	3 semanas	Anual
Noviembre	11.2	Capacitación breve en autocuidado	SST	1 semana	Trimestral
Diciembre	12.1	Evaluación comparativa final (Borg + Nórdico)	SST	1 semana	Anual

Diciembre	12.2	Análisis estadístico final y cierre de brechas	SST	2 semanas	Anual
Diciembre	12.3	Informe final de mejora ergonómica	SST	1 semana	Anual
Diciembre	12.4	Plan de intervención siguiente año	SST + Gerencia del	1 semana	Anual

Nota: Tabla elaborada por la autora a partir del plan anual de trabajo del área de Seguridad y Salud en el Trabajo. El cronograma integra actividades de ingeniería, gestión administrativa, capacitación continua y monitoreo ergonómico para un periodo de doce meses, en correspondencia con los hallazgos obtenidos mediante la Escala de Borg y el Cuestionario Nórdico.

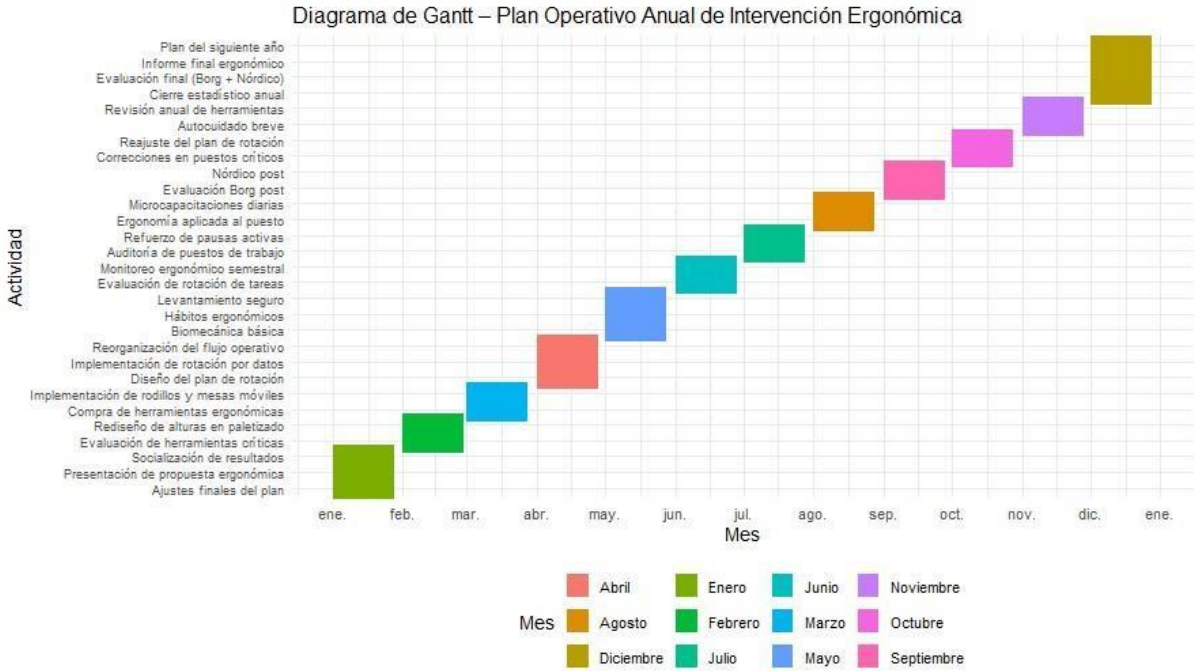
El plan operativo anual define actividades orientadas a reducir la carga física y los riesgos ergonómicos en el subproceso de empaque. En el primer trimestre se prioriza la gestión inicial: socialización de resultados, presentación de la propuesta, aprobación gerencial y ajustes previos a la implementación. En este periodo se ejecutan las primeras intervenciones de ingeniería, como el rediseño de alturas en estaciones de paletizado, la evaluación de herramientas y la incorporación de rodillos y mesas móviles para mejorar la manipulación de la fruta.

En el segundo trimestre se desarrollan acciones de organización del trabajo, entre ellas el diseño del plan de rotación ergonómica, la reorganización del flujo operativo y capacitaciones en biomecánica, levantamiento seguro y hábitos ergonómicos. Estas actividades se complementan con el monitoreo semestral para verificar el cumplimiento de la rotación y ajustar la carga física cuando sea necesario.

Durante el tercer trimestre se ejecutan campañas internas de pausas activas, auditorías de puestos de trabajo y capacitaciones específicas en ergonomía aplicada. Se realizan micro capacitaciones diarias como estrategia de reforzamiento y se actualizan los indicadores de Borg y Nórdico para evaluar cambios en la exposición y en los síntomas.

En el cuarto trimestre se ajusta el plan de rotación, se corrigen puestos críticos identificados en el monitoreo, se efectúa la revisión técnica anual de máquinas y herramientas y se desarrollan capacitaciones complementarias. El ciclo cierra con la evaluación comparativa final, el análisis estadístico de resultados y la elaboración del informe de mejora ergonómica, seguido de la planificación operativa del año siguiente.

Figura 10 Diagrama de Gantt del Plan Operativo Anual de Intervención Ergonómica en el proceso de Empaque del Banano



Nota: Figura elaborada por la autora a partir del cronograma anual de intervención ergonómica diseñado para el área de empaque. El diagrama sintetiza la planificación temporal de las acciones de ingeniería, administrativas, formativas y de seguimiento ergonómico programadas para un periodo de doce meses.

El diagrama de Gantt evidencia la distribución temporal del plan operativo anual diseñado para reducir los riesgos ergonómicos en el subproceso de empaque. En el primer trimestre se concentran las actividades de socialización, planificación y ajustes iniciales, indispensables para orientar y preparar la intervención. Durante los meses intermedios se ejecutan las acciones de ingeniería, que incluyen el rediseño de alturas, la incorporación de rodillos y mesas móviles, y la adquisición de herramientas ergonómicas. De manera paralela se implementan medidas administrativas, como el diseño del plan de rotación y la reorganización del flujo operacional. A lo largo de todo el año se desarrollan actividades formativas, entre ellas capacitaciones periódicas, campañas de pausas activas y micro capacitaciones diarias, garantizando un proceso continuo de aprendizaje y sensibilización.

Finalmente, en el último trimestre se realizan las evaluaciones postintervención mediante la Escala de Borg y el Cuestionario Nórdico, junto con la revisión anual de herramientas y la elaboración del informe final de mejora, lo que permite cerrar el ciclo y preparar la planificación del siguiente año. En conjunto, el cronograma refleja una intervención estructurada, progresiva y sostenida, orientada a mejorar integralmente las condiciones ergonómicas del área de empaque.

4.3.9 Recursos necesarios

4.3.9.1 Humanos

La tabla de recursos humanos detalla el personal requerido para la ejecución del plan anual de intervención ergonómica. En ella se especifican los roles clave, las funciones asignadas y el tiempo estimado de dedicación para cada actividad. Esta estructuración asegura que las acciones de ingeniería, administración del trabajo, capacitación y seguimiento sean desarrolladas de manera coordinada, con la participación articulada de las áreas operativas, técnicas y de Seguridad y Salud en el Trabajo, garantizando así la eficiencia y continuidad del programa.

Tabla 15 Recursos Humanos necesarios para la implementación del plan ergonómico

Cargo / Perfil profesional	Funciones principales	Dedicación estimada	Frecuencia
Responsable de SST	Coordinación general del plan, monitoreo, capacitaciones, reportes	6–8 horas semanales	Continuo
Jefe de Empaque	Supervisión operativa, aplicación de rotación, control del flujo	4–6 horas semanales	Continuo
Equipo de Ingeniería / Mantenimiento	Ajustes técnicos, rediseño de mesas, revisión de herramientas	Según intervención	Trimestral / anual

Líderes de línea / Supervisores	Aplicación de pausas activas, micro capacitaciones	30 min/día	Diario
Técnico en Ergonomía	Evaluaciones posturales, asesoría técnica	Según requerimiento	Semestral
Personal administrativo (Compras)	Adquisición de herramientas y equipos ergonómicos	Según demanda	Ocasional
Trabajadores operativos	Participación en capacitaciones y rotación	1–2 horas mensuales	Continuo

Nota: Tabla elaborada por la autora con base en los requerimientos del plan anual de intervención ergonómica.

4.3.9.2 Materiales

La tabla de recursos materiales reúne los insumos esenciales para la implementación de las actividades formativas, las campañas de sensibilización y los procesos de seguimiento del riesgo ergonómico. Incluye señalética, guías impresas, cartelería informativa y formularios de monitoreo, los cuales contribuyen a reforzar prácticas seguras, facilitar el control operativo y mantener una comunicación ergonómica clara y permanente dentro del área de empaque.

Tabla 16 Recursos Materiales necesarios

Recurso material	**Descripción / Uso**	**Cantidad estimada**	**Área o proceso**

Cartelería de pausas activas	Guías visuales para pausas y estiramientos	10–15 unidades	Líneas de empaque
Señalética ergonómica	Indicaciones de postura, manejo seguro, advertencias	20 unidades	Toda la planta
Manuales impresos	Guías de biomecánica, levantamiento seguro, rotación	60 copias	Personal operativo
Formularios de monitoreo	Checklists ergonómicos y registros de rotación	12 por mes	SST + Supervisión
Material didáctico	Láminas, afiches, marcadores, videos instructivos	—	Capacitaciones

*Nota***:** Tabla elaborada por la autora a partir de los materiales requeridos para el desarrollo de las actividades formativas y de supervisión ergonómica.

4.3.9.3 Equipos

La tabla de equipos y herramientas identifica los dispositivos técnicos necesarios para disminuir la carga física asociada a las operaciones críticas del subproceso de empaque. Entre los elementos considerados se encuentran mesas móviles, plataformas ajustables, herramientas ergonómicas y alfombras antifatiga, destinados a reducir posturas forzadas, minimizar movimientos repetitivos y optimizar la manipulación de cargas. Estos equipos constituyen la base técnica de la intervención y resultan fundamentales para generar mejoras sostenibles en las condiciones laborales.

Tabla 17 Equipos y herramientas necesarias

Equipo / Herramienta	Propósito ergonómico	Cantidad	Responsable
Mesas móviles / rodillos transportadores	Reducir manipulación y empuje manual repetitivo	3–5 unidades	Ingeniería
Plataformas ajustables	Ajustar alturas en paletizado y disminuir flexiones	2–3 unidades	Ingeniería + SST
Herramientas ergonómicas (cuchillos, mangos, grips)	Disminuir fuerza manual y riesgo de tendinitis	50–60 unidades	Compras + SST
Alfombras antifatiga	Reducir dolor lumbar y fatiga por bipedestación	12 unidades	SST + Mantenimiento

Equipos de medición (luxómetro, decibelímetro, termómetro laboral)	Verificación de condiciones	1 set	SST
Sillas ergonómicas para pausas	Apoyo en micro descansos	4 unidades	SST

*Nota***:** Tabla elaborada por la autora con base en el diagnóstico ergonómico del área de empaque.

4.3.9.4 Presupuesto

La tabla de presupuesto presenta la estimación de costos vinculados a la ejecución del plan ergonómico durante un periodo de doce meses. Incluye inversiones en ingeniería, adquisición de herramientas ergonómicas, materiales educativos, capacitaciones y actividades de mantenimiento técnico. Esta proyección financiera permite evaluar la viabilidad económica de la propuesta y asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios para su implementación efectiva y oportuna.

Tabla 18 Presupuesto estimado para la intervención ergonómica

Rubro	**Detalle**	**Costo estimado (USD)**
Ajustes de ingeniería	Rediseño de alturas, instalación de mesas y rodillos	1.200 – 2.000
Compra de herramientas ergonómicas	Cuchillos, mangos, grips	400 – 600
Alfombras antifatiga	12 unidades	300 – 480
Material educativo y señalética	Afiches, manuales, cartelería	80 – 150
Capacitaciones técnicas (ergonomía)	Servicios externos + materiales	300 – 500
Monitoreos y evaluaciones Borg + Nórdico	Formularios, recursos impresos	60 – 120

Mantenimiento anual y ajustes correctivos	Revisión técnica de herramientas y máquinas	150 – 300
Total, estimado	—	2.490 – 4.150 USD

Nota: Estimación elaborada por la autora con base en costos promedio del sector y precios referenciales del mercado ecuatoriano.

4.3.10 Indicadores de evaluación

4.3.10.1 Cumplimiento operativo

1. Cumplimiento de pausas activas

Fórmula:

$$Cumplimiento\ de\ pausas\ activas\ (\%) = \frac{Número\ de\ pausas\ activas\ realizadas}{Número\ de\ pausas\ programadas} \times 100$$

2. Cumplimiento del plan de rotación de tareas

Fórmula:

$$Rotación\ efectiva\ (\%) = \frac{Rotaciones\ ejecutadas\ según\ plan}{Rotaciones\ programadas} \times 100$$

Meta planteada: ≥ 85 %

3. Uso adecuado de equipos y herramientas ergonómica

Fórmula:

$$Uso\ adecuado\ de\ herramientas\ (\%) \\ Trabajadores\ que\ utilizan\ correctamente\ las\ herramientas = \frac{}{Trabajadores\ \ observados} \times 100$$

4. Cumplimiento en uso de EPP ergonómicos

Fórmula:

$$Uso\ de\ EPP\ (\%) = \frac{Trabajadores\ que\ usan\ EPP}{Trabajadores\ \ observados} \times 100$$

4.3.10.2 Participación y formación

5. Asistencia a capacitaciones ergonómicas

Fórmula:

$$Asistencia\ a\ capacitaciones\ (\%) = \frac{Número\ de\ asistentes}{Número\ de\ convocados} \times 100$$

Meta planteada: ≥ 90 %

6. Cumplimiento de micro capacitaciones diarias

Fórmula:

$$Microcapacitaciones\ cumplidas\ (\%) = \frac{Sesiones\ impartidas}{Sesiones\ programadas} \times 100$$

7. Nivel de satisfacción de la capacitación **Fórmula:**

$$Satisfacción\ (\%) = \frac{Participantes\ que\ califican \geq 4/5}{Total\ de\ participantes} \times 100$$

4.3.10.3 Control del riesgo ergonómico

8. Reducción del esfuerzo percibido (Escala de Borg) **Fórmula:**

$$Reducción\ Borg\ (\%) = \frac{Borg\ promedio\ pre - Borg\ promedio\ post}{Borg\ preomedio\ pre} \times 100$$

Interpretación: Indica disminución del esfuerzo requerido para realizar la misma tarea.

9. Cumplimiento de adecuaciones de ingeniería **Fórmula:**

$$Ejecución\ de\ adecuaciones\ (\%) = \frac{Adecuaciones\ implementadas}{Adecuaciones\ planificadas} \times 100$$

4.3.10.4 Resultados en salud musculoesquelética

10. Reducción de prevalencia por región corporal (Cuestionario Nórdico)

Fórmula:

$$Reducción\ Prevalencia\ (\%) = \frac{Prevalencia\ pre - Prevalencia\ post}{Prevalencia\ pre} \times 100$$

Aplicar a: Cuello, Hombro, Lumbar, Muñeca/mano, Codo/antebrazo

4.3.10.5 Indicadores globales de gestión

11. Índice global de cumplimiento del plan

Fórmula:

$$\text{Cumplimiento global } (\%) = \frac{Actividades\ realizadas}{Actividades\ planificadas} \times 100$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En cuanto al cumplimiento del primer objetivo específico, este se alcanzó, dado que la aplicación del Cuestionario Nórdico permitió identificar la presencia de molestias musculoesqueléticas en las cinco regiones evaluadas. Los resultados mostraron prevalencias altas, destacándose la región dorsolumbar con 65 %, seguida de hombros (60 %), muñeca/mano (56,7 %), cuello (53,3 %) y codo/antebrazo (46,7 %). Además, se determinó que la mayoría de las molestias tiene más de un año de evolución y que el 94 % de los trabajadores que reportaron síntomas indicó haber presentado molestias en los últimos 12 meses. Estos hallazgos describen un perfil definido de afectación musculoesquelética en el subproceso de empaque y permiten dar por cumplido el primer objetivo específico.

En cuanto al segundo objetivo se cumplió al determinar los niveles de esfuerzo percibido mediante la Escala de Borg CR-10. Se obtuvo una distribución diferenciada de la carga física, con valores entre 3 y 9 y una moda de 4 (28,3 %), correspondiente a un esfuerzo "moderado +". Las tareas con mayores puntuaciones fueron las de paletizado, con valores cercanos a 7–8 ("muy fuerte"), mientras que procesos como desmane registraron niveles más bajos. Asimismo, se identificaron diferencias estadísticamente significativas por género y por tipo de tarea, lo que confirma que la escala permitió caracterizar adecuadamente la percepción de esfuerzo físico en el área de empaque. Con ello se dio cumplimiento al segundo objetivo específico.

El tercer objetivo también se alcanzó mediante la aplicación de análisis no paramétricos (Mann–Whitney y Kruskal–Wallis), comparando las puntuaciones de Borg con la presencia o ausencia de molestias registradas en el Cuestionario Nórdico. Los resultados mostraron que no existe asociación estadísticamente significativa entre el nivel de esfuerzo percibido y la presencia de dolor ($p > 0,05$), lo que indica que trabajadores con y sin molestias reportan niveles similares de esfuerzo. Este resultado sugiere posibles procesos de adaptación o habituación, o que los síntomas musculoesqueléticos se relacionan más con la exposición acumulativa a movimientos repetitivos y posturas mantenidas que con la percepción inmediata del esfuerzo. También se observó que las tareas con mayor carga física según Borg coinciden con las regiones corporales más afectadas según el Nórdico, aunque sin correlación estadística directa.

En conjunto, el análisis relacional se completó y permitió comprender la interacción entre exposición y afectación musculoesquelética, cumpliendo el tercer objetivo.

Recomendaciones

Se recomienda mantener la vigilancia musculoesquelética establecida en el Plan Operativo, aplicando el Cuestionario Nórdico en los periodos definidos evaluación post en septiembre y final en diciembre, con el fin de realizar un seguimiento de la evolución de los síntomas tras la implementación de las intervenciones de ingeniería, administrativas y formativas. Esta práctica permitirá verificar la efectividad del plan y ajustar las acciones preventivas según los cambios observados en las prevalencias por región corporal.

Asimismo, se recomienda continuar con el monitoreo del esfuerzo percibido conforme al cronograma anual, especialmente en los meses destinados al seguimiento semestral y a la evaluación comparativa final. La integración de la Escala de Borg dentro del proceso de observación ergonómica facilitará la valoración del impacto de los ajustes de alturas, la incorporación de rodillos y mesas móviles y la reorganización operacional. Su aplicación periódica también permitirá ajustar la rotación y redistribuir las cargas cuando se identifiquen incrementos en la demanda física.

Finalmente, se recomienda dar continuidad al sistema de rotación de tareas, pausas activas y micro capacitaciones programado en el plan anual, ya que estos elementos están orientados a disminuir la repetitividad y las posturas sostenidas, factores que mostraron mayor relación con la presencia de molestias que el esfuerzo percibido. El cumplimiento mensual del plan de rotación, junto con el refuerzo semestral de pausas y capacitaciones, permitirá intervenir

directamente en los mecanismos asociados al dolor y favorecer una reducción progresiva tanto en la exposición (Borg) como en la prevalencia de síntomas (Nórdico).

REFERENCIAS

Álava Navarrete, O., Zambrano Garcés, K., Anchundia Franco, R., & Valencia Romero, J. (2022). Ergonomía, una prioridad en la salud ocupacional. *Polo del Conocimiento, 7*(9), 2270–2281. https://doi.org/10.23857/pc.v7i9.4692

Asamblea Nacional del Ecuador. (2005). Código del Trabajo (Codificación 2005-017). Suplemento del Registro Oficial, 167, 16 de diciembre de 2005. https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/Codigo-de-trabajo-1.pdf

Barneo-Alcántara, M., Díaz-Pérez, M., Gómez-Galán, M., Carreño-Ortega, Á., & CallejónFerre, Á.-J. (2021). Musculoskeletal Disorders in Agriculture: A Review from Web of Science Core Collection. Agronomy, 11(10), 2017. https://doi.org/10.3390/agronomy11102017

Barrios, R. (2022). Identificación del nivel de riesgo ergonómico por manejo de cargas y movimientos repetitivos en industria alimentaria. *Lux Médica.* https://revistas.uaa.mx/index.php/luxmedica/article/view/3507/3362

Benos, L. (2020). *A review on ergonomics in agriculture. Part I: Manual operations. Applied Sciences, 10*(6), 1905. https://www.mdpi.com/2076-3417/10/6/1905

Bezzina, A., Austin, E., Nguyen, H., & James, C. (2023). Workplace psychosocial factors and their association with musculoskeletal disorders: A systematic review of longitudinal studies. *Workplace Health & Safety*. https://doi.org/10.1177/21650799231193578

Casquete Lindao, W. A. (2015). *Propuesta de intervención ergonómica para la reducción del nivel de riesgos ergonómicos a los que están expuestos los trabajadores del subproceso de empaque del banano en la bananera Bonanza en la provincia de Los Ríos* [Tesis de maestría, Universidad de Guayaquil]. Facultad de Ingeniería Industrial.

Castillo-Ante, L., Ordoñez-Hernández, C., & Calvo-Soto, A. P. (2019). Carga física, estrés y morbilidad sentida osteomuscular en trabajadores administrativos del sector público. *Universitas Salud, 22*(1), 17–23. https://revistas.udenar.edu.co/index.php/usalud/article/view/4061

Cedeño Morales, Simón Esteven; Egas Loor, Marianela Antonia. (2018). Gestión técnica de riesgos mecánicos en los procesos de corte y empaque en haciendas bananeras del norte de la Provincia de los Ríos 2018. Quevedo. UTEQ 104 p.

Chávez-Esquivel, G., Navarro-Quintana, A. M. ., & Lange-Morales, K. (2024). Evaluación de los trastornos musculoesqueléticos relacionados a las extremidades superiores en el proceso de empacado de aguacate. *Ergonomía, Investigación Y Desarrollo*, *6*(2), 57-66. Recuperado a partir de https://revistas.udec.cl/index.php/Ergonomia_Investigacion/article/view/14945

Escamilla, R. (2019). *Aplicación básica de los métodos científicos: diseño no experimental.* Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES38.pdf

EU-OSHA. (2021). *Musculoskeletal disorders: Association with psychosocial risk factors at work.* European Agency for Safety and Health at Work. https://osha.europa.eu/sites/default/files/2021-11/MSDs_association_pshychosocial_risks_factors_at_work_report.pdf

EU-OSHA. (2024). *Trastornos musculoesqueléticos.* Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo. https://osha.europa.eu/es/themes/musculoskeletal-disorders

Flores Farfan , G. A., Talledo Zambrano, L. W., Palma Rivera, A. D., & Jara Minaya, G. J. (2023). Gestión de Riesgos Ergonómicos Aplicado en el Cultivo De Plátano, en la Granja Experimental Mishili Santo Domingo, 2023. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(4), 5476-5491. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7360

Flores, K. (2021). *Riesgos ergonómicos y bienestar laboral en trabajadores del área de cultivo de la empresa florícola Mulrosas Cía. Ltda.* Universidad Técnica de Ambato. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34746/1/BJCS-TS-385.PDF

Flores, R. (2024). Cambio del nivel de riesgo ergonómico por posturas forzadas y movimiento repetitivo mediante rediseño de máquina sopladora. *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo.* https://scielo.isciii.es/pdf/medtra/v32n4/1132-6255-medtra-32-04-330.pdf

Fuentes, N. M. (2024). *Riesgos ergonómicos en el trabajo en la industria bananera de la costa ecuatoriana.* Revista Religación. https://revista.religacion.com/index.php/religacion/article/view/1232/1539

Gallagher, S. (2016). Musculoskeletal disorders as a fatigue failure process: Evidence, implications and research needs. Ergonomics, 59(1), 1–12. https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1079543

Gallo, Óscar, Hawkins, Daniel, Luna-García, Jairo Ernesto, & Torres-Tovar, Mauricio. (2019). Trabajo decente y saludable en la agroindustria en América Latina. Revisión sistemática resumida. Revista Facultad Nacional de Salud Pública, 37(2), 7-21. https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v37n2a03

Giselle Merino, Lincoln da Silva, Diego Mattos, Bruno Guimarães, Eugenio Merino, Ergonomic evaluation of the musculoskeletal risks in a banana harvesting activity through qualitative and quantitative measures, with emphasis on motion capture (Xsens) and EMG, International Journal of Industrial Ergonomics,Volume 69, 2019, Pages 8089, ISSN 0169-8141, https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.10.004.

Gonzalez Merino, M. E., & Peralta Beltrán, Á. R. (2024). Factores detonantes de enfermedades osteomusculares en trabajadores de minería. *Religación, 9*(43). https://doi.org/10.46652/rgn.v9i43.1357

González, E. L. (2021). *Validez y confiabilidad del Cuestionario Nórdico estandarizado en población mexicana.* Revista Ergonomía, Investigación y Desarrollo, 3(1), 8–17. https://revistas.udec.cl/index.php/Ergonomia_Investigacion/article/view/4339

Harari, Y., Gordon, C., Shabshin, N., & Kalichman, L. (2016). Workers' biomechanical loads and kinematics during multiple-task manual material handling jobs. Applied

Ergonomics, 71, 72–81. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003687018303910

Hernández González, Osvaldo. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. Revista Cubana de Medicina General Integral, 37(3), . Epub 01 de septiembre de 2021. Recuperado en 14 de noviembre de 2025, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086421252021000300002&lng=es&tlng=es.

Hutchinson, M. J., Kouwijzer, I., de Groot, S., & Goosey-Tolfrey, V. L. (2021). Comparison of two Borg exertion scales for monitoring exercise intensity in able-bodied participants, and those with paraplegia and tetraplegia. Spinal Cord, 59(11), 1162-1169. https://doi.org/10.1038/s41393-021-00642-4

Ibacache Araya, J. (2020). *Cuestionario nórdico estandarizado de percepción de síntomas musculoesqueléticos.* Instituto de Salud Pública de Chile. https://www.ispch.cl/sites/default/files/NTPercepcionSintomasME01-03062020A.pdf

Ibacache Araya, J. (2021). *Trabajo repetitivo de miembros superiores.* Instituto de Salud Pública de Chile. https://www.ispch.cl/sites/default/files/NTPercepcionSintomasME01-03062020A.pdf

IEA – International Ergonomics Association. (2024). *What is Ergonomics (HFE)?* https://ergonomics.org.uk/learn/what-is-ergonomics.html

INSST**.** (2024). *Ergonomía y psicosociología aplicada.* Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. https://www.insst.es/documents/94886/4155701/Parte%204.%20Ergonom%C3%ADa%20y%20psicosociolog%C3%ADa%20aplicada%20FINAL.pdf

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (2016). Resolución C.D. 513: Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo. Edición Especial del Registro Oficial, 632, 12 de julio de 2016. https://rfd.org.ec/docs/sistemaCumplimientoNormativo/Laboral/Resolucion_Consejo_DirectivoIESS_513.pdf

Jara, O., Ballesteros, F., Carrera, E. (2018). Evaluación de riesgos ergonómicos en el cultivo y la producción de banano. En: Goonetilleke, R., Karwowski, W. (eds.) Avances en

ergonomía física y factores humanos. AHFE 2017. Avances en sistemas inteligentes y computación, vol. 602. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-608259_28

Johnen, L., Gallagher, S., & Lowe, B. D. (2021). Why cumulative loading calculated using non-weighted methods matters in the evaluation of musculoskeletal disorders. Ergonomics, 65(2), 1–13. https://doi.org/10.1080/00140139.2021.1962547

La Primavera – Empresas en Ecuador. (s. f.). Agrhospase Cía. Ltda. Montenegro & Co. https://www.followmetothefield.com/es/empresas-en-ecuador/la-primavera/

Manjarrez Fuentes, N., Boza Valle, J. A., Parra Gavilanes, D. A., & Egas Loor, M. A. (2024). *Riesgos ergonómicos en el trabajo en la industria bananera de la costa ecuatoriana*. Revista Religación, 9(40), e2401232. https://doi.org/10.46652/rgn.v9i40.1232

Medina Romero, M. Á., Rojas León, C. R., Bustamante Hoces, W., Loaiza Carrasco, R. M., Martel Carranza, C. P., & Castillo Acobo, R. Y. (2023). Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C. https://doi.org/10.35622/inudi.b.080

MedlinePlus. (2024). Trastornos de los músculos. U.S. National Library of Medicine. https://medlineplus.gov/spanish/muscledisorders.html

Mena Bueno, A. F., Angulo Cortes, L. G., Cobos Recalde, L. F., & Astudillo Martínez, W. J. (2024). *Evaluación y optimización ergonómica en el proceso de productividad de plátano en la granja El Palmar*. Reincisol, 3(6), 1661–1678. https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)1661-1678

Ministerio del Trabajo. (2017). Acuerdo Ministerial MDT-2017-0135: Instructivo para el cumplimiento de las obligaciones de los empleadores públicos y privados en materia de seguridad y salud en el trabajo. Registro Oficial, 104, 20 de octubre de 2017.

Ministerio del Trabajo. (2020). Acuerdo Ministerial MDT-2020-076: Directrices para la aplicación del teletrabajo emergente durante la declaratoria de emergencia sanitaria. Registro Oficial, 178, 7 de abril de 2020.

Mirón Canelo, J. A., Alonso Sardón, M., & Iglesias de Sena, H. (2010). Metodología de investigación en salud laboral. Medicina y Seguridad del Trabajo, 56(221), 347–365.

Munala, J., Olivier, B., Karuguti, W., & Karanja, S. (2021). Prevalence of musculoskeletal disorders among flower farm workers in Kenya. *South African Journal of Physiotherapy, 77*(1). https://doi.org/10.4102/sajp.v77i1.1515

NIOSH**.** (2024). *About ergonomics and work-related musculoskeletal disorders.* National Institute for Occupational Safety and Health. https://www.cdc.gov/niosh/ergonomics/about/index.html

OIT**.** (2019). *Seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo.* Organización Internacional del Trabajo. https://www.ilo.org/wcms_686762.pdf

OMS**.** (2021). *Trastornos musculoesqueléticos.* https://www.who.int/es/newsroom/factsheets/detail/musculoskeletal-conditions

Perdomo Hernández, M. M. (2021). Control motor en la prevención del desorden musculoesquelético. *Movimiento Científico, 14*(2), 45–52. https://doi.org/10.33881/2011-7191.mct.14203

Pincay, M., Chiriboga, G., & Vega, V. (2021). Posturas inadecuadas y su incidencia en trastornos musculoesqueléticos. *Medicina del Trabajo, 30*(2). https://scielo.isciii.es/pdf/medtra/v30n2/1132-6255-medtra-30-02-161.pdf

Presidencia de la República del Ecuador. (2024). Decreto Ejecutivo 255: Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo. Segundo Suplemento del Registro Oficial, 554, 9 de mayo de 2024. https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/DECRETO-EJECUTIVO-255-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-TRABAJADORES.pdf

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2014). NTE INEN-ISO 11226:2014. Ergonomía. Evaluación de posturas de trabajo estáticas (ISO 11226:2000, IDT). Quito, Ecuador. Información general en https://es.scribd.com/document/463110060/NTE-INEN-ISO-11226

Soares, C. O., Pereira, B., Gomes, M., Marcondes, L., de Campos Gomes, F., Simão de Melo Neto, J., & Falcão, I. (2020). Preventive factors against work-related musculoskeletal disorders: Narrative review. Revista Brasileira de Medicina do Trabalho, 18(1), 87–96. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7195879/

Vizcaíno Zúñiga , P. I., Cedeño Cedeño , R. J., & Maldonado Palacios , I. A. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(4), 9723-9762. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658