

Artículo de investigación

<https://doi.org/10.33789/talentos.11.2.199>

Evaluación del manejo manual de cargas mediante el método RAPP en la avícola Avicamp

Evaluation of manual material handling using the RAPP method at Avicamp poultry farm



Kevin Jose Flores Flores 

Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba - Ecuador

kevinj.flores@unach.edu.ec

Elvis Augusto Ruiz Naranjo 

Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba - Ecuador

Resumen: En el presente estudio, se realizó un análisis detallado de las prácticas actuales de manejo manual de cargas en la avícola AVICAMP para identificar los riesgos ergonómicos presentes. Utilizando la metodología RAPP, se evaluaron las tareas de empuje y arrastre de carros y sacos en diferentes estaciones de trabajo. Los resultados revelaron que estas tareas implican un alto riesgo de trastornos musculoesqueléticos (MSD), principalmente debido a posturas subóptimas, condiciones inadecuadas del piso y problemas en el agarre del equipo. Se identificaron factores críticos como la postura (con puntuaciones elevadas) y la superficie del piso, que contribuyen significativamente al riesgo. Basado en estos hallazgos, se propusieron recomendaciones específicas, como la reparación del piso, la optimización del diseño del equipo y la implementación de programas de capacitación ergonómica. Estas medidas tienen como objetivo mejorar las prácticas de manejo manual de cargas, reducir los riesgos ergonómicos y promover la salud y seguridad de los trabajadores en AVICAMP.

Palabras Clave: evaluación ergonómica, manejo manual de cargas, metodología RAPP, prevención de lesiones, seguridad laboral

Abstract: In this study, a detailed analysis of the current manual handling practices at AVICAMP poultry farm was conducted to identify ergonomic risks. Using the RAPP methodology, the tasks of pushing and pulling carts and sacks in different workstations were evaluated. The results revealed that these tasks involve a high risk of musculoskeletal disorders (MSD), primarily due to suboptimal postures, inadequate floor conditions, and issues with equipment grip. Critical factors such as posture (with high scores) and floor surface significantly contribute to the risk. Based on these findings, specific recommendations were proposed, including floor repair, optimization of equipment design, and implementation of ergonomic training programs. These measures aim to improve manual handling practices, reduce ergonomic risks, and promote the health and safety of workers at AVICAMP.

Keywords: ergonomic assessment, manual handling, RAPP methodology, injury prevention, workplace safety

Citación sugerida: Flores Flores, K., & Ruiz Naranjo, E. (2024). Evaluación del manejo manual de cargas mediante el método RAPP en la avícola Avicamp. *Revista de Investigación Talentos*, 11(2), 1-16. <https://doi.org/10.33789/talentos.11.2.199>

I. Introducción

El manejo manual de cargas es una tarea común y necesaria en muchas industrias, incluidas las avícolas. En la avícola AVICAMP, los trabajadores del área de producción enfrentan regularmente el desafío de manipular cargas pesadas, lo que los expone a un alto riesgo de trastornos musculoesqueléticos (MSD). Estos trastornos no solo afectan la salud y el bienestar de los trabajadores, sino que también pueden tener un impacto negativo en la eficiencia operativa y la productividad de la empresa (Cunha et al., 2015; Charles et al., 2018).

La importancia de abordar estos riesgos ha sido destacada en los estudios de Gumasing & Robielos (2018), y, Kibria et al. (2023), los cuales enfatizan la necesidad de intervenciones ergonómicas específicas en la industria avícola para reducir los trastornos musculoesqueléticos.

El problema central en AVICAMP es la alta prevalencia de MSD entre los trabajadores de producción debido a factores como las posturas forzadas, los movimientos repetitivos y la manipulación manual de cargas. Los trabajadores en la industria avícola a menudo sufren de dolor y molestias en la espalda baja, hombros y extremidades superiores debido a las demandas físicas de sus tareas (Cunha et al., 2015; Bender et al., 2024). La identificación y mitigación de estos riesgos es crucial para mejorar la salud ocupacional y garantizar un entorno de trabajo seguro y eficiente (Rajendran et al., 2021; Catalán & Acuña, 2022).

La alta prevalencia de MSD en la industria avícola es el resultado de las exigencias físicas de las tareas de manejo manual de cargas. Los estudios de Mudiyansele et al. (2021) y Zhao et al. (2022) han documentado el impacto negativo de las posturas forzadas, los movimientos repetitivos y las cargas pesadas en la salud de los trabajadores (Kibria et al., 2023; Kim, 2023).

Para abordar este problema, se necesita una evaluación precisa y sistemática de los riesgos ergonómicos asociados con las tareas de manejo manual de cargas. La evaluación ergonómica de las tareas de manejo manual de cargas es un área de investigación ampliamente estudiada, especialmente debido a la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos (MSD) relacionados con estas actividades. Diversas herramientas y métodos han sido desarrollados para identificar y mitigar los riesgos asociados con estas tareas.

En los últimos años, se han incorporado avances tecnológicos en la evaluación ergonómica, como el uso de sensores de electromiografía de superficie (sEMG) y sistemas de captura de movimiento (Mudiyansele, 2021). Estos dispositivos permiten evaluaciones más precisas y en tiempo real de las actividades físicas y las posturas de los trabajadores. Por ejemplo, Nguyen et al. (2021) utilizaron sEMG y algoritmos de aprendizaje automático para detectar movimientos que pueden causar lesiones musculares, logrando una precisión del 99.35% en la predicción de niveles de riesgo.

En sectores como la manufactura y la construcción, se han desarrollado tecnologías innovadoras, como guantes inteligentes y realidad virtual, para monitorear y evaluar en tiempo real los riesgos ergonómicos en tareas de manejo manual de cargas (Moreno et al., 2019). Estos dispositivos permiten evaluaciones más precisas de las actividades físicas y posturas de los trabajadores, brindando una alternativa tecnológica que podría complementar métodos tradicionales como RAPP en futuras investigaciones.

Aunque en el presente estudio se optó por la metodología RAPP, la integración de estas tecnologías en el futuro podría complementar los métodos tradicionales de evaluación en la industria avícola, ofreciendo una visión más detallada y personalizada de los riesgos ergonómicos en contextos de manejo manual de cargas (Mudiyanselage et al., 2021).

Mohamed et al. (2022) aplicaron la captura de movimiento para evaluar las posturas de trabajo y compararlas con métodos tradicionales como REBA, proporcionando datos cinemáticos detallados para una evaluación más precisa.

Es crucial realizar estudios longitudinales para comprender el impacto a largo plazo de las evaluaciones ergonómicas y las intervenciones resultantes en la salud y la productividad de los trabajadores (Li & Buckle, 1999)

Uno de los métodos más conocidos para la evaluación ergonómica es la ecuación de levantamiento revisada de NIOSH, que proporciona directrices para evaluar

el levantamiento manual de cargas. Este método ayuda a determinar los límites de peso recomendados para minimizar el riesgo de lesiones, considerando factores como la postura y la distancia de levantamiento (Waters et al., 1993).

Además, herramientas como RULA (Rapid Upper Limb Assessment) y REBA (Rapid Entire Body Assessment) son comúnmente utilizadas para evaluar riesgos posturales y de manejo manual de cargas, identificando posturas críticas y movimientos repetitivos que pueden conducir a MSD (McAtamney & Corlett, 1993; Hignett & McAtamney, 2000; Li & Buckle, 1999).

Para la presente investigación se ha optado por el uso de la metodología RAPP (Risk Assessment Tool for Pushing and Pulling), una herramienta específica para evaluar riesgos en operaciones de empuje y arrastre. Esta considera factores clave como el peso de la carga, la postura del trabajador, la condición del equipo y la superficie del piso, proporcionando una evaluación integral del riesgo (Lind, 2016; Díaz, et al., 2020).

Según la HSE (2016), el método RAPP es una herramienta específica para evaluar riesgos en operaciones de empuje y arrastre, que utiliza una combinación de criterios para cuantificar los riesgos, incluyendo la fuerza inicial y sostenida, la postura del trabajador, la distancia recorrida, y la frecuencia y duración de las tareas.

Este método ha sido utilizado en sectores como la agricultura y manufactura ligera, donde las condiciones de trabajo y las tareas

de manipulación de cargas presentan riesgos ergonómicos similares (Vieira et al., Wu et al., 2023). Estos estudios refuerzan la relevancia del método RAPP y sugieren su aplicabilidad en diferentes contextos laborales, como el de la avícola AVICAMP.

Sin embargo, aún se necesita más investigación para validar el método RAPP en diversos contextos laborales, como la agricultura y la manufactura ligera, donde las condiciones de trabajo y las tareas pueden variar significativamente (Vieira et al., 2020). Además, la integración de datos recopilados mediante sensores y herramientas de evaluación ergonómica para desarrollar intervenciones específicas sigue siendo un área emergente.

La implementación de programas de capacitación ergonómica y el rediseño de las estaciones de trabajo son intervenciones que han mostrado reducir significativamente los MSD en la industria avícola (Gumasing & Robielos, 2018; Silveira et al., 2021). Sin embargo, para maximizar la efectividad de estas intervenciones en AVICAMP, es necesario primero realizar una evaluación detallada de los riesgos utilizando la metodología RAPP. Esto permitirá identificar las áreas de mayor riesgo y priorizar las medidas correctivas necesarias (HSE, 2016; Díaz et al., 2020). En sectores como el de la construcción, sistemas de monitoreo ergonómico en tiempo real también han mostrado potencial en la reducción de riesgos (Sun et al., 2022).

En este contexto, la pregunta de investigación que guía este estudio es: ¿Cómo se pueden

prevenir las lesiones musculoesqueléticas en los trabajadores del área de producción de la avícola AVICAMP, mediante la metodología RAPP?

Todo lo mencionado hasta aquí es el sustento básico para el desarrollo de una investigación, con el siguiente objetivo: evaluar los riesgos ergonómicos asociados con el manejo manual de cargas en la avícola AVICAMP mediante la metodología RAPP (Risk Assessment Tool for Pushing and Pulling). Para esto, se identifican los factores de riesgo específicos que contribuyen a la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos (MSD) entre los trabajadores del área de producción, para proponer intervenciones ergonómicas que puedan mitigar estos riesgos.

II. Materiales y Métodos

El presente estudio corresponde a una investigación básica con un enfoque cuantitativo, llevado a cabo mediante el método deductivo. Es una investigación de campo no experimental en la que se aplica la metodología RAPP para evaluar los riesgos ergonómicos asociados con las tareas de manejo manual de cargas en la avícola AVICAMP. Por lo tanto, es de carácter descriptivo y se limita a la identificación y cuantificación de los riesgos ergonómicos, sin incluir la implementación de intervenciones ni la realización de encuestas de seguimiento.

La recolección de datos se realiza aplicando la metodología RAPP a los trabajadores del área de producción de la avícola AVICAMP,

comprendiendo una población de 30 personas que laboran en 3 estaciones de trabajo, tal como lo muestra la tabla I.

Tabla I.

Distributivo de la población de estudio

Estación de trabajo	Nro. de trabajadores
Galpón	14
Balanceados	10
Transporte	6

Nota. Información de Avicamp

Para la evaluación ergonómica, se determinan las fuerzas inicial y sostenida durante las tareas de empuje y arrastre, y se aplica el software Kinovea para realizar el análisis biomecánico. Los datos se recopilan en formularios de evaluación RAPP para ser procesados en Microsoft Excel y R.

Primero, se identifican y describen detalladamente las tareas de empuje y arrastre realizadas por los trabajadores, documentando la frecuencia, duración y características de la carga (peso y dimensiones). Luego, se mide la fuerza necesaria para iniciar el movimiento de la carga y la fuerza sostenida para mantener dicho movimiento, registrando ambas en Newtons (N) (HSE, 2016).

Se observa la postura adoptada por los trabajadores durante las tareas y se toma nota de cualquier desviación de una postura neutral, clasificándola y puntuándola con la tabla de evaluación RAPP (Waters et al., 1993). Además, se mide la distancia total recorrida durante las tareas y se registra la velocidad de movimiento para asegurar su constancia y adecuación.

La frecuencia de la tarea se determina por el número de veces que se realiza durante un turno típico, y la duración de cada tarea es registrada y clasificada. Se asignan puntuaciones a cada uno de los factores evaluados (fuerza inicial, fuerza sostenida, postura, distancia, frecuencia y duración) utilizando las tablas de valoración del método RAPP (McAtamney & Corlett, 1993; Hignett & McAtamney, 2000). La puntuación total se obtiene sumando las puntuaciones de cada factor, clasificando el nivel de riesgo como bajo, moderado, alto o muy alto (Nguyen et al., 2021; Mohamed et al., 2022).

El análisis biomecánico se lleva a cabo utilizando el software Kinovea, que permite una evaluación detallada de las posturas y movimientos durante las tareas de empuje y arrastre, proporcionando datos precisos para la evaluación ergonómica.

Esta metodología permite una identificación precisa y cuantificación de los riesgos ergonómicos asociados con las tareas de manejo manual de cargas en la avícola AVICAMP, contribuyendo al conocimiento existente y destacando áreas para futuras investigaciones.

III. Resultados y Discusión

A continuación, se aplica la metodología RAPP para analizar las acciones que implican empuje o arrastre en cada estación de trabajo de la avícola AVICAMP. Se presentan los resultados de los casos identificados con mayor riesgo.

Galpón

Los operarios del galpón tienen la responsabilidad de suministrar alimento a las aves. Esta tarea exige un esfuerzo físico considerable, ya que implica empujar y arrastrar carros cargados con hasta 160 kg de alimento. El recorrido máximo que deben realizar es de 25 metros.

En la figura I se puede observar a un trabajador empujando el carro cargado con alimento. Durante esta acción los trabajadores ejecutan una serie de movimientos coordinados y aplican fuerzas considerables.

En la posición inicial, el trabajador se ubica detrás del carro con ambas manos sujetando las barras laterales. La espalda se encuentra ligeramente inclinada hacia adelante, mientras que las piernas se mantienen separadas para garantizar la estabilidad. Durante la fase inicial de empuje, los brazos se extienden hacia adelante, rotando externamente los hombros y flexionando ligeramente los codos. Al mismo tiempo, la espalda se inclina aún más hacia adelante para generar mayor fuerza. En la fase de movimiento continuo, las caderas y las rodillas se extienden, permitiendo al trabajador avanzar con pasos cortos y firmes.

Para iniciar el movimiento del carro, la fuerza de empuje inicial debe superar la fricción estática generada entre las ruedas y el piso de cemento, lo cual puede ser evaluado considerando las fuerzas manuales y momentos articulares en las extremidades

superiores durante las tareas de empuje y arrastre (Borgs et al., 2018). Esta fricción se encuentra aumentada debido al deterioro del piso, estimándose un coeficiente de fricción de 0.5. Por lo tanto:

$$F_i = \mu \times W$$

$$W = m \times g$$

$$W = (160 \text{ Kg}) \times \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = 1569.6 \text{ N}$$

$$F_i = (0.5) \times 1569.6 \text{ N}$$

$$F_i = 784.8 \text{ N}$$

De igual manera, se calcula la fuerza sostenida de empuje, considerando un coeficiente de fricción dinámico de 0.4, menor que el estático debido a la naturaleza cinética de la fricción. Se obtiene una fuerza de 627.84 N.

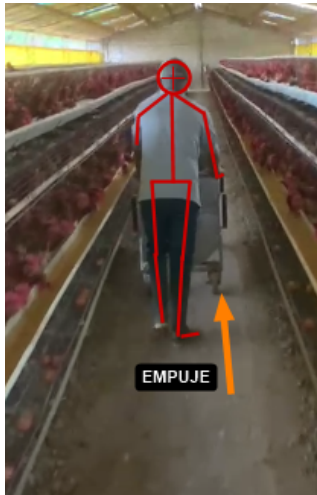
Estas fuerzas se concentran principalmente en los músculos de la parte superior del cuerpo, incluyendo los músculos de los hombros, brazos y espalda baja. Los movimientos repetitivos y la postura inclinada implican un esfuerzo continuo sobre estos grupos musculares, lo que puede llevar a la fatiga y potencialmente a trastornos musculoesqueléticos.

La carga biomecánica significativa recae principalmente sobre la espalda baja y los hombros, debido a la inclinación del torso hacia adelante y la extensión de los brazos durante el empuje (Weston et al., 2017). La fuerza aplicada a través de las piernas también es considerable, dado que las rodillas y las caderas se extienden para proporcionar

estabilidad y fuerza adicional.

Figura I.

Acción de empuje durante la alimentación de las aves



La tabla II presenta los resultados de la evaluación ergonómica realizada con la metodología RAPP durante la acción de empuje en la tarea de alimentación de aves. La evaluación revela varios factores críticos que requieren atención para prevenir lesiones musculoesqueléticas (MSD) entre los trabajadores.

La postura de los trabajadores, con una puntuación de 3, se considera subóptima debido a la inclinación del tronco hacia adelante y la extensión de los brazos durante el empuje. Esta postura puede generar estrés en la columna vertebral y los músculos del hombro, aumentando el riesgo de lesiones.

Adicionalmente, la baja puntuación (1) en el factor agarre sugiere que podría haber problemas con la forma en que los trabajadores sostienen las barras laterales del carro. Esta situación puede afectar tanto la eficiencia como la seguridad de la tarea, incrementando

el riesgo de lesiones en las manos y muñecas.

La superficie del piso, con una puntuación de 3, se destaca como otro factor de riesgo significativo. El estado deteriorado del piso dificulta el empuje del carro, aumentando el esfuerzo físico necesario y el riesgo de resbalones y caídas. Esto concuerda con estudios previos que han demostrado que las superficies de trabajo inadecuadas incrementan el riesgo de accidentes y lesiones (Mudiyanselage et al., 2021; Zhao et al., 2022).

Otros factores, como las condiciones del equipo y la distancia de traslado, también presentan riesgos moderados (puntuaciones de 1), indicando áreas adicionales para la mejora.

Hay que mejorar la superficie del piso mediante reparaciones y la aplicación de recubrimientos antideslizantes. Además, optimizar el diseño del carro de alimentación, incorporando asas ajustables y ruedas de alta calidad, puede facilitar un agarre más ergonómico y reducir la resistencia al rodaje. Implementar programas de capacitación ergonómica, que incluyan técnicas adecuadas de empuje y levantamiento, y promover pausas regulares y rotación de tareas, puede ayudar a minimizar el estrés en la espalda y las articulaciones y reducir la fatiga acumulativa (Waters et al., 1993; Li & Buckle, 1999).

Tabla II.

Evaluación de la acción de empuje durante la alimentación de aves

Factores	Equipo mediano	
	Color	Puntaje numérico
A-1 Peso de la carga	Verde	0
A-2 Postura	Amarillo	3
A-3 Agarre	Amarillo	1
A-4 Sistema de trabajo	Verde	0
A-5 Distancia de traslado	Amarillo	1
A-6 Condiciones del equipo	Amarillo	1
A-7 Superficie del piso	Rojo	3
A-8 Obstáculos en la ruta	Verde	0
A-9 Otros factores	Rojo	2

En la tarea de alimentar a las aves, los operarios también realizan la acción de arrastrar el carro con balanceado, como se muestra en la Figura II. Durante esta acción, el trabajador se posiciona delante del carro y lo arrastra hacia atrás, utilizando principalmente los músculos de la espalda y los brazos. En la posición inicial, el trabajador se inclina ligeramente hacia adelante, con los brazos extendidos detrás de él sujetando las barras laterales del carro. Esta postura es fundamental para mantener el equilibrio y generar la fuerza necesaria para iniciar el movimiento del carro.

Las fuerzas de arrastre, tanto inicial como sostenida, así como la evaluación ergonómica, son iguales a las del empuje. Sin embargo, en el arrastre, las fuerzas se concentran

principalmente en los músculos de la espalda baja y los brazos, debido a la acción de tirar del carro hacia atrás. Los movimientos repetitivos y la postura inclinada hacia adelante y extendida hacia atrás generan un esfuerzo continuo sobre estos grupos musculares, lo que puede provocar fatiga y, potencialmente, trastornos musculoesqueléticos.

La carga biomecánica significativa recae principalmente sobre la espalda baja y los hombros debido a la inclinación del torso y la extensión de los brazos durante el arrastre. La fuerza aplicada a través de las piernas también es considerable, ya que las rodillas y las caderas deben estabilizar el cuerpo durante el movimiento hacia atrás.

Figura II.

Acción de empuje durante la alimentación de las aves



Balanceados

En la estación de trabajo de balanceados, los operarios deben arrastrar sacos de 40 kg de balanceado sobre un piso de cemento resbaloso. Esta tarea implica un esfuerzo

físico considerable debido al peso de los sacos y la distancia máxima de arrastre de 5 metros. En la figura III se observa a un trabajador realizando esta acción, la cual requiere la aplicación de diferentes fuerzas y movimientos coordinados.

Durante esta tarea el trabajador se coloca en una posición ligeramente inclinada hacia adelante, con las rodillas flexionadas y los brazos extendidos hacia abajo para sujetar el saco. Durante la fase inicial de arrastre, los músculos de la espalda baja, los hombros y los brazos son los principales grupos musculares involucrados en generar la fuerza necesaria para mover el saco. La postura implica una flexión de la columna y las piernas para mantener el equilibrio y proporcionar estabilidad.

Para iniciar el movimiento del saco, la fuerza de arrastre inicial debe superar la fricción estática entre el saco y el piso. Considerando un coeficiente de fricción estática de 0.3 para un piso de cemento resbaloso, la fuerza inicial es de 117.72 N mientras la fuerza sostenida de arrastre es igual a 98.1 N.

Estas fuerzas se concentran principalmente en los músculos de la espalda baja y los brazos, ya que el trabajador debe mantener una postura inclinada y aplicar fuerza continua para arrastrar el saco. Los movimientos repetitivos y la postura inclinada implican un esfuerzo constante sobre estos grupos musculares, lo que puede llevar a la fatiga y potencialmente a trastornos musculoesqueléticos.

La carga biomecánica significativa recae principalmente sobre la espalda baja y los

hombros debido a la inclinación del torso y la extensión de los brazos durante el arrastre. La fuerza aplicada a través de las piernas también es considerable, ya que las rodillas y las caderas deben estabilizar el cuerpo durante el movimiento.

Figura III.

Arrastre de sacos de balanceado



La tabla III presenta los resultados de la evaluación ergonómica realizada con la metodología RAPP durante la acción de arrastre de sacos en la tarea de elaboración de balanceado.

El análisis de estos resultados muestra que la postura del trabajador es un factor de riesgo significativo, con una puntuación de 6, debido a la inclinación del tronco hacia adelante y la flexión de las piernas durante el arrastre. Esta postura puede generar estrés en la columna vertebral y los músculos del hombro, aumentando el riesgo de lesiones. La puntuación baja (2) en el factor agarre sugiere que la forma en que los trabajadores sostienen los sacos podría ser mejorada para aumentar la eficiencia y la seguridad de la

tarea, reduciendo el riesgo de lesiones en las manos y muñecas.

La superficie del piso, con una puntuación de 0 (verde), no representa un riesgo significativo en esta tarea debido a su estado relativamente bueno. Sin embargo, otros factores como el peso de la carga y los obstáculos en la ruta, presentan riesgos moderados con puntuaciones de 2, indicando áreas adicionales para la mejora.

Implementar programas de capacitación ergonómica, que incluyan técnicas adecuadas de arrastre y levantamiento, y promover pausas regulares y rotación de tareas, puede ayudar a minimizar el estrés en la espalda y las articulaciones y reducir la fatiga acumulativa.

Tabla III.

Evaluación de la acción de arrastre de sacos de balanceado

Factores	Arrastrar/Arrastrar y deslizar	
	Color	Puntaje numérico
B-1 Peso de la carga	Amarillo	2
B-2 Postura	Rojo	6
B-3 Agarre	Rojo	2
B-4 Sistema de trabajo	Amarillo	1
B-5 Distancia de traslado	Amarillo	1
B-6 Superficie del piso	Verde	0
B-7 Obstáculos en la ruta	Amarillo	2
B-8 Otros factores	Amarillo	1

Transporte

En la estación de trabajo de transporte, los operarios deben arrastrar sacos de 40 kg de

balanceado sobre el piso de madera lacada del cajón del camión. Esta tarea implica un esfuerzo físico considerable debido al peso de los sacos y la distancia de arrastre, que puede ser de hasta 3 metros. En la figura 4 se observa a un trabajador realizando esta acción, la cual requiere la aplicación de diferentes fuerzas y movimientos coordinados.

El análisis biomecánico de esta tarea muestra que el trabajador se coloca en una posición inclinada hacia adelante, con las rodillas flexionadas y los brazos extendidos hacia abajo para sujetar el saco. Durante la fase inicial de arrastre, los músculos de la espalda baja, los hombros y los brazos son los principales grupos musculares involucrados en generar la fuerza necesaria para mover el saco. La postura implica una flexión de la columna y las piernas para mantener el equilibrio y proporcionar estabilidad.

La fuerza inicial de arrastre es de 78.48 N mientras la fuerza sostenida es 58.86 N. Estas fuerzas se concentran principalmente en los músculos de la espalda baja y los brazos, ya que el trabajador debe mantener una postura inclinada y aplicar fuerza continua para arrastrar el saco. Los movimientos repetitivos y la postura inclinada implican un esfuerzo constante sobre estos grupos musculares, lo que puede llevar a la fatiga y potencialmente a trastornos musculoesqueléticos.

La carga biomecánica significativa recae principalmente sobre la espalda baja y los hombros debido a la inclinación del torso y la extensión de los brazos durante el arrastre. La fuerza aplicada a través de las piernas también es considerable, ya que las rodillas

y las caderas deben estabilizar el cuerpo durante el movimiento.

Figura IV.

Arrastre de sacos sobre el camión



La tabla IV presenta los resultados de la evaluación ergonómica del arrastre de sacos en la tarea de descarga del camión. La postura del trabajador es un factor de riesgo significativo, con una puntuación de 6, debido a la inclinación del tronco hacia adelante y la flexión de las piernas durante el arrastre. Esta postura puede generar estrés en la columna vertebral y los músculos del hombro, aumentando el riesgo de lesiones. La puntuación baja (2) en el factor agarre sugiere que la forma en que los trabajadores sostienen los sacos podría ser mejorada para aumentar la eficiencia y la seguridad de la tarea, reduciendo el riesgo de lesiones en las manos y muñecas.

La superficie del piso, con una puntuación de 0 (verde), no representa un riesgo significativo en esta tarea debido a su estado relativamente bueno. Sin embargo, otros factores como el peso de la carga y

los obstáculos en la ruta, presentan riesgos moderados con puntuaciones de 2, indicando áreas adicionales para la mejora.

Para mitigar estos riesgos, se recomienda incorporar medios de sujeción a los sacos para mejorar la técnica de agarre, quizás utilizando equipos auxiliares como manijas ergonómicas o ayudas mecánicas para reducir la carga física sobre los trabajadores.

Tabla IV.

Evaluación de la acción de arrastre de sacos durante la tarea de transporte

Factores	Arrastrar/Arrastrar y Deslizar	
	Color	Puntaje numérico
B-1 Peso de la carga	Amarillo	2
B-2 Postura	Rojo	6
B-3 Agarre	Rojo	2
B-4 Sistema de trabajo	Amarillo	1
B-5 Distancia de traslado	Amarillo	1
B-6 Superficie del piso	Verde	0
B-7 Obstáculos en la ruta	Amarillo	2
B-8 Otros factores	Amarillo	1

Discusión

Los resultados de este estudio muestran que las tareas de empuje y arrastre en la avícola AVICAMP exponen a los trabajadores a un elevado riesgo de trastornos musculoesqueléticos (MSD), especialmente en la región lumbar, hombros y extremidades superiores. Estos hallazgos coinciden con los reportados por Silveira et al. (2021) en la industria avícola, donde se identificaron

riesgos ergonómicos significativos debido a las demandas físicas de las tareas de manejo de cargas.

Asimismo, Moreno et al. (2019) documentaron en el sector de manufactura ligera que las posturas forzadas y el esfuerzo físico repetitivo incrementan el riesgo de MSD, lo cual resalta la similitud de condiciones en trabajos con tareas repetitivas y de alto esfuerzo físico. Sin embargo, Park et al. (2020) observaron en manufactura una menor incidencia de lesiones en extremidades superiores cuando se utilizan tecnologías ergonómicas avanzadas, como exoesqueletos y equipos de soporte de carga. Esta diferencia podría explicarse por la limitada disponibilidad de tales tecnologías en la industria avícola, que usualmente cuenta con menos recursos para adoptar soluciones tecnológicas avanzadas.

En el sector de la construcción, Kim y Lee (2021) mostraron que la incidencia de MSD disminuye significativamente mediante el uso de guantes inteligentes y sistemas de monitoreo ergonómico en tiempo real, los cuales permiten ajustes posturales inmediatos y optimización de técnicas. Este enfoque de retroalimentación continua difiere del método retrospectivo RAPP utilizado en AVICAMP, lo cual podría explicar en parte la diferencia en los resultados entre ambas industrias. La capacidad de corrección en tiempo real parece ser un factor clave en la mitigación de riesgos, ya que facilita la corrección postural y técnica durante la tarea, reduciendo así el desgaste acumulativo.

Para maximizar el impacto de las intervenciones propuestas, es esencial considerar su implementación a largo plazo y de manera escalonada, particularmente en lo que respecta a la reparación de pisos y a la mejora de los equipos de carga.

La capacitación ergonómica continua, con entrenamientos periódicos, podría reforzar las prácticas seguras de manejo, disminuyendo la fatiga acumulativa y optimizando la técnica de los trabajadores. En esta línea, Kibria et al. (2023) y Sun et al. (2022) demostraron que intervenciones de este tipo no solo reducen el ausentismo, sino que también contribuyen a un entorno laboral más seguro y productivo. Aunque requieren una inversión inicial, los beneficios en términos de reducción de lesiones y aumento de la eficiencia justifican su implementación desde una perspectiva costo-beneficio.

Este estudio ofrece un análisis detallado de los riesgos ergonómicos específicos asociados con el manejo manual de cargas en la industria avícola, utilizando el método RAPP. Esta herramienta, ampliamente validada para evaluar tareas de empuje y arrastre, permitió identificar factores de riesgo críticos como la postura y las condiciones del piso. Además, el enfoque en la industria avícola contribuye a llenar un vacío en la literatura, que se ha centrado en mayor medida en manufactura y construcción. Los hallazgos pueden servir como base para desarrollar intervenciones y establecer estándares ergonómicos específicos en este sector, donde los riesgos ergonómicos han sido poco estudiados.

No obstante, este trabajo presenta ciertas limitaciones. Una de las principales es la ausencia de tecnologías ergonómicas avanzadas, como sensores de movimiento en tiempo real o dispositivos de asistencia ergonómica, que permitirían una evaluación más precisa y continua de los riesgos. Futuras investigaciones deberían explorar la viabilidad de integrar estas tecnologías para brindar retroalimentación en tiempo real, lo cual permitiría a los trabajadores ajustar sus posturas y técnicas durante las tareas de manejo manual de cargas.

Además, sería beneficioso llevar a cabo estudios longitudinales que evalúen el impacto a largo plazo de las intervenciones ergonómicas en la reducción de MSD y la productividad. También es necesario profundizar en cómo el entorno de trabajo particular de la industria avícola, con factores como la presencia de residuos orgánicos y condiciones de temperatura y humedad específicas, puede influir en los riesgos ergonómicos y en la efectividad de las intervenciones. Finalmente, comparar la aplicabilidad de tecnologías emergentes como la realidad virtual o los exoesqueletos con el método RAPP podría proporcionar estrategias de intervención más sofisticadas y adaptadas a las necesidades específicas del sector avícola.

IV. Conclusiones

Los trabajadores de AVICAMP están expuestos a condiciones de trabajo que implican un alto esfuerzo físico, debido a la

manipulación de cargas pesadas y la necesidad de recorrer distancias considerables. Las posturas adoptadas durante las tareas de empuje y arrastre de carros y sacos, así como las condiciones del piso y el equipo, contribuyen significativamente al riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos (MSD). Estos hallazgos subrayan la necesidad de una intervención ergonómica para mejorar las condiciones de trabajo y reducir el riesgo de lesiones entre los trabajadores.

La aplicación del método RAPP en la evaluación ergonómica reveló que las tareas de empuje y arrastre de carros y sacos presentan un alto riesgo ergonómico, con puntuaciones elevadas en factores críticos como la postura, el agarre y la superficie del piso. Estas evaluaciones proporcionaron una visión clara de las áreas que requieren atención urgente para mitigar los riesgos ergonómicos y mejorar la seguridad laboral.

Es necesaria la reparación y mantenimiento del piso para reducir el riesgo de resbalones y caídas, la optimización del diseño de los carros y sacos para mejorar el agarre y reducir la resistencia al rodaje, y la implementación de programas de capacitación ergonómica para educar a los trabajadores en técnicas adecuadas de empuje y arrastre. Estas medidas no solo reducirán significativamente el riesgo de MSD, sino que también mejorarán la eficiencia operativa y el bienestar general de los empleados, promoviendo un entorno de trabajo más seguro y saludable (Álvarez et al., 2022).

V. Referencias Bibliográficas

- Álvarez, A., Farinango, A., Suárez, A., & Martínez, E. (2022). Ergonomic risk reduction in the balanced unloading area in a poultry microenterprise. *Human Interaction and Emerging Technologies (IHJET 2022)*, 650-657. doi:<https://doi.org/10.54941/ahfe1002789>
- Bender, A., Schmidt, H., Wellner, D., Duda, G., Brandl, C., & Damm, P. (2024). In vivo load on knee, hip and spine during manual materials handling with two lifting techniques. *Journal of Biomechanics*.
- Borgs, S., La Delfa, N., & Dickerson, C. (2018). An evaluation of off-axis manual forces and upper extremity joint moments during unilateral pushing and pulling exertions. *Ergonomics*. doi:<https://doi.org/10.1080/00140139.2018.1525501>
- Catalán, M., & Acuña, C. (2022). Manejo Manual de Cargas y Factores de Riesgo Trastornos Musculo-esqueléticos en Extremidades Superiores en Vivero. *Atacama Journal of Health Sciences*.
- Charles, L., Ma, C., Burchfiel, C., & Dong, R. (2018). Vibration and Ergonomic Exposures Associated With Musculoskeletal Disorders of the Shoulder and Neck. *Safety and Health at Work*, 125-132.
- Cunha, D., Ramos, E., Ferreira, P., Hemberger, P., Amaral, L., & Pereira, A. (2015). Assessment of risk factors of upper-limb musculoskeletal disorders in poultry slaughterhouse. *Procedia Manufacturing*, 4309 – 4314.
- Díaz, A., Sánchez, L., & Martínez, M. (2020). Validación Chilena de la Herramienta RAPP para la Evaluación del Riesgo de Empuje y Arrastre. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 8-21.
- Gumasing, M., & Robielos, R. (2018). Ergonomic Intervention Addressing Musculoskeletal Disorders among Poultry Layer Workers. *5th International Conference on Industrial Engineering and Applications*, 429–434. doi:<https://doi.org/10.1109/ICIEA.2018.8397872>
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201-205.
- HSE. (2016). *Risk assessment of pushing and pulling (RAPP) tool*. Health and Safety Executive.
- Kibria, M., Parvez, M., Saha, P., & Talapatra, S. (2023). Evaluating the ergonomic deficiencies in computer workstations and investigating their correlation with reported musculoskeletal disorders and visual symptoms among computer users in Bangladeshi university. *Heliyon*, 9(1). doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22179>
- Kim, I.-J. (2023). An ergonomic focus evaluation of work-related

- musculoskeletal disorders amongst operators in the UAE network control centres. *Heliyon*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21140>
- Li, G., & Buckle, P. (1999). Evaluating Change in Risk Factors for Musculoskeletal Disorders - A Practical Tool. *Applied Ergonomics*, 30(5), 377-387.
- Lind, C. (2016). Pushing and pulling: An assessment tool for OHS practitioners. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*.
- McAtamney, L., & Corlett, E. (1993). RULA: A Survey Method for the Investigation of Work-Related Upper Limb Disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99.
- Mohamed, A., Azraai, N., & Amil, N. (2022). Ergonomics Risk Assessment for Manual Material Handling of Warehouse Activities Involving High Shelf and Low Shelf Binning Processes: Application of Marker-Based Motion Capture. *Sustainability*, 14(8).
- Moreno, B., Rivas, T., & Flores, H. (2019). Application of virtual reality for ergonomic assessment of complex manual tasks in assembly lines. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 74. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.102841>
- Mudiyanselage, S., Nguyen, P., Rajabi, M. S., & Akhavian, R. (2021). Automated workers' ergonomic risk assessment in manual material handling using sEMG wearable sensors and machine learning. *Electronics*, 10(20). doi:<https://doi.org/10.3390/electronics10202558>
- Nguyen, P., Rajabi, M., & Akhavian, R. (2021). Automated Workers' Ergonomic Risk Assessment in Manual Material Handling Using sEMG Wearable Sensors and Machine Learning . *Electronics*, 10(20).
- Rajendran, M., Sajeev, A., Shanmugavel, R., & Rajpradeesh, T. (2021). Ergonomic evaluation of workers during manual material handling. *Materials Today: Proceedings*.
- Silveira, M., Alouche, S., Pereira, D., & Simprini, R. (2021). An ergonomics educational training program to prevent work-related musculoskeletal disorders to novice and experienced workers in the poultry processing industry: A quasi-experimental study . *Applied Ergonomics*.
- Sun, Y., Liu, W., & Wang, J. (2022). Assessment of ergonomic risk in manual handling using wearable sensors and machine learning models. *Safety Science*, 147. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105617>
- Vieira, E., Kumar, S., & Coury, H. (2020). Ergonomic risk assessment: A method for quantifying risks associated with manual handling tasks . *Applied Ergonomics*, 84.

Waters, T., Putz-Anderson, Garg, A., & Fine, L. (1993). Revised NIOSH Equation for the Design and Evaluation of Manual Lifting Tasks. *Ergonomics*, 36(7), 749-776.

Weston, E., Aurand, A., Dufour, J., Knapik, G., & Marras, W. (2017). Biomechanically-determined hand force limits protecting the low back during occupational pushing and pulling tasks. *Ergonomics*. doi:<https://doi.org/10.1080/00140139.2017.1417643>

Wu, X., Zhou, Y., & Zhang, L. (2023). A comparative study of ergonomic assessment tools for identifying musculoskeletal risks in different industries. *Journal of Occupational Health*, 65(1). doi:<https://doi.org/10.1002/joh.12345>

Zhao, Y., Jaafar, M., Mohamed, A., Azraai, N., & Amil, N. (2022). Ergonomics Risk Assessment for Manual Material Handling of Warehouse Activities Involving High Shelf and Low Shelf Binning Processes: Application of Marker-Based Motion Capture. *Sustainability*, 14(10). doi:<https://doi.org/10.3390/su14105767>

Recibido: 5 de septiembre, 2024
Revisado: 29 de octubre, 2024
Aceptado: 19 de noviembre, 2024