



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

ANÁLISIS ERGONÓMICO DE LAS
POSTURAS LABORALES EN EL
TRABAJO AGRÍCOLA: UNA REVISIÓN
DE LITERATURA CIENTÍFICA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRA EN
ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA
APLICADA AL TRABAJO

MIRTHA YVIS SANTISTEBAN SALAZAR

LIMA – PERÚ

2025

ASESOR

MG. ARMANDO WILLY TALAVERANO OJEDA

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

MG. MIRKO ROGERS PEZOA VILLANUEVA

PRESIDENTE

MG. CLAUDIA MYLENA TIRADO COSSER

VOCAL

MG. BRUNELLA YSABEL LIZARDO OTERO

SECRETARIO (A)

DEDICATORIA.

A mi familia, por la motivación constante proporcionado
a lo largo del desarrollo del programa de estudio.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por permitirme lograr un nuevo logro
en mi formación académica y profesional.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Tesis Autofinanciada

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	SANTISTEBAN SALAZAR MIRTHA YVIS

(Agregar filas adicionales si hay mas autores)

Pertencientes al programa de la **MAESTRÍA EN ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA APLICADA AL TRABAJO**, autores del trabajo titulado: **ANÁLISIS ERGONÓMICO DE LAS POSTURAS LABORALES EN EL TRABAJO AGRÍCOLA: UNA REVISIÓN DE LITERATURA CIENTÍFICA**, el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el grado de **MAESTRA EN ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA APLICADA AL TRABAJO** bajo la modalidad de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	TALAVERANO OJEDA ARMANDO WILLY	FAMED	MAESTRÍA

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **11%**, según el reporte emitido por el software Turnitin® (identificador de entrega: **2767819952**; fecha de entrega: **01-10-2025**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: Lima, 01 de octubre de 2025



Firma del asesor
N° DNI: 10303105
ORCID: 0000-0003-3541-6180

Firma del Co-asesor
N° DNI:
ORCID:

ÍNDICE

RESUMEN
ABSTRACT

I.	INTRODUCCION	1
II.	OBJETIVOS	6
III.	METODOLOGÍA.....	7
IV.	DESARROLLO DEL ESTUDIO	11
V.	CONCLUSIONES	50
VI.	RECOMENDACIONES	52
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

RESUMEN

Introducción. Las actividades agrícolas suelen implicar posturas forzadas, flexión prolongada del tronco y movimientos repetitivos que incrementan la incidencia de trastornos musculoesqueléticos. **Objetivo.** El estudio se enfocó en realizar una revisión bibliográfica en relación con el análisis ergonómico de las posturas laborales adoptadas en el trabajo agrícola. **Metodología.** Se realizó la revisión de artículos en bases de datos de Scopus, PubMed, Web of Science y Google académico. Las palabras utilizadas fueron: Biomechanical factor, ergonomic risk, musculoskeletal disorders, farmers, ergonomic methods, ergonomic análisis, ergonomic risk, agricultural work, agricultural task. Los criterios de inclusión fueron artículos en revistas indexadas de enero del 2014 a diciembre del 2024, de acceso abierto, excluyendo artículos con texto incompleto. **Resultados.** Se identificaron 4110 artículos y después de haber realizado los filtros necesarios, así como el control manual de la calidad de la información se seleccionaron 75 artículos. Los artículos comprenden estudios realizados en países de América, Asia y Europa, los participantes fueron trabajadores del sector agrícola que desarrollaban tareas de siembra, cosecha/recolección y transporte de los productos cultivados. Los estudios confirman la exposición a factores biomecánicos que generan riesgos ergonómicos, los cuales pueden afectar la salud del trabajador y la productividad. Se aplicó el método OWAS, RULA, REBA, además de dispositivos como sensores y el uso de electromiografía para la emisión de valores más exactos para el diseño de las tareas, equipos y maquinarias que utilizan. **Conclusión.** Las tareas que realiza el trabajador en el cultivo de diversos productos dependen del tipo de cultivo y del entorno laboral, sumado a ello las prácticas laborales en cada país, ello expone al

trabajador a adoptar posturas incómodas y prolongadas, además de movimientos repetitivos y levantamiento y transporte manual de carga, siendo necesario reducir el impacto en la salud desde la ergonomía.

PALABRAS CLAVE

Factor biomecánico, trabajo agrícola, análisis ergonómico, riesgo disergonómico, cultivo.

ABSTRACT

Introduction. Agricultural activities often involve awkward postures, prolonged trunk flexion, and repetitive movements that increase the incidence of musculoskeletal disorders. **Objective.** This study focused on a literature review related to the ergonomic analysis of work postures adopted in agricultural work. **Methodology.** A review of articles was conducted in Scopus, PubMed, Web of Science, and Google Scholar databases. The keywords used were: Biomechanical factor, ergonomic risk, musculoskeletal disorders, farmers, ergonomic methods, ergonomic analysis, ergonomic risk, agricultural work, agricultural task. The inclusion criteria were articles in indexed open-access journals from January 2014 to December 2024, excluding articles with incomplete text. **Results.** A total of 4,110 articles were identified, and after performing the necessary filters and manually checking information quality, 75 articles were selected. The articles comprise studies conducted in countries in the Americas, Asia, and Europe. The participants were agricultural workers who performed planting, harvesting, and transporting cultivated products. The studies confirm exposure to biomechanical factors that generate ergonomic risks, which can affect worker health and productivity. The OWAS, RULA, and REBA methods were applied, in addition to devices such as sensors and the use of electromyography to generate more accurate values for the design of tasks, equipment, and machinery used. **Conclusion.** The tasks performed by workers in the cultivation of various products depend on the type of crop and the work environment. In addition, the labor practices in each country expose workers to adopting uncomfortable and prolonged postures, in

addition to repetitive movements and manual lifting and carrying of loads. It is necessary to reduce the impact on health from an ergonomic perspective.

KEYWORDS

Biomechanical factor, agricultural work, ergonomic analysis, dysergonomic risk, cultivation.

I. INTRODUCCION

La agricultura, caracterizada por numerosas tareas y actividades que varían según las necesidades laborales diarias y estacionales, es uno de los sectores con gran prevalencia de lesiones y enfermedades (Benos et al., 2020a) musculoesqueléticos (Bhuanantanondh, et al., 2021) afectando la calidad de vida del trabajador y la productividad laboral (Beudart, et al., 2018) convirtiéndose en una carga financiera para el trabajador (Katayani et al., 2019). Los agricultores participan en tareas de desplante, deshierbe, cosecha, traslado y venta de productos que demandan el consumo de energía al ser considerada la actividad agrícola con un trabajo pesado que pone en riesgo la salud al provocar agotamiento físico y mental que influye en su productividad (Hullash et al., 2020).

En el trabajo agrícola, el operario se ve en la necesidad de adoptar posturas complejas (Pal & Dhara, 2018) en ciertas regiones del cuerpo como espalda baja, rodillas, tobillos y pies, indicando que la alta repetitividad de la tarea y por tiempo prolongado ejerce una carga fisiológica (Das y Gangopadhyay, 2015). Además, como factor de riesgo ocupacional que pueden contribuir al desarrollo de Trastornos musculoesqueléticos (TME) está el trabajo manual intensivo y las posturas forzadas de muñeca y tronco (Das, 2023), el trabajo de pie (Benos et al., 2020a), la postura estática, la inclinación hacia adelante, el levantamiento de objetos, el arrodillarse y la vibración (Kalra, Arora y Pawaria, 2016). Una mala postura laboral significa una carga postural inapropiada para el sistema musculoesquelético, siendo la postura de flexión de cuello y tronco la más frecuente en las tareas que realiza el agricultor (Dianat et al., 2020).

Cada tarea del trabajo agrícola genera distintos niveles de TME en los agricultores (Kang et al., 2021), cabe mencionar que los tipos de cultivo tienen diferentes entornos y posturas de trabajo que pueden causar TME (Poochada, Chaiklieng, Andajani, 2022).

A nivel internacional, Estados Unidos reportó que los TME ocurren con más frecuencia que las lesiones y enfermedades por pesticidas en la agricultura (Ho et al., 2016), el Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL), 2020 indicó que, en Italia del total de casos reportados como enfermedades profesionales, los agricultores padecen de TME en un 73%. En la India la prevalencia de sufrir de desórdenes musculoesqueléticos es del 52%, siendo el dolor lumbar y en las extremidades inferiores los de mayor frecuencia (Shin, Dong Seok and Yong Jeong, 2022). En Tailandia los agricultores de palma aceitera presentaron una prevalencia de dolor de espalda del 88% y un 37,1% en hombros y el 27,2% en cuello; estos porcentajes están relacionadas con el levantamiento de objetos pesados y el tipo de tarea que realiza, en los cortadores de racimos se halló un mayor riesgo a nivel de hombros y cuello (Bhuanantanondh et al., 2021), además de dolor de espalda y patologías en discos intervertebrales (European Agency for occupational safety and health [EU-OSHA], 2020).

Las molestias musculoesqueléticas asociadas al cultivo de papa comprenden la parte inferior y superior de la espalda y son de esfuerzo manual (Katayani et al., 2019), en las tareas del cultivo de trigo y arroz también se manifiesta lo mismo (Singh y Unesha Far, 2024); en los productores de arroz, se halló una prevalencia del 86,5% de dolor en el área lumbar, un 85,9% en la región cuello y el 80,7% en hombros (Sombatsawat et al., 2019). Los TME relacionados con el trabajo suponen

una carga considerable para los sistemas de atención sanitaria, que se deriva en costos sustanciales para el sistema de salud pública (Munala et al., 2021).

En algunos países de América Latina, agricultores de mora en la ciudad de Castilla-Colombia presentan dolor musculoesquelético que disminuyen su capacidad física (Maradei, Ardila y Sanabria, 2019) y en Perú se halló una frecuencia mayor de dolor lumbar y factores de riesgo en agricultores de la sierra central del país, hallando una mayor incapacidad laboral (Inga, Rubina y Mejía, 2021).

Existen numerosos métodos para evaluar los trastornos musculoesqueléticos. Estos difieren según los medios disponibles para los evaluadores, desde métodos muy sofisticados que dependen de sensores (infrarrojos, ultrasonidos, etc.) hasta cuestionarios simples. Recientemente se ha descrito una clasificación de los métodos más comunes (Barneo-Alcantara et al., 2021).

La ISO 23476:2021 es un informe técnico (TR) que incorpora criterios de las ISO 11226 (posturas estáticas), ISO 11228 (manipulación de cargas, movimientos repetitivos) e ISO/TR 12295 adaptándolo al sector agrícola. Esta norma permite identificar riesgos ergonómicos en la agricultura además busca reducir su incidencia en TME; mediante la evaluación de posturas incómodas y su duración mediante la herramienta TACOS (Timing Assessment Computerized Strategy for posture), y para movimientos repetitivos mediante OCRA en el análisis de ciclos multitareas (International Organization for Standardization, 2021).

Algunos estudios indica que, en tareas de recolección agrícola, para la evaluación del riesgo disergonómico se ha empleado el método Occupational Repetitive Action (OCRA) (EU-OSHA, 2020), el método Rapid Upper Limb Assessment (RULA) en tareas del cultivo de hortalizas (Dianat, Afshari, Sarmasti, Sangdeh, Azaddel, 2020) así como en tareas de clasificación de frutos (Kee, 2022) y en cultivadores de arroz, se aplicó el método Ovako Working Posture Analyzing System (OWAS). En agricultores de la India que padecen de TME se emplearon herramientas ergonómicas como REBA y ART (Das, 2023).

En algunas investigaciones realizadas se han dado recomendaciones para promover la salud del agricultor y mejorar su eficiencia, como taburetes para reducir el transporte de carga y las posturas incómodas; chalecos térmicos o refrigerantes, zapatos y guantes de invierno y sombreros para agricultores para aliviar el estrés por frío o calor; también se recomendaron controles administrativos como la educación/capacitación y el ajuste de los ciclos de trabajo-descanso después de considerar las características de los factores de riesgo identificados (Kee, 2022). Además, la forma de trasladar la carga mediante un adecuado agarre puede evitar que los materiales se caigan y mejorar la postura de trabajo, reducir la fatiga y hacer el trabajo más seguro (International Labour Office, 2014).

La presente revisión de literatura es importante porque dará a conocer factores ergonómicos y riesgos disergonómicos al que se ve expuesto el trabajador en la faena agrícola.

Los TME impactan en la salud del trabajador siendo necesario disminuir los costos que genera en salud tanto al empleador y al estado que se ve reflejado en el

ausentismo laboral y en la productividad al reducir la capacidad física del trabajador en el trabajo agrícola relacionado con tareas manuales y mecánicas.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Realizar una revisión bibliográfica en relación con el análisis ergonómico de las posturas laborales adoptadas en el trabajo agrícola.

2.2. Objetivos específicos

- a) Identificar los factores biomecánicos relacionados con las posturas de trabajo en el trabajo agrícola.
- b) Describir el nivel de riesgo disergonómico postural según el tipo de tarea en el trabajo agrícola.
- c) Identificar las consecuencias relacionadas con las posturas de trabajo en el trabajo agrícola.
- d) Identificar las medidas ergonómicas implementadas para reducir la carga postural en el trabajo agrícola.

III. METODOLOGÍA

Se elaboró el informe final del trabajo de investigación y se consideró un análisis global de los hallazgos para redactar las conclusiones y recomendaciones del estudio de investigación.

Este trabajo consistió en una revisión bibliográfica de tipo narrativa de naturaleza cualitativa.

Se consideraron los siguientes criterios de inclusión:

- a) Documentos científicos publicados en revistas indexadas, de enero del 2014 a diciembre del 2024.
- b) Se seleccionaron artículos de Texto completo gratuito, Ensayo clínico adaptativo, Libros y documentos, Artículo clásico, Estudio clínico, Ensayo clínico, Ensayo clínico controlado, Metaanálisis, Estudio multicéntrico, Estudio observacional, Ensayo controlado aleatorizado, Revisión de alcance, Revisión sistemática
- c) La búsqueda de artículos se ejecutó con restricción del idioma a texto completo en inglés, portugués o español.
- d) Los artículos científicos seleccionados se relacionaron con los objetivos del estudio.
- e) Se seleccionaron estudios que tenían relación con las posturas que adopta el agricultor durante las diversas tareas agrícolas según el tipo de cultivo.
- f) Se seleccionaron publicaciones de revistas especializadas en ergonomía, salud ocupacional, medicina y seguridad en el trabajo.

Se consideraron los siguientes criterios de exclusión:

- a) Artículos que solo contenían resumen publicado.

- b) Artículos científicos de no acceso libre y/o que requieran un pago para su acceso.

Los procedimientos y técnicas desarrolladas en el presente estudio fueron:

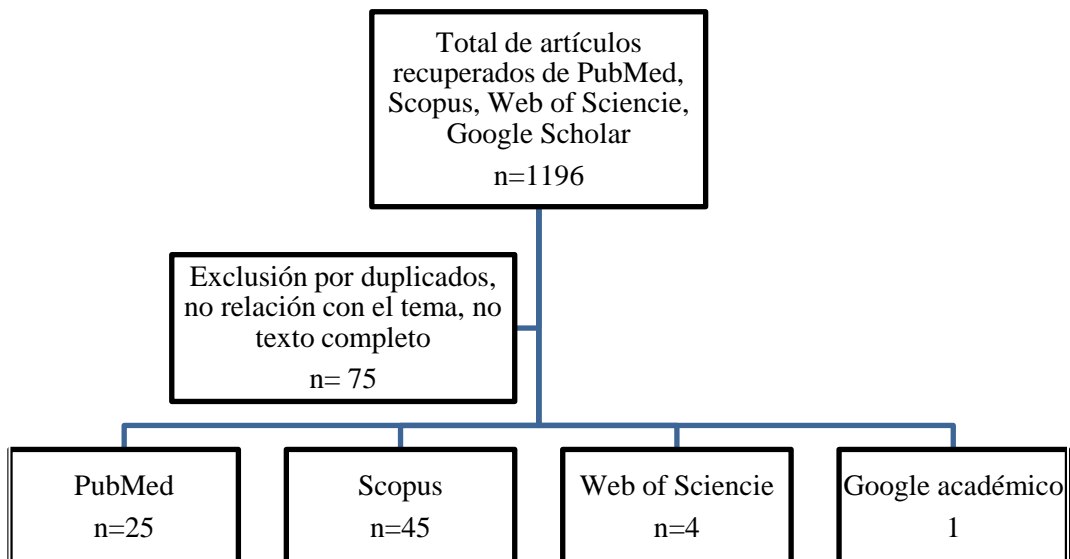
- a) Los artículos fueron seleccionados de base de datos como: Scopus, PubMed, Web of science y Google scholar
- b) Se realizó la búsqueda con términos MESH y de lenguaje libre. Se utilizaron los siguientes descriptores en inglés: Biomechanical factor, ergonomic risk, musculoskeletal disorders, farmers, ergonomic methods, ergonomic análisis, ergonomic risk, agricultural work, agricultural task.

Luego se creó una ecuación de búsqueda: Biomechanical factor AND ergonomic analysis OR Ergonomic methods AND ergonomic risk OR musculoskeletal disorders AND farmers OR agricultural work OR agricultural task, facilitando la recolección de información.

- c) Para extraer la información de cada artículo se elaboró un Excel donde se colocaron datos: autor, año de publicación, país, revista, tareas, herramienta utilizada, tipo de cultivo, parte corporal evaluada, nivel de riesgo, medidas aplicadas.
- d) Se examinaron palabras claves y los resúmenes para determinar la relevancia para el presente estudio.
- e) De cada documento se tomó en consideración lo relacionado con los objetivos y luego se analizó la información para su elaboración en categorías y subcategorías en el informe.

En relación con el análisis y procesamiento de datos, se realizó de la siguiente manera:

- a) Se realizó la búsqueda de información relacionada con las palabras claves obteniéndose en las cuatro bases de datos obteniéndose un total de 1196 artículos.
- b) Después de la revisión manual de cada documento para determinar su relación con el tema en estudio se seleccionaron 75 documentos: 45 de Scopus, 25 de Pub Med, 4 de Web of Sciencie y 1 de Google scholar.
- c) Los documentos estuvieron conformados por: guía de práctica, proceedings, Rewiev bibliografic, Rewiev metaanálisis, Rewiev bibliometric, Rewiev sistematic y artículos originales.



En consideraciones éticas se tuvo en cuenta lo siguiente:

- a) Se solicitó la aprobación del proyecto del trabajo de investigación al Comité de ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- b) Se respetó los derechos de autor de los documentos incluidos en la presente investigación con las referencias bibliográficas respectivas.
- c) Toda la información fue citada y referenciada en base a la norma APA.
- d) No se realizó experimentación en humanos ni animales.

IV. DESARROLLO DEL ESTUDIO

4.1. FACTORES BIOMECÁNICOS RELACIONADOS CON LAS POSTURAS DE TRABAJO EN EL TRABAJO AGRÍCOLA.

Las actividades de campo tienen en común las malas posturas, la fuerza aplicada y las repeticiones, además factores como la fuerza aplicada y su constante repetición conlleva al desarrollo de TME (Madriz-Quirós & Sánchez-Brenes, 2021).

Se consideran como factores biomecánicos, las posturas, la repetitividad, la fuerza aplicada, vibraciones y manipulación manual de cargas; además se incluye su duración y frecuencia (Instituto de Medicina, 2001; Graziosi et al., 2024). Las actividades que realizan los agricultores implican adoptar repetidamente posturas incómodas (Jain et al., 2018) y levantamiento de cargas pesadas relacionadas al tipo de tarea agrícola, sumado a ello, el uso de equipos no ergonómicos (Akbar et al., 2023; Bhuanantanondh et al., 2021) y una carga ejercida de forma repetitiva (Das, 2022).

El agricultor está expuesto a trabajos forzados como jalar, levantar o empujar herramientas, cubas y sacos con productos, de forma repetida y prolongada, que requieren de esfuerzos repetitivos y posturas forzadas (Hullash et al., 2020).

Las posturas estáticas como estar sentado, de pie, en cuclillas, posturas con dorso doblado o torcido, manos por encima del nivel de hombros, que al mantenerse en tiempo y posición refieren esfuerzo físico y pueden originar molestias a nivel de músculos y articulaciones debido a la carga estática (Dong et al., 2022).

El cultivo de diversos alimentos comprende tareas de siembra y cosecha; en la siembra según el tipo de cultivo se presentan subtareas como, coger el almácigo e introducirlo en la tierra (Madriz-Quirós & Sánchez-Brenes, 2021), en la cosecha se desarrollan subtareas de recolección, transporte y descarga, que exigen al trabajador la adopción de posturas incómodas en periodos prolongados aumentando el riesgo de TME (Houshyar y Kim, 2018), además acciones como doblar, reclinar la espalda hacia un lado y torsión del cuello cuando hay movimiento o flexión de la espalda baja en más de 30° y flexión o rotación del cuello en más de 20° se observan con mucha frecuencia (Lee et al., 2021).

La mecanización de los cultivos se relaciona con los TME debido a las vibraciones y con la adopción de posturas forzadas en el manejo de maquinarias (frenos, palanca de cambios, pedal de embargue y dirección) y las adoptadas al mirar durante las maniobras u observaciones que se realiza (Romano et al., 2020).

a. Posturas

En países asiáticos, la recolección de té en Malasia se desarrolla en condiciones variables durante su jornada manteniendo posturas estáticas e incómodas con movimientos de frecuente repetición, la presencia de estos factores tiene mucha probabilidad de causar afección a estructuras musculares, articulares y óseas (Masri et al., 2017).

En la India mujeres agrícolas de Haryana dedicadas a tareas de preparación de la tierra, siembra, trasplante, deshierbe, cosecha, aplicación de fertilizantes, etc., se observan posturas estáticas, con inclinación hacia delante, posturas de

elevación del hombro con flexión o abducción (ángulo mayor de 60°) (Kalra, Arora y Pawaria, 2016).

En países europeos, como España, en el cultivo de pimiento se evaluaron las posturas relacionadas con las tareas de siembra y cosecha que comprenden un total de 20 subtareas, donde se evaluó la frecuencia en la forma de realizar la misma tarea. Identificándose 24 posturas muy desfavorables en 10 subtareas; siendo las posturas de espalda encorvada y girada, brazos hacia abajo, piernas flexionadas y desequilibradas o también una pierna extendida y la otra flexionada las de mayor frecuencia (Gómez-Galán et al., 2021).

En Suecia se halló que el medio donde se cultiva también determina posturas incómodas y forzadas, un operador agrícola sueco al sembrar fresas en macetas, la espalda y el cuello adoptaron posturas rectas y los brazos se mantienen hacia abajo; mientras que la siembra en bancales, el agricultor trabaja de rodillas con espalda flexionada o rotada, con brazos separados y piernas rectas, estas posturas causan una compresión lumbar (Pinzke & Lavesson, 2018).

En países latinoamericanos, como en Costa Rica, se realizó el análisis postural en agricultores dedicados al cultivo de lechuga, observándose en el proceso de siembra que el agricultor mantiene la espalda flexionada superior de 90° manteniendo esta postura en un 80% del tiempo de duración y en algunos casos la espalda se mantiene a 100° con rodillas ligeramente flexionadas durante la colocación de la plántula en el suelo y con repeticiones a nivel de brazos de 31 veces/min en la subtarea de introducir almácigo en la tierra; durante la recolección de la lechuga, la columna trabaja con un ángulo de flexión de 80° para realizar el corte de los tallos. En el cultivo de papa durante la remoción de

tierra en la formación de surcos se mantiene la espalda flexionada y con repeticiones; en las subtareas de extracción y depositar papas en el canasto el operador agrícola mantiene la espalda con una inclinación de 90 grados y la mano y muñeca presenta desviaciones. En el cultivo de zanahoria, en la siembra el trabajador durante la preparación del terreno mantiene la espalda con una inclinación de 62° posición que adquiere debido a la herramienta que utiliza y que dura más del 60% del total de la jornada; durante la recolección, en la subtask de extracción el operador trabaja manteniendo la espalda con una inclinación de 100° y rodillas ligeramente flexionadas para alcanzar el nivel del suelo y con torsión a nivel de las muñecas, también la colocación de zanahorias en los sacos genera flexiones continuas de la espalda por 10 minutos, en la subtask de empaque el trabajador mantiene en extensión la mano, el hombro y la espalda para llenar las bolsas en sacos (Madriz-Quirós & Sánchez-Brenes, 2021).

En países asiáticos, la forma de recolectar depende del tipo de producto cultivado. En la cosecha de frutales, el operador agrícola utiliza escalera en su recolección, siendo los frutos cortados a lo alto manteniendo la mano por encima del hombro, posturas que se mantiene y genera dolor a nivel de hombro-cuello (Bhuanantanondh et al., 2021).

En Tailandia, 861 trabajadores camboyanos, que laboran en plantaciones de frutales, participaron en evaluaciones ergonómicas notándose que en las tareas donde la actividad requería que los brazos permanezcan por encima de los hombros contribuía al dolor de cuello, siendo un factor de riesgo postural (Thetkathuek et al., 2018).

En el cultivo de melón en invernaderos mediterráneos el operador agrícola realiza posturas forzadas en la siembra, en las subtareas de hacer hoyos mantienen la espalda encorvada y torcida, y en colocar las plantas al ras de suelo la espalda esta encorvada y las piernas flexionadas. En la cosecha, adoptan posturas inadecuadas al levantar las cajas desde una altura baja o a nivel del suelo flexionando la columna y manteniendo la carga lejos del cuerpo con rodillas flexionadas (Gómez-Galán et al., 2018).

En Irán, un estudio realizado con trabajadores dedicados a los cultivos de arroz, hortalizas y de invernaderos que implica tareas agrícolas con frecuente flexión de la cabeza y del tronco y las posturas estáticas en periodos largos genera una excesiva carga postural en el trabajador (Dianat et al., 2020).

Las tareas agrícolas realizadas de forma mecanizada con el uso de maquinarias y vehículos generan posturas forzadas y exposiciones a vibraciones; las subtareas realizadas con tractor en el cultivo de melón como la fumigación conlleva a posturas de espalda girada o torcida y en posición de sentado, además en la cosecha, se utilizan carros para el traslado de lo recolectado (Gómez-Galán et al., 2018). Uno de los vehículos más utilizados es el tractor, donde el operador accionar palancas, botones, pedales, así como mira hacia atrás en las maniobras, acciones que influyen en las posturas de sentado y la carga sobre el cuerpo, teniendo en cuenta que el asiento de los vehículos es incómodo (Benos et al., 2020b).

Además, las vibraciones por el uso de maquinarias en el trabajo agrícola, expone a efectos de vibraciones de cuerpo entero (VCM) y a vibración mano-brazo (VTA) al agricultor, aumentando la probabilidad de lesiones de espalda,

dolor de hombro, de cuello, de rodillas dependiendo de la intensidad, frecuencia y duración de las vibraciones. Otro vehículo utilizado es el motocultivo que cuenta con cuchillas accionadas por motor eléctrico o gasolina, donde la vibración de mayor intensidad es a nivel de mano-brazo la cual se transmite al hombro ocasionando fatiga en el trabajador (Benos et al., 2020b); también la transferencia de las vibraciones hacia la columna se da a nivel de los asientos de los tractores y otros vehículos utilizados incrementando el riesgo de la zona lumbar (Taghizadeh-Alisaraei, 2017)

Un estudio realizado en el Medio Oeste de EE. UU en trabajadores que manipulan maquinarias agrícolas (cosechadoras, tractores, carretillas elevadoras, minicargadores, camionetas, semirremolques) se evaluó la vibración y la postura del tronco frente a exposiciones físicas en el uso de maquinarias, observándose que muchas de las actividades involucraban una alta frecuencia de vibración, además de la rotación axial de la columna vertebral al momento de girar para mirar hacia atrás (Fethke et al., 2018).

c. Manipulación manual de cargas

Es un factor de riesgo asociado al dolor de espalda y que puede generar incapacidad en el trabajador (Sauter et al., 2021), además requiere que el trabajador adopte posturas incómodas durante la manipulación manual de carga (MMC) que implican agacharse y girar con frecuencia (Sarkar et al., 2016). El traslado de la cosecha es realizado de forma manual y está asociada a la distancia (Madriz-Quirós & Sánchez-Brenes, 2021), el peso, volumen, tipo de terreno y la forma como se realiza el traslado de la carga desde el campo de cultivo hacia el carro que lo transporta.

En países asiáticos, la carga manual de los cultivos de papa, caña de azúcar, verduras (col y zanahorias), arroz y trigo es realizada de diversas formas teniendo en cuenta el peso y volumen de la carga (de 40Kg a 65Kg en peso y volumen de 0,178 m³ a 0.549 m³); en algunas aldeas de la India, el agricultor transporta productos voluminosos como el arroz, trigo y la caña de azúcar sobre la cabeza o en los hombros o en la espalda en terrenos llanos, los productos de carga pesada como las verduras son conducidas en bolsas de polietileno y el modo de transportarlas es en la espalda o en los hombros, para amarrar los productos voluminosos utilizan tiras de bambú las cuales son amarradas a alguna parte del cuerpo, los productos voluminosos se transportan sobre la cabeza adoptando el cuello una postura rígida, con limitación de giro y con brazos elevados por encima del hombro sujetando la carga, los de carga pesada (zanahoria, arroz) son transportados en fardos y lo llevan sobre los hombros manteniendo la espalda lateralizada y con torsión, también es transportada utilizando una especie de columpio de cuerdas que se apoyan en los hombros de forma equilibrada o en solo un hombro, la carga va apilada dentro de una bolsa cuando el relieve es ondulado, y cuando el trabajador utiliza el arnés tradicional la carga es conducida en la espalda con el dorso flexionado y hombros en extensión sujetando la carga (Kumar et al., 2021).

En Irán la cosecha de frutas frente a la falta de maquinaria cosechadoras es realizada en forma manual, en el estudio se evaluó a 30 trabajadores de 10 huertos de una provincia de Irán, donde el recolector recoge las manzanas y las coloca en un container o bolsas, una vez llenas son trasladadas a otro lugar para su clasificación. El operador agrícola conduce la carga (cubas o bolsas) sobre

el hombro manteniendo el dorso y cuello inclinado y con un brazo sobre el nivel del hombro doblado hacia el lado opuesto y el otro brazo doblado con la muñeca en extensión a nivel del hombro para soporte de base de la cubeta (Houshyar y Kim, 2018).

c. Movimientos repetitivos

Durante la cosecha de frutos en países asiáticos, los cortadores hacen uso de herramientas pesadas para el corte o extracción permaneciendo con brazos extendidos y sobre el nivel del hombro o con la espalda doblada observándose, siendo estas posturas repetitivas en las tareas realizadas (Bhuanantanondh et al., 2021); además durante la recolección, la muñeca mantiene posturas de desviaciones y son acciones repetidas durante la jornada laboral (Madriz-Quirós & Sánchez-Brenes, 2021).

En Asia, en el país de Tailandia, la cosecha manual de hongos mantiene posturas forzadas y de forma continua (Boriboonsuksri, Taptagaporn y Kaewdok, 2022).

Los estudios revisados nos confirman que los factores biomecánicos que afectan a zonas corporales tanto superiores como inferiores son posturas incómodas, la repetición de movimientos y el manejo de carga de forma manual; en las labores de recolección y manipulación de cargas. Graziosi et al. (2024), Akbar et al. (2023) y Bhuanantanondh et al. (2021) coinciden en afirmar que tanto la fuerza que aplica el trabajador para el levantamiento de cargas y los constantes movimientos repetitivos son factores que predisponen al desarrollo de TME; además Dong et al. (2022) y Masri et al. (2017) indican

que la torsión y flexión de la columna conlleva al desarrollo de enfermedades musculoesqueléticas debido al esfuerzo físico que realiza el trabajador.

4.2.MÉTODOS DE ANÁLISIS ERGONÓMICOS PARA EVALUAR EL NIVEL DE RIESGO EN POSTURAS DE TRABAJO EN LAS TAREAS AGRÍCOLAS.

Artículos relacionados con el análisis postural del cultivo de hortalizas, tubérculos, cereales y frutas, y las diversas tareas que comprende cada cultivo, reportan que, el trabajador agrícola se ve expuesto a esfuerzo físico que le puede generar TME y ausentismo laboral (Merino et al., 2019), la parte corporal de mayor exposición al riesgo son cuello, parte superior e inferior de la espalda, hombros, caderas, muslos y rodillas, con menor frecuencia se da a nivel de mano/muñeca, codo, tobillo/pie (López-Aragón et al., 2018), y el nivel de riesgo varía de bajo a muy alto; estas áreas de exposición se ve afectada por factores como tiempo de trabajo en la actividad, los agricultores con menor tiempo no presentaron dolor a nivel de cuello y espalda (Swangnetr et al., 2014). Actualmente, el uso de tecnologías avanzadas, como filmaciones, sensores inerciales y análisis biomecánico digital, ha sido promovido por Swangnetr et al. (2014), Muhamad et al. (2021), Choi et al. (2020), como un complemento a las evaluaciones ergonómicas, estas herramientas permiten cuantificar con mayor precisión los ángulos articulares, la duración y frecuencia de las posturas forzadas, y la actividad muscular, mejorando la identificación de riesgos invisibles en la observación directa.

a. Métodos directos: este tipo de métodos comprende el uso de equipos o instrumentos en la evaluación de la exposición a factores biomecánicos, por

ejemplo, uso de sensores u otro dispositivo en el cuerpo; además el manejo de equipos implica capacitar al trabajador en su uso y algunos suelen ser manipulados solo en laboratorios convirtiéndose en costosos para su implementación (Cividino et al., 2024); el uso de la electromiografía de superficie (EMG) permite evaluar la tensión de los músculos permitiendo una mejor medición de la carga física a la que está expuesta el agricultor (Kuta et al., 2020). El uso de la tecnología, mediante el uso de indicadores de la física, como la velocidad y la aceleración ayuda a evaluar de manera más precisa y global los riesgos ergonómicos al que se expone el operador agrícola, estudios recientes indican el uso de métodos de captura de movimiento óptica y no óptica, siendo la óptica la más precisa y costosa (Yunus et al., 2021).

En el Medio Oeste de EE. UU se trabajó con una muestra de 55 participantes y un total de 232 mediciones de posturas según tareas. Se utilizó EMG para medir la actividad muscular. A los participantes se les colocó electrodos en los músculos de la columna, músculo trapecio, flexor y extensor del brazo midiendo la flexión/extensión del tronco; flexión lateral del tronco y elevación del brazo llegando a determinar que los niveles de actividad muscular eran bajos, durante las posturas estáticas no prolongadas y la velocidad de movimiento lentas durante el trabajo (Fethke et al., 2020).

En Asia, un estudio realizado en agricultores iraníes recolectores de manzana determinó mediante el uso de EMG la carga musculoesquelética al que estaba expuesto el trabajador, el análisis se centró en evaluar la carga en los músculos del hombro, lumbares y el abductor mayor del pulgar; la recolección de la manzana implica mantener el brazo por encima del nivel del hombro, tirar y

girar la fruta con toda la mano (desviaciones) mostrando mucha actividad (Kuta et al., 2020).

b. Métodos semicuantitativos: se centran en observaciones de tareas que comprenden el puesto de trabajo y de cómo cada trabajador lo ejecuta, permitiendo evaluar posturas. Estos métodos requieren mayor tiempo en comparación con otros métodos, son económicos y de amplio uso en diversos sectores (Pal et al., 2018). La evaluación ergonómica mediante la aplicación de metodologías tiene mucha aplicación, siendo SI (Strain Index) para evaluar miembros superiores; OCRA evalúa miembros superiores teniendo en cuenta vibraciones y temperaturas, si se requiere una evaluación general de la postura corporal se puede aplicar RULA y REBA, si se requiere evaluar la postura corporal y la manipulación de carga OWAS (Rodeghiero Neto et al., 2028) OWAS (The Ovako Working Analysis System), es uno de los métodos más aplicados en el trabajo agrícola que evalúa posturas forzadas, mide el nivel de riesgo por zonas corporales y subtareas, pero también permite categorizar los niveles de riesgo según repeticiones de cada postura corporal; se ha aplicado en estudios en cortadores de fruta en la India, en viveros de eucalipto, cultivadores de hortalizas orgánicas, cosechadores de palma aceitera, cortadores de caña de azúcar y en la cosecha de espárragos (Gómez-Galán et al., 2017).

La herramienta ManTRA (Evaluación de riesgos en tareas manuales) es empleada en identificación de riesgos en tareas manuales en cinco regiones corporales expuestas a la: vibración, repetición, esfuerzo y posturas forzadas (Hasheminejad et al., 2021).

AULA (Agricultural Limb Assessment) herramienta desarrollada por Kong et al. en el 2011 con la finalidad de evaluar las posturas de trabajo a nivel de extremidades superiores y, la herramienta ALLA (Agriculture Lower Limb Assessment) también desarrollada por Kong et al., en el 2010 para evaluación de miembros inferiores, ambas herramientas diseñadas para medir el nivel de riesgo físico en el sector agrícola (Choi et al., 2020).

RULA (The Rapid Upper Limb Assessment), método muy aplicado por su evaluación en miembros superiores (antebrazo, brazo y muñeca), evalúa tareas repetitivas relacionadas con la frecuencia de repetición de las posturas adoptadas a nivel de hombro, brazos, antebrazo, mano, cuello, espalda y piernas que implican elevada carga postural midiendo cada lado del cuerpo por separado (McAtamney y Corlett, 1993; Gómez-Galán et al., 2020), permitiendo a partir de su análisis indicar el nivel de acción. RULA se ha empleado para evaluar posturas de trabajo estáticas (sembrar, cosechar, cortar, desmalezar, entre otras) encontrándose una alta puntuación en las partes corporales evaluadas (Jain et al., 2018), además esta herramienta se utiliza para analizar el riesgo de un TME, siendo validado su efectividad en diversos estudios relacionados con el trabajo manual (Umar et al., 2018).

En América, el uso de REBA está muy diversificada en los distintos campos del conocimiento. En Asia, se aplica específicamente en dos sectores: la manufactura y la agricultura, silvicultura y pesca (Hita-Gutiérrez et al., 2020). Los métodos ergonómicos como el OWAS se centra en extremidades inferiores, REBA y RULA en extremidades superiores, pero si el esfuerzo físico involucra ambos miembros el REBA es una buena alternativa, su

frecuencia de uso en los estudios ergonómicos es REBA (22%), RULA (21%), SI (12%), OWAS (11%), OCRA (10%) y QEC (7%), las técnicas incluyen puntuaciones o índices que dependen del nivel de riesgo asociado (Mangesh, & Deshpande, 2019). El Control rápido de exposición QEC (Quick Exposure Check) es un método que combina la evaluación observacional y el autoinforme, esta técnica se basa en preguntas que serán resueltas por el trabajador y el observador, también permite la comparación entre dos trabajadores que realizan la misma tarea (Ispăsoiu et al., 2021).

En viveros forestales, combinaron varios métodos ergonómicos para estudiar las posturas de trabajo en el cribado de semillas o durante la siembra a máquina, siendo el método RULA el de mayor aceptación para la evaluación por su elevada sensibilidad en el resultado final (Unver-Okan et al., 2017).

En Costa Rica, un estudio aplicó el índice de levantamiento (LI) NIOSH para determinar la carga en las diferentes regiones del cuerpo frente al levantamiento y traslado de carga de papa y zanahoria en sacos por medio de carretillas, y su posterior colocación de sacos en tarimas determinándose un riesgo inaceptable, el LI osciló de 2.50 a 3.58 en las subtareas de recolección (Madriz-Quirós & Sánchez-Brenes, 2021), manipular o sostener cargas pesadas de forma repetitiva y prolongada de forma inadecuada demandan en el trabajador posturas mantenidas salir que pueden afectar la zona lumbar (Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid, 2016).

En Europa, en países como España, en el cultivo de pimiento se evaluó el nivel de riesgo por zonas corporales mediante el método OWAS identificándose un riesgo de nivel 4 para tareas con posturas de espalda encorvada y girada, y en

nivel de riesgo 3 en posturas de espalda encorvada, brazos hacia abajo, piernas flexionadas desequilibradas y con carga inferior a 10 kg; al evaluar con RULA, el riesgo fue más alto, el 35% de las posturas corresponden al nivel 4 (espalda encorvada, piernas flexionadas y en desequilibrio), el 50% un nivel 3 (espalda encorvada, brazos hacia abajo, una pierna extendida y otra flexionada) (Gómez-Galán et al., 2021).

También se realizó el análisis postural en agricultores dedicados al cultivo de hortalizas y tubérculos mediante el programa informático del Instituto de Biomecánica de Valencia (Ergo/IBV), identificándose en el proceso de siembra de lechuga el nivel de riesgo tipo IV en la subtarea de introducir almácigo en la tierra; en la recolección de la lechuga, un nivel de riesgo tipo III. En el cultivo de papa la remoción de tierra en la formación de surcos genera un riesgo de nivel III; en las subtareas de extracción y depositar papas en el canasto se determinó un riesgo postural tipo III. En el cultivo de zanahoria, en la siembra el trabajador hace uso de herramienta durante el trabajo a nivel del suelo y esto genera un riesgo tipo IV, durante la recolección, en la subtarea de extracción el operador trabaja con un riesgo tipo IV, también la colocación de zanahorias en los sacos genera un riesgo nivel IV y en la subtarea de empaque el trabajador presenta un riesgo tipo IV, que requiere una intervención inmediata (Madriz-Quirós & Sánchez-Brenes, 2021).

En España, se evaluaron 196 posturas de trabajo de cultivos de uva, melocotón, mandarina, pera, arroz, fresa, pepino, tomate y melón oriental utilizando cuatro métodos de evaluación rápida RULA; REBA; AULA; OWAS. El estudio tenía como finalidad comparar los resultados de la herramienta AULA con las otras

tres herramientas, determinándose que AULA se asemeja a RULA en sus puntuaciones y niveles de riesgo identificados (Choi et al., 2020). Otro estudio realizado por Pawitra et al. (2022) realizado en cosechadores de hongos y ostras en Samarinda (Indonesia), a quienes evaluaron en base a 26 actividades, los resultados indicaron que la tasa de aciertos de AULA es mayor a RULA, siendo esta herramienta de mayor idoneidad para evaluar los TME.

En Italia un estudio realizado en recolectores de aceitunas se observa que los operarios trabajan con herramienta manual accionadas por un motor eléctrico ocasionando vibraciones y posiciones corporales inadecuadas y repetitivas exponiéndose al riesgo en las extremidades superiores, se aplicó el OCRA checklist a 5 operarios que manipulan vareadores eléctricos; los resultados indicaron que las mediciones de vibración mano-brazo y de OCRA checklist sobrepasan los valores permitidos. La evaluación permitió determinar presencia de posiciones estáticas en los miembros superiores por más del 50% del tiempo que dura la tarea. Se evaluó lado izquierdo la elevación del brazo por encima del hombro, con un valor mínimo de 13.32 (rojo-riesgo leve) y un máximo de 34.41 para lado derecho la flexión y extensión del codo, indicando un riesgo general de medio a alto (violeta-riesgo alto) (Calvo et al., 2018).

En países de Asia, en la India se aplicó el método REBA en un estudio en recolectores de hortalizas obteniendo una puntuación de 12 (muy alto) para el tomate, de 13 para la berenjena y de 11 para la lechuga (Hullash et al., 2020). También en la ciudad de Rajasthan, trabajadores dedicados a labores agrícolas manuales al ser evaluados con RULA, las puntuaciones A (brazos y muñecas), las puntuaciones B (cuello, tronco y piernas) fueron altas, y esto se debe a las

posturas encorvadas a nivel de tronco que el trabajador adopta en la cosecha, dependiendo del tipo de producto algunos son extraídos a nivel del suelo haciendo uso de herramientas (tijeras, cuchillos) cuyo diseño favorece las posturas forzadas e incómodas en el trabajador (Jain et al., 2018). Un estudio realizado en mujeres cultivadoras de arroz en la India, fueron evaluadas mediante las metodologías RULA, REBA y OWAS. Las evaluaciones de posturas de flexión hacia adelante según OWAS se obtuvo un nivel de puntuación de 4, necesitando un actuar inmediato; y en postura sentada en cuclillas la puntuación fue baja de 2 con cambios a futuro cercano. Con REBA las posturas de flexión alcanzó un puntaje de 12 que indicó un riesgo muy alto, y en la postura de cuclillas se obtuvo 10 de puntuación con un nivel alto de riesgo, en ambas puntuaciones según esta metodología se requiere implementar cambios; y con RULA la puntuación fue de 7 para posturas con flexión y de 6 para postura de cuclillas con un nivel de acción de investigar y realizar cambios pronto (Pal & Dhara, 2018).

En Corea, los trabajadores que se dedican al cultivo de melón en viveros adoptan posturas incorrectas, y para determinar el nivel de riesgo al que están expuestos, se utilizaron las herramientas OWAS y RULA. Las tareas durante la cosecha fueron: cortar y recolectar el melón en una canasta, luego levantar la canasta y avanzar; obteniendo una puntuación de 4 y 7 respectivamente (Sulaimana et al., 2023). También se realizó la evaluación de las posturas durante la cosecha de nueces mediante el método OWAS dando como resultado un riesgo alto (Naeini et al., 2020).

En Irán, las tareas manuales de cosecha y procesamiento de pistachos por la herramienta ManTRA se encontró un elevado puntaje a nivel de espalda y miembros superior en comparación a otras partes corporales. Las subtareas que realizan son transporte de pistacho a la planta procesadora, palar los pistachos en la maquina descascaradora donde las extremidades superiores están expuestas al trabajo repetitivo y a una postura de pie durante tiempo prolongado, luego se continua con las subtareas de lavado y secado después del descascarillado, secado al sol y traslado del producto seco en paquetes al almacén, donde el trabajador desarrolla posturas incorrectas a nivel de brazo, muñeca y mano, además de la manipulación de carga que obtuvieron puntuaciones altas de 16 y 17 (Hasheminejad et al., 2021). También se evaluaron en este país, las tareas de cosecha y el traslado de carga durante la recolección de manzanas generan posturas de riesgo, y al ser analizadas con REBA indicó diversos niveles de riesgo en las 8 subtareas que comprende la actividad, siendo las tareas de “cosecha de manzanas” y “llevando la caja llena de frutos” las que obtuvieron una puntuación de 11 que indica un riesgo muy alto y las demás subtareas están en riesgo medio y bajo (Houshyar & Kim, 2018). Por su parte, Dianat et al. (2020) evaluó las condiciones laborales en productores de arroz, hortalizas y operadores de invernaderos mediante el uso de cuestionarios y la herramienta RULA evaluaron el riesgo en las extremidades superiores. Los cultivadores de vegetales tuvieron una puntuación alta en brazo/muñeca; los de arroz, y a nivel de cuello/tronco/pierna recibieron la puntuación más baja los trabajadores dedicados al cultivo de arroz, de hortalizas y de labores en invernaderos. La puntuación media hallada

fue de 6.7 indicando como acción una evaluación inmediata y cambios en las posturas de trabajo.

En Turquía un estudio realizado en trabajadoras en un vivero forestales se aplicó el método RULA para evaluar las posturas adoptadas durante las actividades de cribado de semillas, plantación manual, corte de retoños, siembra a máquina y cargas, observándose posturas agachadas, sentadas o inclinadas, determinándose un riesgo alto en las tareas de sembrado de retoños, arranque de hierba a mano, siega con herramienta y siembra con maquinaria (Unver-Okonet al., 2017). También Sauk & Kalın Uğurlutepe (2023) identificó que durante la cosecha manual de avellanas las subtareas de sacudir, recoger y contener las ramas son realizadas con la mano y a nivel del suelo lo que indica diversas formas de cosechar, de rodillas, agachado o de piernas cruzadas generando la adopción de posturas mantenidas, siendo evaluadas mediante las herramientas ergonómicas: REBA, AWBA, OWAS y RULA y según los resultados del análisis se determinó que las posturas de trabajo adoptadas son un riesgo a padecer de molestias musculoesqueléticas. Las posturas de trabajo durante las actividades de cosecha realizadas desde el suelo, las puntuaciones obtenidas según los cuatro métodos aplicados fueron de riesgo alto, con acción urgente de cambio en sus posturas de trabajo.

En Tailandia, los cosechadores de mango realizan sub tareas de recolección, clasificación, pesaje y transporte al camión, mediante RULA se realizó una evaluación rápida de las extremidades superiores en agricultores con una edad promedio de 52.28 años y para el riesgo postural de todo el cuerpo se aplicó las hojas de evaluación de rápida de todo el cuerpo (REBA); por medio de RULA

se evaluaron posturas estáticas durante la clasificación del tamaño del mango con una puntuación media de 7 y las posturas a nivel general mediante REBA que permitió evaluar las posturas dinámicas durante el pesado, cosecha y transporte de mango, arrojaron un promedio de puntuaciones de 8.33, 8.25 y 6 respectivamente (Boriboonsuksri et al., 2022). Kim et al. (2018) también realizó un estudio en Tailandia a recolectores de hongos y de arándanos mediante RULA se obtuvo un riesgo postural mayor a 4 en un 69% del total de recolectores evaluados. Otro estudio en agricultores de la provincia de Nakhon Sawan (Tailandia) fueron evaluados mediante la herramienta REBA. Los participantes fueron en un total de 195 tomados del registro del Ministerio de Agricultura y del registro de Sistemas de Cooperativas agrícolas de la misma provincia. El riesgo fue de nivel alto según REBA con una puntuación de 8.55. Para la postura de arado fue de 8.33, en la siembra y aplicación de fertilizante tuvo una media de 8.42. En la postura de cosecha se obtuvo una puntuación de 8.1. (Chokthaweeapanich et al., 2024).

En Indonesia un estudio en cultivos de arrozales evaluó las posturas naturales que adopta el agricultor con la finalidad de reducir los trastornos musculoesqueléticos. Para lo cual se utilizó las herramientas de RULA y REBA para obtener las puntuaciones, en REBA superiores a 4 y RULA superiores a 7, obteniéndose que la mayoría de los agricultores presentan un alto riesgo debido a las posturas de trabajo (Eka et al., 2019). En una investigación se aplicó un sistema de puntos de control ergonómico a 251 agricultores, este sistema fue desarrollado por la OIT para la reducción de accidentes. En base a los puntos ergonómicos, las actividades de manipulación

y almacenamiento de materiales son consideradas las de mayor riesgo en la agricultura; el uso de la azada durante la tarea del desbroce, el arado manual y la manipulación de herramientas para el corte de césped, y la trilla son actividades que se asocian con los TME, debido al alto riesgo postural (Widyanti, 2018).

Se aplicó a recolectores de té en Malasia el método REBA para evaluar a nivel de todo el cuerpo la postura, las fuerzas aplicadas y la actividad del músculo. La manipulación manual de carga excedió el límite de 25Kg siendo un factor causal para padecer dolor lumbar y dolor en la zona cuello/hombro. Las actividades de trabajo evaluadas fueron uso de tijeras, uso de cortadora y la recolección de hojas. La puntuación en REBA indicó un riesgo alto (Masri et al., 2017).

c. Métodos cualitativos: este tipo de métodos comprende el uso de cuestionarios como medio de identificación de riesgo a padecer, por ejemplo, el cuestionario Nórdico es la herramienta más empleada (Jain et al., 2018; Boriboonsuksri et al., 2022), también el Cuestionario de Riesgos Ergonómicos en el Trabajo Agrícola (Baek et al., 2023).

En el cultivo tradicional, las tareas que se realizan con técnicas menos mecanizadas aumentan la frecuencia de TME en extremidades superiores, y en cultivos ecológicos o sostenibles que hacen mayor uso de métodos tradicionales, el nivel de frecuencia es superior (Barneo-Alcántara et al., 2021), al medir la percepción del trabajador mediante el Cuestionario Nórdico, ellos manifestaron una mayor exposición al dolor a nivel del cuello-hombros del 45%, en la zona lumbar un 41% y en los brazos el 44% (Mattila et al., 2021).

En países del continente americano, se han realizado investigaciones sobre el riesgo ergonómico en agricultores, un estudio realizado en el sur de Costa Rica en cultivos de lechuga utilizaron cuestionarios para determinar las molestias físicas que generó el trabajo agrícola, el 62% de los trabajadores encuestados desde su percepción indicaron sufrir de dolor de espalda baja, dicho porcentaje fue superior a otras molestias generadas a nivel de espalda alta, rodilla, muñeca y mano izquierda; del total de trabajadores con dolor en espalda baja, el 48% afirmó que sentía un dolor leve, el 33.3% un dolor moderado y solo un 19% indicó padecer de un fuerte dolor, la edad también es un factor que ejerció relevancia en los trabajadores existiendo una prevalencia de dolor (29%) en edades de 30 a 50 años, a diferencia de trabajadores con edades comprendidas de 12 a 20 años con una prevalencia del 6% (Madriz-Quirós & Sánchez-Brenes, 2021).

En EE. UU en la ciudad de Burley se evaluó la prevalencia de TME en trabajadores de tabaco, donde participaron 603 agricultores, indicando mayor significatividad de prevalencia en la región lumbar con un 37.1% y con una menor significatividad a nivel de cadera con un 8.3%; también se presentó dolor en rodilla/hombro/muñeca, y esto estaba relacionado con el trabajo manual como el corte de ramas y el uso de herramientas no ergonómicas (Kongtawelwert et al., 2022).

En agricultores canadienses, se evaluó mediante un cuestionario que auto reporta malestares relacionados a posturas adoptadas en la etapa de recolección de hongos, el cuestionario contenía ítems como número de hora/día trabajadas,

cantidad de setas/día recogidas, presentando un riesgo medio a alto (Anwar et al., 2024).

En Asia, en Tailandia se aplicó un cuestionario a agricultores de tabaco, basado en el cuestionario nórdico el cuál fue modificado y aplico durante las tareas en temporadas de siembra y cosecha, hallándose durante la siembra mayor tendencia a TME en rodillas-espalda baja-muñecas-hombros y caderas, y en la cosecha el agricultor presentó niveles más altos y significativos a nivel de hombros-espalda baja-caderas y rodillas (Kongtawelert et al., 2022); también se evaluó a 14 recolectores de mango con cuatro tareas posteriores a la cosecha como transporte , clasificación, pesaje y el transporte del mango cosechado al camión. Mediante la aplicación del Cuestionario Nórdico se determinó que los TME son elevadamente prevalentes en los cultivadores de mango, reportándose dolor prevalente en hombro y brazo derecho, y en espalda baja (Boriboonsuksri et al., 2022). Un estudio realizado por Pal & Dhara (2018) evaluó mediante la herramienta Quick Exposure Check (EQC) el nivel de riesgo de partes corporales específicas como espalda, hombros, brazos, muñecas, manos y cuello. Se halló un nivel alto de riesgo tanto en la espalda debido a su posición de flexión hacia adelante como en las posturas de sentadillas.

En el estado de Bangladesh, se aplicó el Cuestionario Nórdico a 346 trabajadores en plantaciones de té, y reportaron en los últimos 12 meses haber padecido de dolor en el hombro (78,2%), seguido parte superior e inferior de la espalda (56,1%) y (32,5%) respectivamente (Kairi y Dey, 2022).

En la India, el dolor musculoesquelético en cosechadores de hojas de té es muy prevalente debido a levantamiento de cargas, jornadas extensas y la poca rotación de los puestos que influyen en la calidad de trabajo y en la salud del trabajador; los agricultores presentaron mayor dolor en hombros (59%) seguido de la región lumbar (52,8%) (Vasanth et al., 2015).

Una evaluación realizada en mujeres cultivadoras de arroz, papa, caña de azúcar y coliflor de Ambala, Haryana y la India a quienes se les aplicó el Cuestionario Nórdico en versión hindi, quienes indicaron la presencia de dolor en los últimos 12 meses en algunas regiones del cuerpo, siendo la prevalencia anual del 57% en la zona lumbar; 30,5% rodilla; 16,5 % hombro; 9,5% muñeca/mano; 9% cuello y <7% en codo/tobillo/pie, muslo/pelvis y espalda superior (Kaur y Vaish, 2022).

La revisión de los estudios realizados Merino et al. (2019) y Gómez-Galán et al. (2017) destacan utilizar ambas herramientas OWAS y RULA para evaluarlas posturas que adoptan las extremidades superiores, y sumar al trabajo el NIOSH para lograr una valoración multidimensional del riesgo disergonómico, además Fethke et al. (2020) hace uso de la electromiografía para medir la actividad muscular. En resumen, la evaluación del riesgo disergonómico en la labor agrícola debe de realizarse desde un enfoque multifacético la combinación de métodos observacionales con la incorporación de equipos y tecnologías avanzadas, sin dejar de lado la percepción del trabajador que permitirá crear estrategias de intervención efectivas.

4.3. CONSECUENCIAS RELACIONADAS CON LAS POSTURAS DE TRABAJO EN EL TRABAJO AGRÍCOLA.

Las enfermedades profesionales de mayor prevalencia son los trastornos musculoesqueléticos, siendo el sector agrícola el de mayor relevancia debido al excesivo número de tareas manuales realizadas sin periodos de descanso, donde la espalda, columna vertebral y zona lumbar son las partes corporales más afectadas al dolor en agricultores de la India, Brasil, Malasia, Irán, Corea del Sur, China, Singapur, Finlandia, EE. UU) (Barneo-Alcantara et al., 2021).

La Agencia Europea para la seguridad y salud en el trabajo, refiere que los TME son dolencias que afectan a la espalda, hombros, miembros superiores e inferiores, además son trastornos a nivel de articulaciones y tejidos, que se originan por labores manuales y que pueden producir incapacidad limitando al trabajador en la realización de sus tareas (EU-OSHA, s/f).

En la industria agrícola existe una prevalencia del dolor de cuello que se manifiesta por las actividades repetitivas y de esfuerzo físico debido al levantamiento de objetos pesados al que está sometido el colaborador durante la siembra, el deshierbe y la cosecha, sumado a ello el traslado de la cosecha hacia el vehículo de transporte, la flexión mantenida del cuello y las posturas demandan esfuerzo físico y contribuyen a la tensión musculoesquelética; los segmentos corporales de muñeca, mano, codo y hombros se ven expuestos en los trabajos manuales a movimientos repetitivos y posturas incómodas que incluye la torsión de la muñeca o brazo y el sobreesfuerzo, lo que deriva en trastornos a nivel de las articulaciones y dolor frecuente, además a nivel de cadera y rodillas suele desencadenar una artrosis dolorosa en el trabajador de

tareas manuales; así como el uso de herramientas que no tienen mantenimiento y no están diseñadas ergonómicamente también contribuyen a las lesiones musculoesqueléticas (Benos et al., 2020a), en el dolor de hombro existe una prevalencia moderada (Mishra et al., 2024).

La postura encorvada con flexión prolongada es el factor biomecánico de mayor repetitividad en las operaciones agrícolas, generando lesiones lumbares. Por ejemplo, en países asiáticos, en trabajadores iraníes de cosecha de manzana se halló un elevado índice a padecer de TME debido a la flexión repetitiva a nivel de espalda baja (Benos et al., 2020a).

En América, se evaluó a 55 agricultores del Medio Oeste de EE. UU para medir niveles de actividad de los músculos de la columna y antebrazo mediante sensores inerciales obteniendo como resultados que más del 50% del total de actividades realizadas excedían el nivel de exposición a nivel de la muñeca, indicando que la velocidad de los movimientos significa un riesgo potencial a los TME (Sauk & Kalın Uğurlutepe, 2023) por consiguiente las tareas agrícolas ponen en riesgo la salud, la flexión de la espalda durante tiempos prolongados, el uso de herramientas inadecuadas en la cosecha de verduras, flores además del transporte de cubetas llenas de productos demandan sobreesfuerzo físico que origina dolor de espalda agudo y crónico (de Castro et al., 2014).

Un estudio realizado en fincas del Brasil, donde se evaluó las actividades relacionadas con la tala, desrame, extracción y carga manual, presentó un elevado riesgo de sufrir TME, la carga manual puede conllevar a lesiones en las articulaciones de la muñeca, columna vertebral, tobillo y sobre todo a nivel de rodilla (Schettino et al., 2021)

En México, en un estudio realizado a trabajadores en cultivos de papa y calabaza hallaron que la manipulación continua de objetos conlleva a un incremento de la fatiga física que puede originar lesiones en los músculos y daños a nivel de la columna vertebral y lesiones en las articulaciones (Ramos-García et al., 2024).

En Asia, en el país de Irán, se evaluaron a 377 agricultores, hallándose una prevalencia a TME a nivel de la zona lumbar (75.1%), rodillas (62.1%), espalda superior (61.55%) y cuello (59.9%), también se relacionó la presencia de síntomas musculoesqueléticos con variables de tiempo dedicándose al trabajo agrícola, donde la parte corporal que más se ve afectada fue rodillas y la parte cervical del cuello; duración de la jornada laboral, observándose dolor lumbar ante jornadas prolongadas; además las mujeres presentan dolor cervical (Dianat et al., 2020). También se evaluaron a los trabajadores de huertos de nogales de Tuyserkan quienes realizan labores agrícolas con el uso de herramientas manuales que les puede generar TME (Naeini et al., 2020). Además, los trabajadores de cosecha de arroz de la provincia de Manzadaran han reportado dolencias en la espalda y hombro, existiendo la probabilidad según análisis de regresión logística que los trabajadores que usaban cosechadores y cultivadoras, y los trabajadores que cultivaron manualmente presentaron mayor dolor en las rodillas; se puede observar en este estudio que a pesar de estar mecanizada la agricultura el riesgo existe, lo que urge un rediseño en las maquinarias (Sharifirad et al., 2022).

En la India, trabajadores de cosecha manual en Rajastán mostraron un elevado porcentaje (74%) hacia el padecimiento de TME a nivel del tronco

específicamente en la zona lumbar, además de reportar molestias en hombros, muñecas/mano y dedos que están relacionadas a jornadas largas y sin descanso, sin embargo, las posturas incómodas y utilizar herramientas manuales tradicionales son factores de riesgo de riesgo a padecer de TME (Jain et al., 2018). Un estudio realizado con 166 trabajadoras agrícolas en la India determinó una elevada prevalencia de TME, originados por las prolongadas jornadas laborales y las incómodas posturas, viéndose afectados los segmentos de cadera, columna, hombro y rodilla. El dolor de espalda debido a mantener la espalda flexionada, el tronco realiza continuas torsiones causando tensión crónica y las sentadillas durante tiempos largos desgastan los discos intervertebrales. La presión interdistal es mayor cuando se está sentado que de pie, debido a la rotación de las caderas; de igual forma la prevalencia en el hombro puede ser debido a la constante abducción que realiza; en sí la repetitividad de movimiento en el hombro y la carga estática en el hombro son causas de enfermedad musculoesquelética en cuello y hombro (Pal & Dhara, 2018). También se halló que los trabajadores agrícolas de Bangladesh dedicados a plantaciones de té presentaron TME en diversas regiones corporales, la recolección manual de las hojas es la más laboriosa y debe realizarse en periodos cortos con ambas manos y con rapidez siendo esta actividad altamente repetitiva además de flexionar el tronco y cuello, las hojas recogidas son colocadas y transportadas en una canasta que se cuelga de la cabeza y con la ayuda de un cinturón se sujeta a la espalda, estas condiciones sumadas las climáticas imponen mucha exigencia física, luego conducen la canasta sobre su cabeza para el pesado y posterior descargo en el camión de

transporte; la mayor probabilidad de padecer de estos desórdenes se presentó a nivel del cuello en comparación con la espalda; también se observó dolor a nivel de codo/cadera/glúteo que se originó por el aumento de horas de labor (Kairi y Dey, 2022).

En Corea del Sur los trabajadores durante la cosecha utilizan canastas donde colocan los productos recolectados y llegan a tener un peso de 30Kg, estas canastas deben de ser levantadas hasta el nivel de la pelvis para facilitar el transporte de las cestas lo que ocasiona una elevación del hombro y el mantenimiento fijo de la muñeca, ocasionando el trastorno del manguito rotado de mayor peligro en mujeres y de mayor edad (Seo et al., 2022). También se aplicó el cuestionario de la Sexta edición de la KWCS (Encuesta de clasificación coreana para ocupaciones), solo lo relacionado al trabajo agrícola y los problemas de salud percibidos y su relación con la labor que realiza el operador agrícola coreano; los síntomas percibidos por los participantes fueron dolor lumbar, dolor muscular en cuello/hombro/brazo/codo/mano y también a nivel de miembros inferiores notándose un aumento al dolor musculoesquelético (Hyeseon et al., 2023).

En Indonesia al evaluar a trabajadores de cultivos de arrozales, mediante métodos de autoreportes frente al trabajo que realiza, se encontró un alto nivel de riesgo a lesiones musculoesqueléticas, los trabajadores indicaron dolor a nivel de hombro, cadera y pantorrilla por las posturas incómodas que adopta como el inclinarse demasiado que favorece la postura encorvada durante el trabajo, el dolor a nivel de cuello y columna lumbar lo que ocasiona dolor articular al ejercer más presión sobre la pierna, el dolor de hombro es causa de

la rotación repetitiva que genera el trastorno manguito rotador, y el dolor de espalda se debe a un estiramiento en la parte baja de la cintura. La prevalencia fue a nivel de espalda baja, siendo esta la más relevante (91,96%), seguida de cadera (91,07%), la muñeca (83,04%), hombro (81,25%), cuello (73,21%) y rodilla (66,07) (Eka et al., 2019). También se analizó el riesgo musculoesquelético en agricultores de arroz de la ciudad de Karawang, los TME están relacionados con dolor a nivel de la cintura y cuello con una frecuencia de casi el 100% (Rahdiana et al.,2022). En la ciudad de Tarnlalord un estudio realizado a 156 productores de arroz, reportó el dolor lumbar como el TME de mayor prevalencia, seguido del cuello y hombros (Sombatsawat et al., 2019).

Los agricultores del noreste de Tailandia laboran en plantaciones de yuca, hortalizas y caña de azúcar han reportado TME severos a nivel de rodillas/pantorrillas en un 22.4%; los que trabajan en plantaciones de arroz reportaron el mayor número de quejas en miembros inferiores (Poochada et al., 2022), además pobladores que laboran en plantaciones de arroz, reportaron dolor en las piernas y pies debido al trabajo en suelos fangosos y la presencia de calambres en la pantorrilla y dedos de los pies al salir del suelo fangoso, también manifestaron dolor en otras partes del cuerpo durante el arado en suelo seco (Swangnetr et al., 2014).

Estudios en África, reportan en Nigeria, 480 agrícolas seleccionados de 24 comunidades pertenecientes a dos estados dedicadas al cultivo de yuca, según reportes autogenerados cerca del 100% de los participantes padecen de dolor

en el hombro, un 85% a nivel de columna lumbar, 64% dolor en la columna cervical y un 53% en la articulación del codo (Olowogbon et al., 2021).

En estudios realizados en agricultores de diversos países y continentes, se halló una alta prevalencia de dolor lumbar en países del África (66,96%) seguida por países asiáticos (54,16%) en cambio en países de Centroamérica y América del Sur la prevalencia fue menor del 28,52%. La mayor frecuencia en el África al dolor lumbar en agricultores, refieren algunos estudios a ejercicio de actividades de elevado riesgo y a factores ambientales y el diseño de estrategias de prevención temprana pueden minimizar las perdidas en la productividad y prevenir la discapacidad. La prevalencia del dolor en las extremidades superiores fue del 49,53%, la de extremidades inferiores fue de 52,51% y la de la espalda fue del 37.75% (Shivakumar et al., 2024). Un estudio realizado a 20 jóvenes agrícolas de Brasil expuestos a herramientas eléctricas de jardinería halló que la exposición prolongada a vibraciones y posturas incómodas existe la probabilidad de predisposición al síndrome de fatiga crónica y dolor de cuello y espalda baja (Roggio et al., 2022).

Los resultados mostraron respecto a las consecuencias que los TME se originan debido a las jornadas prolongadas con posturas encorvadas y sin descanso siendo fundamental la intervención mediante descansos. Jain et al. (2018) y Benos et al. (2020) reportan coincidencia de la adopción prolongada de posturas con brazos elevados y con flexión de tronco y de rodillas, estos factores incrementan la fatiga física y desgaste a nivel de las articulaciones, generando un elevado porcentaje de dolor lumbar, mientras que Sauk & Kalin Uğurlutepe (2023) y Seo et al. (2022) enfatizan que jornadas extensas con

exposición a repetidos movimientos y la manipulación de carga aumentan la incidencia de TME, lesiones crónicas como tendinopatías. La evidencia de los resultados por los estudios señala que las posturas de trabajo inadecuadas en las labores agrícolas son la principal causa de la fatiga física y los impactos negativos en la salud con los TME.

4.4.MEDIDAS ERGONÓMICAS IMPLEMENTADAS PARA REDUCIR LA CARGA POSTURAL EN EL TRABAJO AGRÍCOLA

La implementación de nuevas tecnologías, la modificación de herramientas, la mejora del ambiente físico y las capacitaciones son fundamentales en las tareas agrícolas para reducir el nivel de riesgo al que está expuesto el trabajador agrícola (Gómez-Galán et al., 2021). Existen estrategias direccionadas a la gestión eficaz del tiempo; el estudio del tiempo empleado en las tareas y subtareas agrícolas va a permitir establecer intervalos de trabajo y descanso que no solo van a prevenir los TME, también mejorar la productividad (Houshyar y Kim, 2018). La ergonomía aplicada a la agricultura es una oportunidad para reducir los factores de riesgo disergonómico ocasionados por sus múltiples actividades según el tipo de cultivo y ambiente donde se desarrolle. La aplicación de principios ergonómicos mediante soluciones prácticas relacionada con el diseño de las herramientas y del entorno laboral no solamente reduce la incidencia de TME en los trabajadores, también el proceso de producción y menores costos laborales (Obi, 2015). En la revisión de literatura se encontró las siguientes intervenciones en la población estudiada:

a) **Rediseño:** El rediseño de las tareas es una de las estrategias más significativa en la salud del trabajador (Gómez-Galán et al., 2021).

- Un estudio de cultivadores de hongos al determinar el nivel de riesgo a padecer de TME, se recomendó el rediseño de las camas de cultivo con la finalidad de reducir los TME (Anwar et al., 2024).
- Un estudio en cultivadores de manzanas en Irán, luego de ser analizadas las posturas y las jornadas de trabajo se determinó la aplicación de principios ergonómicos en el diseño de posturas adecuadas (Houshyar y Kim, 2018).
- En agricultores indios, es importante el rediseño de herramientas con características ergonómicas basadas en una antropometría diferencial según la raza, con la finalidad de corregir posturas en el trabajo agrícola (Jain et al., 2018-b).
- En cultivadores de nueces debido al nivel de riesgo presentado al ser evaluados por OWAS y las manifestaciones obtenidas del cuestionario aplicado se establece el rediseño de las herramientas manuales basadas en el peso y la capacidad de ajuste de la herramienta que permitirá disminuir el esfuerzo que aplica en la manipulación de las herramientas que genera posturas incómodas, entonces su uso minimizará los riesgos disergonómicos (Naeini et al., 2020).
- Las mujeres cultivadoras necesitan cambios en la rutina de su trabajo, deben de levantarse muy temprano para realizar las labores de casa, entonces urge modificar los horarios de inicio de su labor agrícola y de los periodos de descanso, además de implementar herramientas manuales con nuevo diseño que ayuden a mejorar las condiciones y las posturas laborales (Pal & Dhara, 2018).

b) **Capacitaciones:** autores como Barneo-Alcántara et al. (2021) indicaron la necesidad del desarrollo de capacitaciones ergonómicas dirigidas a trabajadores, así como capacitaciones en el uso de equipos de protección personal (EPPs) (Jain et al., 2018). Educar a los agricultores mediante guías de posturas menos impactantes en la salud y de fácil acceso con una redacción didáctica contextualizada a sus características socioculturales (Benos et al., 2020a). Los programas deben centrarse en capacitaciones que modifiquen sus hábitos de trabajo que lo exponen a riesgos biomecánicos (Dianat et al., 2020), la concientización de adoptar correctas posturas durante el trabajo y el uso de métodos adecuados en las tareas agrícolas. Así mismo es importante las capacitaciones sobre el uso correcto y permanente de los EPPs (Pal & Dhara, 2018).

En Corea se aplicó un Proyecto Piloto de asistencia técnica para el trabajo agrícola con la finalidad de prevenir los TME y mejorar el rendimiento físico de los trabajadores, el programa buscaba fortalecer los músculos abdominales, los hombros y las rodillas y antes de ser implementado el programa se realizaron evaluaciones ergonómicas rápidas con las herramientas OWAS y RULA para determinar el nivel de riesgo y después de 16 sesiones de ejercicios desarrollados en 8 semanas con 21 agricultores, se volvió a realizar la evaluación con las mismas herramientas comprobando una reducción en el nivel de riesgo (Byung-Chang y So-Yeon, 2017).

c) **Intervenciones ergonómicas:** Se implementaron dispositivos ergonómicos llamados como productos de transferencia de peso (carga) en agricultores, por ejemplo: el uso de portacubos ergonómicos para facilitar el transporte del agua

en cubos durante la siembra, la bolsa ergonómica que reemplaza a la canasta recolectora que se amarra a la cintura durante la cosecha de café, todos estos dispositivos redujeron la probabilidad de TME según observaciones realizadas y reporte de los trabajadores (Benos et al., 2020a).

- En EE UU un estudio realizado por Kongtawelert et al. (2022) en cultivadores de tabaco, se midió el nivel de exposición al riesgo en las diversas actividades que realizan los trabajadores, la medición se realizó si la tarea era realizada por un solo trabajador o en grupo, obteniendo que el nivel de prevalencia a TME era menor cuando se realizaba la tarea en grupo (por ejm: perforar/enhebrar y curación de las hojas), recomendando el trabajo en grupo para minimizar la carga de trabajo y los TME durante la cosecha.

- Un estudio en California aplicó dos intervenciones, Ergo Bucket Carrier (EBC) y Easy Lift (EL), para aliviar los efectos de la manipulación manual de baldes de agua y el transporte de alimento. La estrategia EBC mejoró el vaciado y transporte de baldes de agua a largas distancias y la estrategia EL mejoró el levantamiento de los baldes. Las intervenciones fueron eficientes en términos que redujeron muy significativamente los riesgos a TME, el uso de EBC redujo un 41% del riesgo durante la carga de objetos y el 69% al soltar objetos; el uso de EL redujo el 55% del riesgo en el levantamiento de carga (Fathallah et al., 2016).

- En Corea del Sur se incorporó las cestas con asas giratorias como acción de corrección al riesgo que están expuestas las mujeres durante la cosecha, estas canastas giratorias facilitan la elevación cuando están con los productos

permitiendo prevenir de futuras dolencias musculoesqueléticas (Seo et al., 2022).

- Un estudio en agricultores mayores refiere que investigaciones actuales indican altas tasas de prevalencia a TME y respecto a una mejor gestión de los riesgos no se ha realizado cambios sustanciales, por lo que es fundamental intervenciones sencillas basadas en la identificación de prácticas agrícolas peligrosas, también se debe incluir algunos accesorios como escaleras a las maquinarias para evitar las posturas al agacharse y actividades repetidas y así reducir los TME y mejorar el entorno laboral (Tonelli et al., 2014)
- En Takalar (Indonesia), con la finalidad de reducir las quejas por TME en cultivadores de algas debido a su alta prevalencia les proporcionaron herramientas de trabajo ergonómicas reduciendo de esta forma el porcentaje de quejas por parte de los trabajadores (Thamrim et al., 2022).

d) **Periodos de descansos.** En varios estudios se ha demostrado que incorporar como acción de prevención un breve descanso ayudaría a reducir inflamación y dolor muscular originadas por el mismo movimiento realizado repetidamente, además de posturas mantenidas como ocurre a nivel de cuello y hombro que deben de permanecer una posición fija para ejercer fuerza y poder realizar la tarea (por ejemplo: descanso de 30 s en medio de 10 min; de 1 min después de cada 11 min de trabajo) (Benos et al., 2020a).

Un estudio en trabajadores iraníes dedicados a la cosecha de manzanas, hallaron que los descansos y posiciones ergonómicas logran beneficios en los trabajadores, al reducir la exposición y facilitar la pronta recuperación frente a la adopción de las posturas incómodas (Benos et al., 2020; Jain et al., 2018-b).

c) **Automatización:** muy necesaria donde se realiza tareas con esfuerzos, levantamientos frecuentes y movimientos repetitivos además el diseño de la automatización dará mejoras ergonómicas (Anwar et al., 2024). La reducción de horas/hombre durante la siembra por el uso de máquinas, el trabajo en equipo reduce la tensión muscular (Kongtawelert et al., 2022).

- En la India, la cosecha de algodón se realiza de forma manual y por 3 veces cada quince días, la mecanización en la cosecha manteniendo la calidad del producto en algunos países emergentes es muy aplicada mediante el empleo de cosechadoras de algodón portátil, la cual es ligera y que no solo reduce la exposición a peligros como cortes o sangrado en los dedos por rebabas que quedan si no también significa una rentabilidad al reducir costos y tiempo; también el uso de robots inteligentes para la recolección donde el sistema es más especializado en la recolección según parámetro que se le asigna (Mishra et al., 2023).

- El agricultor realiza tanto tareas manuales y mecanizadas; el uso de máquinas también expone a TME a trabajador agrícola, debido a la intensidad de las vibraciones lo que puede generar desgaste en las articulaciones, entonces es importante el diseño e implementación de programas de concientización a la exposición de factores de riesgo biomecánicos y el diseño de equipos o maquinarias ergonómicas que permitan la protección de algunas partes del cuerpo; dentro de las estrategias estarían pautas sencillas para que el trabajador adopte una postura menos perjudicial así como los periodos de descansos con la finalidad de que los tejidos conectivos de la fatiga repetitiva y poder minimizar los TME (Benos et al., 2020b).

- Las tareas de levantamiento de carga y flexión de la espalda que realiza el operador agrícola elevan la actividad física de los músculos lumbares y del hombro; en cultivadores de orquídeas se incorporó un innovador exoesqueleto híbrido que otorga flexión a la espalda y miembros superiores en la labor agrícola disminuyendo la activación muscular y como resultado reducen las molestias lumbares y las tendinopatías del hombro; en sí la carga musculoesquelética (Li y Lin, 2024).

- Un estudio realizado en Corea del Sur en agricultores dedicados al cultivo de duraznos con la finalidad de establecer intervenciones ergonómicas participativas frente a los factores de riesgo a TME como el transporte de carga pesada, flexión de algunas partes del cuerpo por repetición o mantenidas evaluándose todas las tareas que comprende el ciclo de cultivo de melocotones. Ciertas tareas fueron automatizadas, se implementaron carros eléctricos, clasificadores de frutos y taburetes para disminuir el transporte de carga, así como las posturas incómodas, también se hicieron cambios en sus EPPs se les proporcionó a los trabajadores chalecos, calzados, guantes y gorros térmicos o refrigerantes que van a minimizar el estrés causado por calor o frío. También se recomendó ciclos de trabajo adaptados con descanso, dichos resultados han contribuido a la acción de cambios inmediatos para en las posturas y en los métodos de trabajos adoptados contribuyendo a promover la salud del trabajador y la eficiencia en la realización de sus tareas (Kee, 2022).

e) **Uso de EPPs apropiados:** Un estudio en cultivadores de berenjenas en la India, evaluó la tarea de recolección la cual se realiza con las manos y el empleo

de herramientas como la tijera, estando expuesto a cortes, lesiones y abrasiones; el estudio comprendía en determinar el material más adecuado en el diseño del guante a utilizar que permitan realizar la tarea agrícola con mayor eficacia y menor riesgo. Los agricultores se probaron guantes de diversos materiales y recomendaron como primar opción el uso de guantes de nitrilo y látex, seguido de los guantes de cuero, de goma, los guantes metálicos y los de tela recubierta o algodón/tela (Hullash et al., 2020).

En el cultivo de arroz el trabajador labora en suelos fangosos y resbaladizos que demanda una exigencia física y la adopción de posturas de trabajo incómodas. En las faenas de siembra de arroz se observa que algunos trabajadores tienen el pie pronado y como medida de acción se trató de utilizar algunos objetos diseñados para personas con discapacidad congénita como el caso de cuñas correctivas para reducir la eversión del pie; el uso de estas plantillas correctivas en agricultores con pie pronado permitió reducir la fuerza ejercida por el músculo inversor y una mayor alineación de los miembros inferiores (Hullash et al., 2020).

Los estudios indican que es necesario dar soluciones desde un enfoque global donde se integren técnicas formativas y operativas.

4.5. Benos et al. (2020) y Jain et al. (2018), destacan la necesidad de implementar herramientas manuales ergonómicas que reduzcan posturas forzadas como por ejemplo herramientas que disminuyan la elevación excesiva de los brazos, y de esta forma los trabajadores adopten posturas más naturales y minimicen los TME. Como medidas organizativas, autores como Anwar et al. (2024) y Barbeo-Alcántara et al. (2021) y Benos et al., 2020 refieren los descansos

programados, la rotación de puesto y las pausas activas, contribuyen a la recuperación muscular previniendo lesiones crónicas, también es importantes las capacitaciones continuas en ergonomía hará que los trabajadores adopten hábitos de posturas adecuadas. La automatización y la implementación de maquinarias propuesta por autores Naeini et al. (2020), Eka et al. (2019) y Kongtawelert et al. (2022) reducen las posturas prolongadas; las medidas que se buscan implementar después de una evaluación ergonómica buscan reducir la incidencia de TME y mejorar la salud del trabajador y la productividad.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Una limitación fue la dificultad para acceder a los artículos seleccionados según criterios de inclusión y exclusión en algunas bases de datos, a pesar de colocar como filtro texto completo gratuito algunos no tenían acceso restringido y sujeto a un pago.

En el presente estudio solo se abordó artículos que se relacionan con los factores biomecánicos no considerando factores individuales del trabajador, así como los laborales en la evaluación del nivel de riesgo en las tareas que realiza el agricultor.

V. CONCLUSIONES

- a) Las labores agrícolas tienen características propias según el tipo de cultivo y el entorno de trabajo, las tareas y subtareas demandan repetición constante de movimientos, el manejo manual de carga y las posturas prolongadas con flexión del tronco, elevación de brazos, flexión de rodillas, acciones que se realizan en jornadas prolongadas sin tiempos de descanso y ambientes a la intemperie incrementan el deterioro progresivo de la capacidad funcional del trabajador, que se manifiesta en enfermedades musculoesqueléticas.
- b) Las características biomecánicas de la actividad agrícola incrementan la fatiga y favorece la aparición de TME, es necesario que para una mejor evaluación no solo se empleen métodos observacionales y de auto reporte basado en la percepción del trabajador, también se emplee dispositivos y se haga uso de la tecnología para lograr intervenciones más significativas según lo reportados en los estudios de revisión.
- c) La evaluación ergonómica es esencial para determinar el nivel de riesgo en posturas del trabajo agrícola, las herramientas de análisis ergonómica de RULA y OWAS son muy utilizadas en el análisis postural del trabajo agrícola, por que clasifica las posturas por el nivel de riesgo.
- d) La incidencia de TME puede estar relacionada con la naturaleza de la tarea, la fuerza y la postura adoptada que requiere la tarea y los factores del entorno laboral como la superficie de trabajo ocasionan que los trabajadores empleen de forma continua las extremidades superiores para manipular cargas u otra actividad propia de la tarea además de mantener posturas

estáticas, siendo estas condiciones responsables del elevado reporte de lumbalgias y lesiones articulares en trabajadores del sector agrícola.

- e) Las estrategias propuestas e implementadas en algunos estudios demuestran la urgencia de implementar intervenciones ergonómicas como medidas correctivas y de mejora continua en la gestión de los riesgos laborales, para mitigar los efectos promoviendo la salud y sostenibilidad del sector agrícola.

VI. RECOMENDACIONES

- a) Para mitigar el deterioro progresivo de la capacidad funcional de los músculos, articulaciones y demás órganos del cuerpo que participan en la realización de las tareas se debe de adecuar las condiciones laborales, es decir adaptar el trabajo a las capacidades y limitaciones físicas del trabajador según los resultados hallados con la finalidad de disminuir el riesgo de padecer de TME.
- b) Se debe de combinar la tecnología mediante el uso de dispositivos de medición como los sensores biomecánicos, con los resultados de las evaluaciones observacionales realizadas con alguna herramienta ergonómica y los reportes de percepción emitidos por el trabajador, para lograr intervenciones más significativas basadas en la evidencia.
- c) Implementar las metodologías OWAS y RULA en investigaciones en contextos similares y con base en los resultados de ambos métodos implementar medidas ergonómicas, el ajuste de herramientas y equipos con la finalidad de fomentar prácticas seguras y saludables.
- d) Los investigadores deben de incluir en sus estudios resultados relacionados con evaluaciones periódicas del entorno de trabajo y de las tareas propias de cada cultivo, la promoción de la rotación de tareas e incorporación de ayudas mecánicas o herramientas ergonómicas, siendo las mediciones post la implementación de las estrategias ergonómicas muy necesarias para conocer la efectividad de las medidas propuestas en la disminución de incidencias de lumbalgias y lesiones articulares.

- e) Las estrategias abordadas por los estudios deben de formar parte de los programas de prevención de riesgos en sector agrícola en los países, fomentando la participación de los trabajadores en la adopción de las soluciones siendo necesario establecer indicadores de seguimiento de cada programa contribuyendo de esta forma a la mejora y productividad del sector agrícola a largo plazo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akbar, K. A., Try, P., Viwattanakulvanid, P., Kallawicha, K. (2023). Work-Related Musculoskeletal Disorders Among Farmers in the Southeast Asia Region: A Systematic Review. *Safety and health at work*, 14(3), 243–249. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2023.05.001>
- Anwar, A., Murugan, AS., Recchia, A., Kim, E., Urbanic, J. (2024). Investigating musculoskeletal risks in manual mushroom harvesting: An ergonomic field study in Canadian farms, *Social Sciences & Humanities Open*, 10, <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101049>.
- Barneo-Alcántara, M., Díaz-Pérez, M., Gómez-Galán, M., Carreño-Ortega, Á., & Callejón-Ferre, Á.-J. (2021). Trastornos musculoesqueléticos en la agricultura: una revisión de la colección principal de Web of Science. *Agronomía*, 11 (10). <https://doi.org/10.3390/agronomy11102017>
- Beudart, C.; Biver, E.; Bruyère, O.; Cooper, C.; Al-Daghri, N.; Reginster, J.-Y.; Rizzoli, R. (2018). Evaluación de la calidad de vida en la salud musculoesquelética. *Aging Clin. Exp. Res.*, 30, 413–418. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40520-017-0794-8>
- Benos, L., Tsaopoulos, D. y Bochtis, D. (2020b). Una revisión sobre ergonomía en la agricultura. Parte II: Operaciones mecanizadas. *Ciencias Aplicadas*, 10 (10), 3484. <https://doi.org/10.3390/app10103484>
- Benos, Lefteris, Dimitrios Tsaopoulos, and Dionysis Bochtis. (2020a). A Review on Ergonomics in Agriculture. Part I: Manual Operations. *Applied Sciences* 10, no. 6: 1905. <https://doi.org/10.3390/app10061905>
- Bhuanantanondh, P., Buchholz, B., Arphorn, S., Kongtip, P., & Woskie, S. (2021). The Prevalence of and Risk Factors Associated with Musculoskeletal Disorders in Thai Oil Palm Harvesting Workers: A Cross-Sectional Study. *International journal of environmental research and public health*, 18(10), 5474. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105474>
- Boriboonsuksri, P., Taptagaporn, S. y Kaewdok, T. (2022). Análisis ergonómico de tareas para la priorización de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo en agricultores que cosechan mango. *Safety*, 8 (1), 6. <https://doi.org/10.3390/safety8010006>
- Byung-Chang Son, So-Yeon Park. (2017). The effects of a Farm Work Safety Project. *Research J. Pharm. and Tech.*; 10(7): 2308-2312. doi: 10.5958/0974-360X.2017.00409.7
- Calvo, A., Romano, E., Preti, C., Schillaci, G., & Deboli, R. (2018). Upper limb disorders and hand-arm vibration risks with hand-held olive beaters. *Applied Ergonomics*, 68, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.10.007>
- Choi, K., Dae-Min, K., Min-Uk Cho, Chae-Won, P., Kim, S., Min-Jung, K., & Yong-Ku, K. (2020). Application of AULA risk assessment tool by comparison with other ergonomic risk assessment tools. *International*

- Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6479.
doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph17186479>
- Chokthaweepanich, T., thongbai, S., Kaewthong, S., & Cha-umpong, T. (2024). Ergonomic Risk-Related Musculoskeletal Disorders Among Farmers in Nakhon Sawan, Thailand. *Journal of Health Science and Alternative Medicine*, 6(01), 17–22.
<https://doi.org/10.14456/jhsam.2024.3>
- Cividino, SRS, Zaninelli, M., Redaelli, V., Belluco, P., Rinaldi, F., Avramovic, L. y Cappelli, A. (2024). Evaluación preliminar de nuevos sensores portátiles para estudiar posturas incongruentes de empleados en viticultura. *Sensors*, 24 (17), 5703.
<https://doi.org/10.3390/s24175703>
- Das B, Gangopadhyay S. Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos y estrés fisiológico entre adultos, hombres, cultivadores de papa de Bengala Occidental, India. (2015). *Asia Pac J Public Health*; 27 :NP1669–82
- Das, B. (2023). Work-related musculoskeletal disorders in agriculture: Ergonomics risk assessment and its prevention among Indian farmers. *Work* 76: 225–241
- de Castro, A.B., Krenz, J., & Neitzel, R. L. (2014). Assessing hmong farmers' safety and health. *Workplace Health & Safety*, 62(5), 178-85.
doi: <https://doi.org/10.3928/21650799-20140422-02>
- Dianat, I.; Afshari, D.; Sarmasti, N.; Sangdeh, MS; Azaddel, R. (2020). Work posture, working conditions and musculoskeletal outcomes in agricultural workers, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 77, <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.102941>.
- Dong, Y., Jiang, P., Jin, X., Jiang, N., Huang, W., Peng, Y., Shen, Y., He, L., Forsman, M., & Yang, L. (2022). Association between long-term static postures exposure and musculoskeletal disorders among university employees: A viewpoint of inflammatory pathways. *Frontiers in public health*, 10, 1055374.
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1055374>
- Eka, A., Yuli, A., Agripina, H., & Hari, P. (2019). Farmer’s work posture analysis affected musculoskeletal disorders. *Proceedings of the 2019 1st International Conference on Engineering and Management in Industrial System (ICOEMIS 2019)*, 192–196. <https://www.atlantispress.com/proceedings/icoemis-19/125921273>
- European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). Staying Safe Down on the Farm: Reducing the Risk of Musculoskeletal Disorders among Agricultural Workers. Available online:<https://osha.europa.eu/en/highlights/staying-safe-downfarm-reducing-risk-musculoskeletal-disorders-among-agricultural-workers>
- European Agency for Safety and Health at Work EU-OSHA (2020). MSD en el sector agrícola: de la identificación de los riesgos a la adopción de medidas preventivas. Disponible en línea: <https://osha.europa.eu/en/publications/msds-agriculture-sector-identifying-risks-adopting-preventive-measures/view>

- Fathallah, F. A., Tang, S. C., & Waters, T. (2016). Development and Evaluation of Ergonomic Interventions for Bucket Handling on Farms. *Human factors*, 58(5), 758–776. <https://doi.org/10.1177/0018720816631902>
- Fethke, N. B., Schall, M. C., Jr, Chen, H., Branch, C. A., & Merlino, L. A. (2020). Biomechanical factors during common agricultural activities: Results of on-farm exposure assessments using direct measurement methods. *Journal of occupational and environmental hygiene*, 17(2-3), 85–96. <https://doi.org/10.1080/15459624.2020.1717502>
- Fethke, N. B., Schall, M. C., Merlino, L. A., Chen, H., Branch, C. A., & Ramaswamy, M. (2018). Whole-Body Vibration and Trunk Posture During Operation of Agricultural Machinery. *Annals of work exposures and health*, 62(9), 1123–1133. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxy076>
- Gómez-Galán, M., Callejón-Ferre, Á. J., Díaz-Pérez, M., Carreño-Ortega, Á., & López-Martínez, A. (2021). Riesgo de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores del cultivo de pimiento. *Revista EXCLI*, 20, 1033–1054. <https://doi.org/10.17179/excli2021-3853>
- Gómez-Galán, M., Callejón-Ferre, A.J., Pérez-Alonso, J., Díaz-Pérez, M., Carrillo-Castrillo, J.A. (2020). Musculoskeletal Risks: RULA Bibliometric Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17 (12) (2020), p. 4354, 10.3390/ijerph17124354
- Gómez-Galán, M., Pérez-Alonso, J., Callejón-Ferre, Á.-J., & Sánchez-Hermosilla-López, J. (2018). Evaluación de la carga postural durante el cultivo de melón en invernaderos mediterráneos. *Sostenibilidad*, 10 (8), 2729. <https://doi.org/10.3390/su10082729>
- Gómez-Galán, M., Pérez-Alonso, J., Callejón-Ferre, A.J., López-Martínez, J. (2017). Musculoskeletal disorders: OWAS review. *Ind. Health*, 55 (2017), pp. 314-337, 10.2486/indhealth.2016-0191
- Graziosi, F., Bonfiglioli, R., Decataldo, F. y Violante, FS (2024). Criterios para la evaluación de la exposición a factores de riesgo biomecánicos: Guía práctica de la investigación—Parte 1: Aspectos generales y manipulación manual de materiales. *Life*, 14 (11), 1398. <https://doi.org/10.3390/life14111398>
- Hasheminejad, N., Choobineh, A., Mostafavi, R., Tahernejad, S., & Rostami, M. (2021). Prevalence of musculoskeletal disorders, ergonomics risk assessment and implementation of participatory ergonomics program for pistachio farm workers. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 27(4), 1234-1243. <https://doi.org/10.1080/10803548.2020.1841234>
- Hita-Gutiérrez, M., Gómez-Galán, M., Díaz-Pérez, M., & Callejón-Ferre, Á.-J. (2020). Una descripción general de las aplicaciones del método REBA en el mundo. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*, 17 (8), 2635. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082635>
- Houshyar, E., Kim, I-J. (2018). Understanding musculoskeletal disorders among Iranian apple harvesting laborers: Ergonomic and stop watch

- time studies. *Revista Internacional de Ergonomía Industrial*, 67, 32-40. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.04.007>
- Hullash Chauhan, Suchismita Satapathy, Ashok K. Sahoo, Debesh Mishra (2020). Mitigation of ergonomic risk factors in agriculture through suitable hand-glove materials, *Materials Today: Proceedings*, Volume 26, Part 2, Pages 561-565, ISSN 2214-7853, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.12.151>.
- Hyeseon, C., Sooin, P., Kim, I., & Myungsun, K. (2023). Differences in the effects of work environment on health problems and satisfaction of working condition by gender: The 6th korean working conditions survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(19), 6824. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph20196824>
- Hyun, L., Jung-Hwan, O., Jeong, Y., Seo, Y., Jeong, K., Sung, L., Woosong J., Gil, S., Chul, K., Sung, S. (2021). Prevalence of Low Back Pain and Associated Risk Factors among Farmers in Jeju. *Safety and Health at Work* 12. 432e438. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2021.06.003>
- Inga, S., Rubina, K. & Mejía, CR. (2021). Factores asociados al desarrollo de dolor lumbar en nueve ocupaciones de riesgo en la serranía peruana. *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo*, 30(1), 48-56. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S3020-11602021000100048&lng=es&tlng=es.
- Instituto de Medicina (EE. UU.). (2001). *Trastornos Musculoesqueléticos y el Lugar de Trabajo: Espalda Baja y Extremidades Superiores*. Washington (DC): National Academies Press (EE. UU.); 6, Biomecánica. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/translate.google/books/NBK222434/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge
- International Organization for Standardization (2021). ISO/TR 23476:2021. <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/07/56/75674.html?browse=tc>
- International Labour Office; International Ergonomics Association. (2014). *Ergonomic checkpoints in agriculture: Practical and easy-to-implement solutions for improving safety, health and working conditions in agriculture* / Edited by Shengli Niu, Kazutaka Kogi; International Labour Office, International Ergonomics Association. – Second edition. Geneva: ILO. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/instructionalmaterial/wcms_176923.pdf
- Ispăsoiu, A., Milosan, I., Senchetru, D., Machedon-Pisu, T., Ispăsoiu, AMF., Meişă, C. (2021) Study on the application of the QEC (Quick Exposure Check) on the ergonomic risks assessment in the industrial field. *MATEC Web of Conferences* 343, 10023. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202134310023>
- Jain, R., Meena, M. L., Dangayach, G. S., & Bhardwaj, A. K. (2018). Risk factors for musculoskeletal disorders in manual harvesting farmers of

- Rajasthan. *Industrial health*, 56(3), 241–248.
<https://doi.org/10.2486/indhealth.2016-0084>
- Jo, H., Baek, S., Park, H. W., Lee, S. A., Moon, J., Yang, J. E., Kim, K. S., Kim, J. Y., & Kang, E. K. (2016). Farmers' Cohort for Agricultural Work-Related Musculoskeletal Disorders (FARM) Study: Study Design, Methods, and Baseline Characteristics of Enrolled Subjects. *Journal of epidemiology*, 26(1), 50–56.
<https://doi.org/10.2188/jea.JE20140271>
- Kaewdok, T., Sirisawasd, S. y Taptagaporn, S. (2020). Factores de riesgo agrícolas relacionados con trastornos musculoesqueléticos entre agricultores mayores en la provincia de Pathum Thani, Tailandia. *Journal of Agromedicine*, 26 (2), 185–192.
<https://doi.org/10.1080/1059924X.2020.1795029>
- Kairi TK, Dey S. Prevalence of work-related musculoskeletal symptoms among tea garden workers in Bangladesh: a crosssectional study. *BMJ Open* 2022;12: e061305. doi:10.1136/ bmjopen-2022-061305
- Kalra, S., Arora, B. y Pawaria, S. (2016). Cross Sectional Survey of Work Related Musculoskeletal Disorders and Associated Risk Factors among Female Farmers in Rural areas of Haryana, India. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy*. April-June 2016, Vol. 10, No. 2. DOI: 10.5958/0973-5674.2016.00066.6.
<https://ijpot.com/scripts/IJPOT%20April-June%202016.pdf>
- Kang, F., He, Z., Feng, B., Qu, W., Zhang, B., & Wang, Z. (2021). Prevalence and risk factors for MSDs in vegetable greenhouse farmers: a cross-sectional survey from Shandong rural area, China. *La Medicina del lavoro*, 112(5), 377–386.
<https://doi.org/10.23749/mdl.v112i5.11490>
- Kang, F., He, Z., Feng, B., Qu, W., Zhang, B., & Wang, Z. (2021). Prevalence and risk factors for MSDs in vegetable greenhouse farmers: a cross-sectional survey from Shandong rural area, China. *La Medicina del lavoro*, 112(5), 377–386.
<https://doi.org/10.23749/mdl.v112i5.11490>
- Katayani, Kushwaha, Yadav y Dayal. (2019). Work related musculoskeletal pain/discomfort perceived by potato growers while performing potato cultivation activities. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*; 8(2): 840-842.
<https://www.phytojournal.com/archives/2019/vol8issue2/PartO/8-2-214-513.pdf>
- Katayani, Kushwaha, Yadav y Dayal. (2019). Work related musculoskeletal pain/discomfort perceived by potato growers while performing potato cultivation activities. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*; 8(2): 840-842.
<https://www.phytojournal.com/archives/2019/vol8issue2/PartO/8-2-214-513.pdf>
- Kaur P, Vaish H. (2022). Prevalência de distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho em mulheres agricultoras. *Rev Pesqui Fisioter*;12:e4236. <http://dx.doi.org/10.17267/2238-2704rpf.2022.e4236>

- Kee, D. (2022). Intervenciones ergonómicas participativas para mejorar el entorno laboral agrícola: Un estudio de caso en una organización agrícola de Corea. *Ciencias Aplicadas*, 12 (4), 2263. <https://doi.org/10.3390/app12042263>
- Kongtawelert, A., Buchholz, B., Sujitrarath, D., Laohaudomchok, W., Kongtip, P. y Woskie, S. (2022). Prevalencia y factores asociados con trastornos musculoesqueléticos en productores tailandeses de tabaco Burley. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*, 19 (11), 6779. <https://doi.org/10.3390/ijerph19116779>
- Kristanto, A., Neubert, M. S., Gross, M. T., Puntumetakul, R., Kaber, D. B., & Sessomboon, W. (2021). Effects of corrective insole on leg muscle activation and lower extremity alignment in rice farmers with pronated foot: a preliminary report. *The Foot*, 46, 101771.
- Kumar, A., Pramanik, A., Singh, JK., Kumar Tiwari, R., Swagatika Jena, (2021). An ergonomic intervention for manual load carrying on Indian farms, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 83, <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103126>.
- Kuta, Ł., Li, Z., Stopa, R., Komarnicki, P., & Słupska, M. (2020). The influence of manual harvesting on the quality of picked apples and the Picker's muscle load. *Computers and Electronics in Agriculture*, 168, 105151. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105151>.
- Le, D. K., & Lin, W. (2024). Human-exoskeleton cooperation for reducing the musculoskeletal load of manual handling tasks in orchid farms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 108820. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.108820>.
- Leite MR, Zanetta DMT, Trevisan IB, Burdmann EA, Santos UP. O trabalho no corte de cana-de-açúcar, riscos e efeitos na saúde: revisão da literatura. *Rev Saude Publica*. 2018;52:80
- López-Aragón, L., López-Liria, R., Callejón-Ferre, AJ., Pérez-Alonso, J. (2018). Musculoskeletal disorders of agricultural workers in the greenhouses of Almería (Southeast Spain), *Safety Science*, 109, 219-235, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.05.023>.
- Madriz-Quirós, Carmen E., & Sánchez-Brenes, Olga. (2021). Factores ergonómicos de riesgo para los trabajadores agrícolas, en la zona norte de Cartago, Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 34 (1), 127-142. <https://dx.doi.org/10.18845/tm.v34i1.4575>
- Mangesh, J. & Deshpande, W. (2019). A systematic review of comparative studies on ergonomic assessment techniques, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 74, <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.102865>
- Maradei, F., Ardila, C. y Sanabria, S. (2019). Síntomas musculoesqueléticos en las actividades de cosecha de mora de Castilla de piedecuesta, Colombia. *Hacia la Promoción de la Salud*, 24(2), pp. 91-106. <https://doi.org/10.17151/hpsal.2019.24.2.8>
- Masri N, Deros B, Yusuf H. (2017). Work-Related Musculoskeletal Disorders Among Tea Pluckers. *J Mech Eng*; 3: 221–32. <https://ir.uitm.edu.my/id/eprint/38699/1/38699.pdf>

- Mattila, TEA, Perkiö-Mäkelä, M., Hirvonen, M., Kinnunen, B., Väre, M. y Rautiainen, RH (2021). Exposiciones laborales y síntomas mentales y musculoesqueléticos en la agricultura ecológica. *Ergonomía*, 65 (2), 242–252. <https://doi.org/10.1080/00140139.2021.1974102>
- McCurdy SA, Samuels SJ, Carroll DJ, Beaumont JJ, Morrin LA.(2013). Lesiones agrícolas en trabajadores agrícolas hispanos migrantes de California.
- Merino, G, Da Silva, L., Mattos, D. y Guimarães, B. (2019). 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*, 69, 80-89, <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.10.004>.
- Mishra S, Avinash G, Kundu MG, Verma J, Sheth A, Dutta A. (2024). Work-related musculoskeletal disorders among various occupational workers in India: a systematic review and meta-analysis. *J Occup Health*. 2024 Jan 4;67(1):uia e077. doi: 10.1093/jocuh/uiae077. PMID: 39688540; PMCID: PMC11728104.
- Mishra, P. K., Sharma, A., & Prakash, A. (2023). Current research and development in cotton harvesters: A review with application to Indian cotton production systems. *Heliyon*, 9(5), e16124. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16124>
- Muhamad Nurul, H. Y., Jaafar, M. H., Ahmad Sufiril, A. M., Nur, Z. A., & Md, S. H. (2021). Implementation of kinetic and kinematic variables in ergonomic risk assessment using motion capture simulation: A review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), 8342. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph18168342>
- Munala, J., Olivier, B., Karuguti, W. y Karanja, S. (2021). Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos entre los trabajadores de granjas de flores en Kenia. *Revista Sudafricana de Fisioterapia*, 77 (1), 7 páginas. doi: <https://doi.org/10.4102/sajp.v77i1.1515>
- Naeini H, Kaviani Z, Karuppiah K, Sadeghi M (2020) Prevention of occupational traumas by developing an ergonomic design and modifying farmers' postures in walnut gardens of Tuyserkán. *Iran Arch Trauma Res* 9:24 https://archtrauma.kaums.ac.ir/article_118971.html
- Ng, YG; Tamrin, SBM; Yik, WM; Yusoff, ISM; Mori, I. (2018). La prevalencia de trastornos musculoesqueléticos y su asociación con la pérdida de productividad: un estudio preliminar entre las actividades de cosecha manual con uso intensivo de mano de obra en las plantaciones de palma aceitera. *Ind. Health*, 52, 78–85. https://www.jstage.jst.go.jp/article/indhealth/52/1/52_2013-0017/_pdf/-char/en
- Obi, O. F. (2015). The role of ergonomics in sustainable agricultural development in Nigeria. *Ergonomics SA*, 27(1), 33-45. Retrieved from <https://www.proquest.com/scholarly-journals/role-ergonomics-sustainable-agricultural/docview/1717017440/se-2>
- Olowogbon, T.S.; Babatunde, R.O.; Asiedu, E.; Yoder, A.M. (2021). Prevalence and Exposure to Ergonomic Risk Factors among Crop

- Farmers in Nigeria. *Appl. Sci.*, 11, 11989. <https://doi.org/10.3390/app112411989>
- Pal, A., & Dhara, P. C. (2018). Work Related Musculoskeletal Disorders and Postural Stress of the Women Cultivators Engaged in Uprooting Job of Rice Cultivation. *Indian journal of occupational and environmental medicine*, 22(3), 163–169. https://doi.org/10.4103/ijoem.IJOEM_104_18
- Pawitra, TA; Fathimahhayati, LD.; Fariza, MA. (2023). AULA Outperforms RULA in Evaluating MSD Risks of Oyster Mushroom Farmers: Implications for Safer Farming Practices. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1242(1); DOI: 10.1088/1755-1315/1242/1/012009
- Pinzke, S., & Lavesson, L. (2018). Ergonomic conditions in manual harvesting in Swedish outdoor cultivation. *Annals of agricultural and environmental medicine: AAEM*, 25(3), 481–487. <https://doi.org/10.26444/aaem/93334>
- Poochada, W.; Chaiklieng, S.; Andajani, S. (2022). Trastornos musculoesqueléticos en agricultores del Noreste de Tailandia. *Seguridad*, 8, 61. <https://doi.org/10.3390/safety8030061>
- Rahdiana, N., Suhardiman, S., & Sukarman, S. (2022). Ergonomic risk and musculoskeletal disorders in rice farmers at karang tanjung village, karawang regency. *Spektrum Industri*, 20(1), 39-48. doi: <https://doi.org/10.12928/si.v20i1.34>
- Ramos-García, VM, López-Leyva, JA, Balderrama-Carmona, AP, Ochoa-Vázquez, I., García-Ochoa, JJ y Espinoza-Espino, M. d. J. (2024). Un análisis de los riesgos laborales desde la dimensión de la ergonomía física para mejorar la salud ocupacional de los trabajadores agrícolas: el caso del Valle de Mayo, México. *Seguridad*, 10 (3), 61. <https://doi.org/10.3390/safety10030061>
- Rodeghiero Neto, Í., Zanchín, M., De Castro Brombilla, D., & Fernandes Andrade, I. (2018). Estudiar en muchos diferentes métodos ergonómicos y sus aplicaciones. *Revista Ação Ergonômica*, 13(1). <https://doi.org/10.4322/rae.v13e201816>
- Roggio, F., Vitale, E., Filetti, V., Rapisarda, V., Musumeci, G. y Romano, E. (2022). Ergonomic Evaluation of Young Agricultural Operators Using Handle Equipment Through Electromyography and Vibrations Analysis Between the Fingers, *Safety and Health at Work*, 13(4), 440-447, <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2022.07.003>.
- Sauk, H., & Kalin Uğurlutepe, K.M. (2023). Evaluation of employee positions by different ergonomic risk analysis methods in manual harvesting of hazelnuts. *Turkish Journal of Food and Agriculture Sciences*, 5(1), 1-6. <https://doi.org/10.53663/turjfas.1201035>
- Sarkar, K., Dev, S., Das, T., Chakrabarty, S., & Gangopadhyay, S. (2016). Examination of postures and frequency of musculoskeletal disorders among manual workers in Calcutta, India. *International journal of occupational and environmental health*, 22(2), 151–158. <https://doi.org/10.1080/10773525.2016.1189682>

- Sauter, M., Barthelme, J., Müller, C., & Liebers, F. (2021). Manual handling of heavy loads and low back pain among different occupational groups: results of the 2018 BIBB/BAuA employment survey. *BMC musculoskeletal disorders*, 22(1), 956. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04819-z>
- Schettino, S., Minette, L. J., Lima, R. C. A., Nascimento, G. S. P., Caçador, S. S., & Vieira, M. P. L. (2021). Forest harvesting in rural properties: Risks and worsening to the worker's health under the ergonomics approach. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 82, 103087. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103087>
- Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid. (2016). Métodos de evaluación ergonómica: Unigraficas GPS; <https://madrid.ccoo.es/54c00d40d3dea466094a35e6b6a867d9000045.pdf>
- Seo, M., Kim, H. y Jung, W. (2022). Mejoras ergonómicas en cestas de cosecha agrícola para reducir el riesgo de trastornos musculoesqueléticos en agricultores. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*, 19 (17), 10669. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710669>
- Sharifirad, M., Poursaeed, A., Lashgarara, F., & Mirdamadi, S. M. (2022). Risk factors for musculoskeletal problems in paddy field workers in northern iran: A community-based study. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 27, 77. https://doi.org/10.4103/jrms.jrms_1024_21
- Shin, Dong Seok, and Byung Yong Jeong. (2022). Older Female Farmers and Modeling of Occupational Hazards, Wellbeing, and Sleep-Related Problems on Musculoskeletal Pains. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19, no. 12: 7274. <https://doi.org/10.3390/ijerph19127274>
- Shivakumar M, Welsh V, Bajpai R, Helliwell T, Mallen C, Robinson M, Shepherd T. (2024). Musculoskeletal disorders and pain in agricultural workers in Low- and Middle-Income Countries: a systematic review and meta-analysis. *Rheumatol Int.*;44(2):235-247. doi: 10.1007/s00296-023-05500-5
- Singh, D., & Unesha Fareq, R. (2024). Ergonomic Evaluation Of Farm Women's Drudgery In Rice Production System: Current Research Trends. *Agriculture Association of Textile Chemical and Critical Reviews Journal*, 12(1). <https://doi.org/10.58321/aatccreview.2024.12.01.29>
- Sombatsawat, E., Luangwilai, T., Ong-artborirak, P. y Siritwong, W. (2019), "Trastornos musculoesqueléticos entre los productores de arroz en el distrito de Phimai, provincia de Nakhon Ratchasima, Tailandia", *Journal of Health Research*, vol. 33, n.º 6, págs. 494-503. <https://doi.org/10.1108/JHR-01-2019-0009>
- Sulaimana, A. S., Alfiani, R. N., Adiatmaja, F. S., & Khuriyati, N. (2023). Design of Harvesting Tool Using Ergonomic Approach for Musculoskeletal Discomfort Prevention in Low-Cost Farming System: A Case Study of Korean Melon (Cucumis melo var.

- Makuwa). In *Proceedings of the 3rd International Conference on Smart and Innovative Agriculture (ICoSIA 2022)*. Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-122-7_57
- Swangnetr, M., Kaber, D. B., Puntumetakul, R., & Gross, M. T. (2014). Ergonomics-related risk identification and pain analysis for farmers involved in rice field preparation. *Work (Reading, Mass.)*, 49(1), 63–71. <https://doi.org/10.3233/WOR-131768>
- Swangnetr, M., Kaber, DB, Puntumetakul, R. y Gross, MT (2014). Identificación de riesgos ergonómicos y análisis del dolor en agricultores que participan en la preparación de arrozales. *WORK*, 49 (1), 63-71. <https://doi.org/10.3233/WOR-131768>
- Taghizadeh-Alisarai, A. (2017). Analysis of annoying shocks transferred from tractor seat using vibration signals and statistical methods. *Comput. Electron. Agric.*, 141, 160–170. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.07.020>
- Thamrin, Y., In, K. Y., Muis, M., & Syafitri, N. M. (2022). Quasi-experimental study on the use of ergonomic tools among seaweed workers in takalar district. *NeuroQuantology*, 20(9), 1115-1119. doi: <https://doi.org/10.14704/nq.2022.20.9.NQ440125>
- Thetkathuek, A., Meepradit, P., & Sa-Ngiamsak, T. (2018). A Cross-sectional Study of Musculoskeletal Symptoms and Risk Factors in Cambodian Fruit Farm Workers in Eastern Region, Thailand. *Safety and health at work*, 9(2), 192–202. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2017.06.009>
- Tonelli, S., Culp, K., & Donham, K. (2014). Work-related musculoskeletal disorders in senior farmers: Safety and health considerations. *Workplace Health & Safety*, 62(8), 333–341. <https://doi.org/10.1177/216507991406200804>
- Umar, Radin Zaid Radin, et al. Initial validation of RULA-Kinect system-comparing assessment results between system and human assessors. *Proceedings of the 5th Mechanical Engineering Research Day (MERD)*, Melaka, Malaysia, 2018, vol. 3, p. 67-68.
- Unver-Okan, S.; Acar, HH; Kaya, A. (2017). Determinación de posturas de trabajo con diferentes métodos de evaluación de riesgos ergonómicos en viveros forestales. *Fresenius Environ. Bull.* 26, 7362–7371. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55747291/f.pdf?1738371885=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMONITORING_COASTLINE_CHANGE_USING_REMOTE.pdf&Expires=1754934416&Signature=bwG8H-Rwb0L2xCRyFqSeC5WKQHRE~mpekNXXzA1-CXaqTtmKwEtJip~-NTcLGNegMM6K53f~DpfrV9FaCP3DB51pdUdXqZcUiZpNc52k9bfbhhiXeRLu7qUXzD9E9c2LVWvZTD5rajjeZ8GZRtT0pgzqh0Vce8ST4bkdgtD8Ph37GBn6HECIB3OSG1N3q94uxbbL~8ej5mPB-wCuzXZSUdAf~XWCTizTTMG-2--qnFwpofvkRpIaSVgUajHs97ImD8pRiKB3A3kegG0THfVo4O233NfbQmnavtBwYwI54Dpfvz-

~etvg~oRpoCVZtkgrHfGouH6dfGQV0NK0In0OcUQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=392

- Vasanth D, Ramesh N, Fathima FN et al. (2015). Prevalencia, patrón y factores asociados con trastornos musculoesqueléticos laborales entre recolectores de té en una plantación de Tamil Nadu, India. *Indian J Occup Environ Med*; 19: 167. doi:10.4103/0019-5278.173992 pmid: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26957816>
- Widyanti, A. (2018). Ergonomic checkpoint in agriculture, postural analysis, and prevalence of work musculoskeletal symptoms among indonesian farmers: Road to safety and health in agriculture. *Jurnal Teknik Industri*, 20(1), 1-10. doi: <https://doi.org/10.9744/jti.20.1.1-10>
- workers. *J Kor Consumer Saf Assoc* 2016; 6:6e38 [in Korean].
- Yunus, M.N.H.; Jaafar, M.H.; Mohamed, A.S.A.; Azraai, N.Z.; Hossain, S. (2021). Implementation of Kinetic and Kinematic Variables in Ergonomic Risk Assessment Using Motion Capture Simulation: A Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18, 8342. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168342>