

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

AUTORES:

Ángel Jesús Callejón Ferre

Marta Gómez Galán

Manuel Díaz Pérez

José Pérez Alonso

ALMERÍA, SEPTIEMBRE DE 2022

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. ANTECEDENTES	5
1.2. JUSTIFICACIÓN	5
1.3. HIPÓTESIS	5
1.4. OBJETIVOS	6
CAPÍTULO 2: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. CONCEPTOS: SEGURIDAD Y SALUD, ERGONOMÍA Y TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS DE ORIGEN LABORAL	8
2.2. CARGA FÍSICA Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN.....	9
2.3. TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN EL SECTOR DE LA AGRICULTURA.....	12
CAPÍTULO 3: MATERIAL Y MÉTODOS	23
3.1. INVERNADERO DE ESTUDIO.....	24
3.2. POSTURAS EVALUADAS	24
3.3. SELECCIÓN DE MÉTODOS.....	25
3.4. MÉTODOS OWAS Y RULA	26
3.5. ETAPAS DE APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS	30
3.6. SOFTWARE Y EQUIPOS	31
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. Tareas y subtareas del cultivo de tomate bajo invernadero	33
4.2. Niveles de riesgo en cada subtaska según OWAS	38
4.3. Otros resultados obtenidos con el método OWAS	40
4.4. Resultados obtenidos con el método RULA.....	46
4.5. Discusión sobre riesgos en trabajadores de cultivo de tomate	49
4.5.1. Trasplante	49
4.5.2. Sulfatado y tratamientos fitosanitarios	51
4.5.3. Colocación de cuerdas y atar plantas con cuerdas	52
4.5.4. Quitar tallos	53
4.5.5. Recolección	55

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

4.5.6.	Despunte de tallos y quitar hojas.....	59
4.5.7.	Limpieza de broza, sacar broza del invernadero, cortar hierba y llenar dumper	60
4.5.8.	Despunte de ramas	64
4.5.9.	Limpieza de invernadero.....	64
4.6.	Otras recomendaciones.....	65
4.7.	Limitaciones del estudio.....	66
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES.....		68
5.1.	Conclusiones.....	69
CAPÍTULO 6: REFERENCIAS		70
ANEXO 1: IMÁGENES.....		85
ANEXO 2: APLICACIÓN DE OWAS		89
ANEXO 3: MEDICIONES DE RULA		106
ANEXO 4: PÍLDORA INFORMATIVA		124

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

En la mitad de los municipios que conforman la comunidad de Andalucía, el sector de la agricultura es el más importante en cuanto a empleo. Almería, es la segunda provincia que presenta un mayor porcentaje de empleo en este sector, correspondiendo al 14,5%, precedido únicamente por Jaén, con el 20,4%. Además, en Almería se encuentra la mayor superficie de invernaderos de Andalucía [1].

Concretando un poco más, en Almería, un total de 74084 trabajadores se han dedicado a la agricultura durante 2020/2021. De hecho, se ha producido un aumento del 0,8% respecto a 2019/2020. La superficie total de invernaderos es de 32554 ha, habiendo crecido también en comparación con años anteriores. La sandía y el pimiento se caracterizan por una mayor superficie cultivada en Almería, con 12575 ha y 12310 ha, respectivamente. Estas van seguidas por el tomate, con 8423 ha en la campaña 2020/2021. La producción de tomate ha sido de 736363 toneladas [2].

La Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) en el ámbito de la agricultura es fundamental, ya que los agricultores se exponen a numerosos riesgos durante sus labores. Entre otras cosas, las tareas manuales son muy frecuentes, se realizan tareas en condiciones climáticas adversas, existen riesgos con la utilización de maquinaria, etc. [3].

Además, la agricultura se caracteriza por un riesgo muy elevado para los trabajadores de sufrir trastornos musculoesqueléticos. A pesar de que ya se emplean algunas máquinas que ayudan a realizar las diferentes labores, se siguen realizando muchos trabajos de carácter manual, que engloban movimientos repetitivos, manejo manual de cargas o posturas perjudiciales para los trabajadores [4].

1.2. JUSTIFICACIÓN

La escasa existencia de estudios relativos a los trastornos musculoesqueléticos a los que están expuestos los agricultores de cultivo de tomate bajo invernadero en Almería, justifica la realización de este estudio. Tras la realización de una evaluación centrada en estos trabajadores se podrían proponer medidas preventivas.

Además, un análisis de tareas específicas de cultivo de tomate podría ser un punto más para la realización en un futuro de un manual en el que se caractericen las tareas específicas de los cultivos de Andalucía por sectores y provincias. Pimiento, melón, sandía, calabacín, judía, berenjena, pepino y tomate identificarían el sector de los invernaderos de Almería. Desde la Universidad de Almería ya han sido realizados el melón, calabacín y pimiento.

1.3. HIPÓTESIS

Esta investigación desea demostrar qué operaciones durante el cultivo de tomate bajo invernadero son las más problemáticas desde el punto de vista musculoesquelético.

1.4. OBJETIVOS

El objetivo de esta propuesta de investigación es conocer las posturas adoptadas y movimientos repetitivos de los trabajadores en el cultivo de tomate bajo invernadero tipo Almería diferenciando por labores o tareas culturales.

Para conseguir este objetivo general se proponen una serie de objetivos específicos:

- Valorar cuantitativamente, mediante los métodos OWAS y RULA, las posturas forzadas/movimientos repetitivos en trabajadores agrícolas del cultivo de tomate.
- Analizar resultados y proponer medidas y/o acciones para mejorar y/o evitar los riesgos musculoesqueléticos.

CAPÍTULO 2: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONCEPTOS: SEGURIDAD Y SALUD, ERGONOMÍA Y TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS DE ORIGEN LABORAL

La economía de los países se ve afectada por los accidentes y las enfermedades laborales, por ello las administraciones públicas fomentan la Seguridad y Salud en el Trabajo permanentemente [5]. Se define como “*condiciones y factores que afectan, o podrían afectar a la salud y la seguridad de los empleados o de otros trabajadores (incluyendo a los trabajadores temporales y personal contratado), visitantes o cualquier otra persona en el lugar de trabajo*” [6]. Los sistemas de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo mejoran las interacciones entre organizaciones y trabajadores (Figura 1) [7].

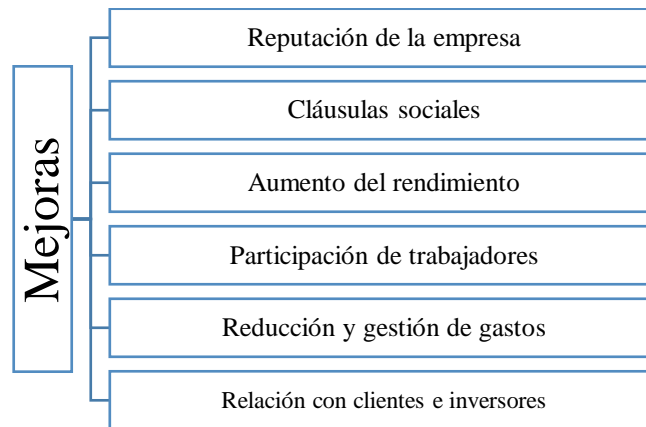


Figura 1. Mejoras debidas a un sistema de gestión de SST [7].

El concepto de ergonomía se define como “*la disciplina científica que trata de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, así como, la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos al diseño con objeto de optimizar el bienestar del ser humano y el resultado global del sistema*”, según la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA). Además, establece una distinción entre ergonomía física, ergonomía cognitiva y ergonomía organizacional (Figura 2) [8].

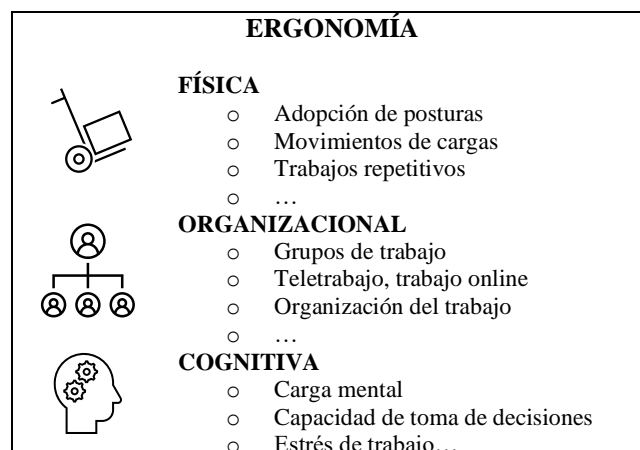


Figura 2. Clases de ergonomía (adaptado de [8]).

La ergonomía busca la eficiencia de las tareas, sin efectos negativos para el trabajador, utilizando estrictamente los medios necesarios y sin errores [9].

Por último, los trastornos musculoesqueléticos (TME) son definidos por la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo como “*alteraciones que sufren estructuras corporales como los músculos, articulaciones, tendones, ligamentos, nervios, huesos y el sistema circulatorio, causadas o agravadas fundamentalmente por el trabajo y los efectos del entorno en el que este se desarrolla*” [10].

En Europa y España las bajas laborales más frecuentes son debidas a los trastornos musculoesqueléticos [11]. Es necesaria la prevención de estos trastornos, pero también facilitar y mejorar la reincorporación al trabajo de empleados objeto de bajas por TME [12].

2.2. CARGA FÍSICA Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Las garantías en SST se podrían estar deteriorando como consecuencia de los cambios tan grandes que se están llevando a cabo en todos los sectores de la economía mundial, desde el primario hasta el terciario (Figura 3).

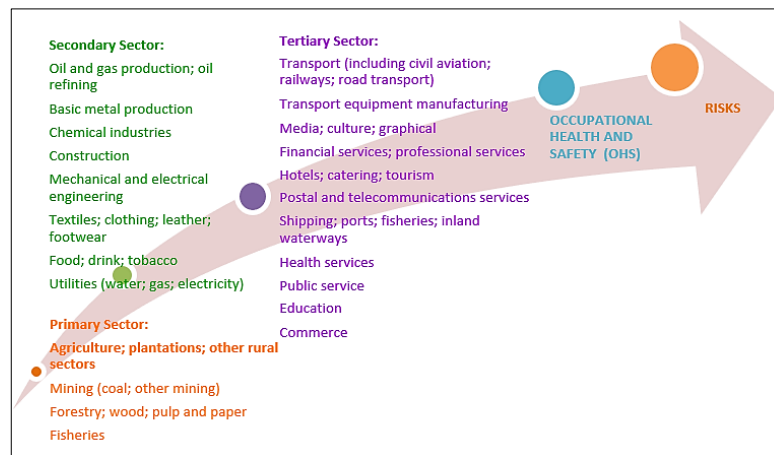


Figura 3. Sectores económicos objeto de estudio en SST [13].

El intercambio de mano de obra entre países es una realidad, sobre todo en un sector tan básico como el agrícola. Migraciones desde África a Europa [14] y desde México a Estados Unidos de América [15] son un claro ejemplo. Diferentes idiomas, culturas y capacidades, entre otras muchas características de los trabajadores, se enfrentan a las demandas de los empresarios y hacen difícil la labor de los mismos.

Se han clasificado en doce grandes grupos las investigaciones a nivel mundial llevadas a cabo sobre SST de los trabajadores agrícolas, destacando las relacionadas con las condiciones ergonómicas y lesiones musculoesqueléticas [16].

En agricultura una cantidad considerable del trabajo es físico, fundamentalmente por el carácter manual de muchas de las labores de los cultivos [17]. Hortalizas protegidas, frutales y fresas, entre otros, son un claro ejemplo de ello en Andalucía. Así,

malas posturas en trabajos con elevadas exigencias físicas son la causa de lesiones musculoesqueléticas [18]. Las estadísticas lo demuestran en todos los sectores. Más del 50% de los accidentes de trabajo con baja son de origen musculoesquelético [19].

Se entiende por carga física de trabajo el conjunto de requerimientos a los cuales está sometido el trabajador a lo largo de la jornada laboral. Sus componentes son: movimientos repetitivos, posturas forzadas y manipulación de cargas.

La disminución de la capacidad física del individuo por carga de trabajo excesiva produce cansancio, sensación de malestar e insatisfacción, movimientos más torpes e inseguros, disminución del ritmo de la actividad, disminución del rendimiento y aumento del número de errores. Finalmente, las consecuencias serían lesiones musculoesqueléticas [20].

Para conocer los posibles problemas musculoesqueléticos generados en los puestos de trabajo, dos preguntas son necesarias:

1. ¿Cuál es la forma más fácil de analizar las posturas/movimientos de una tarea de trabajo?
2. ¿Cómo se pueden distinguir qué posturas/movimientos son las perjudiciales con un criterio contrastado?

La primera pregunta se puede responder fácilmente. Las posturas adoptadas en una tarea dentro de un determinado trabajo pueden ser observadas y grabadas. Posteriormente, son analizadas en el ordenador. Es en éste cuando se deben distinguir qué posturas son las perjudiciales y según qué criterios. Así, se responde “a medias” a la segunda pregunta. “A medias” porque muchos son los métodos que según criterios específicos permitirán determinar los riesgos o “qué es lo que se está haciendo mal en cada postura de cada tarea”.

El problema de identificación y clasificación de las posturas es complicado y dependerá del tipo de trabajo (empresas), de la diversidad de tareas de ese trabajo (actividades en la empresa – subsistemas físico y cognitivo) posturas de esas tareas (procesos de una actividad) y del país donde se produzca (Figura 4) [21]. Este último aspecto es importante ya que, como ejemplo, la recolección de aceituna puede hacerse con treinta operarios o por el contrario con 2 operarios y una máquina. El coste de recolección será mayor o menor dependiendo del desarrollo o no del país y de su legislación laboral.

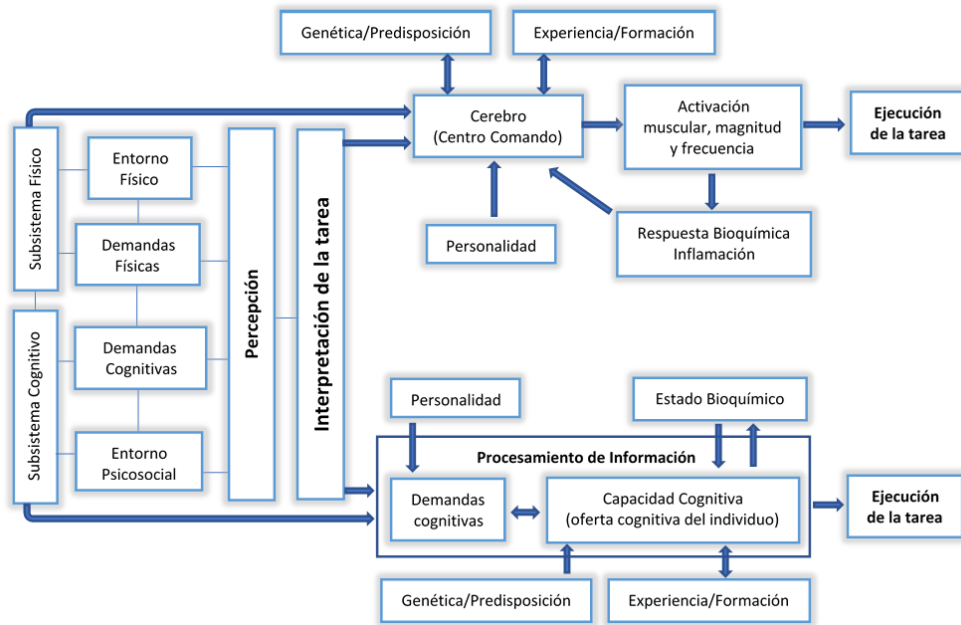


Figura 4. Interrelación de los subsistemas físico y cognitivo [21].

Para satisfacer la necesidad de evaluar la carga física de las tareas de los diferentes trabajos y cuantificar sus efectos se han desarrollado numerosos métodos (Tabla 1) [22].

Tabla 1. Métodos de evaluación de carga física, entre otros.

MÉTODOS DIRECTOS

HADA Move-Human [23]

Sistema de Kinect [24]

MÉTODOS INDIRECTOS

Cuestionario Nórdico Estandarizado (NMQ) [25]

Cuestionario Michigan [26]

Cuestionario Quick Exposure Check (QEC) [27]

Cuestionario Keyserling [28]

MÉTODOS SEMIDIRECTOS

Manipulación de cargas
 Método KIM [29]
 Método INSHT [30]
 Método MAC [31]
 Tablas LIBERTY MUTUAL [32]
 Ecuación NIOSH [33]
 Tabla Snook y Ciriello [34]

Movimientos repetidos
 Método RULA [35]
 Método OCRA [36]
 Método PLIBEL [37]
 Método "Job Strain Index" [38]
 Método IBV [39]
 Postura y Repetición Riesgos Factor Index (PRRI) [40]

Posturas forzadas
 Método REBA [41]
 Método PATH [42]
 Método OWAS [43]
 Método VIRA [44]
 Método Corlett [45]

Lo importante de los métodos es que deben:

- Ser lo suficientemente simples para ser utilizados por personal no entrenado ergonómicamente.
- Proporcionar respuestas claras en la evaluación.
- Ofrecer posibilidades para la corrección de las posturas detectadas.

2.3. TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN EL SECTOR DE LA AGRICULTURA

Los trastornos musculoesqueléticos son una prioridad en la prevención de riesgos agrícolas junto con los riesgos psicosociales, la gestión de la prevención, estudio de enfermedades respiratorias, dermatológicas y exposiciones químicas, fundamentalmente. No hay riesgos más importantes que otros y su priorización dependerá de las autoridades [46].

En el sector agrícola, el clima de seguridad deficiente es asociado con desórdenes musculoesqueléticos [47]; sin embargo, un clima no deficiente unido a una buena gestión de la seguridad y salud en el trabajo favorece una mayor capacidad de trabajo y compromiso del trabajador [48].

Los trastornos musculoesqueléticos suelen aumentar con la edad, con niveles educativos más bajos y con otras enfermedades [48, 49]. Son generalizados en los trabajadores agrícolas (zona lumbar principalmente) [50], pero ellos, normalmente, no suelen acudir a los servicios médicos. Infravaloran los trastornos musculoesqueléticos, lo que sugiere que las bajas laborales por esta afección sean superiores a las registradas por las administraciones [51].

Los trabajadores necesitan de formación, información y concienciación en cultura preventiva para mejorar sus condiciones laborales [52, 53] acompañado de un buen sistema de vigilancia de la salud y planes de prevención [54]. La ejecución incorrecta de las tareas agrícolas y no seguir las recomendaciones de los planes de prevención favorecen los trastornos musculoesqueléticos [55].

Diseños ergonómicos previos de los puestos de trabajo minimizarán los riesgos musculoesqueléticos [56]. Complementariamente, la mecanización de los cultivos disminuirá los accidentes laborales [57]; no obstante, se asocia a problemas musculoesqueléticos derivados de las vibraciones, que suelen ser mínimas por las mejoras [58]. También, se asocia a la adopción de posturas forzadas como consecuencia de su manejo (palanca de cambios, comandos, frenos, embrague de pedales, dirección, mirar, observar, maniobrar) [59]. Otra opción innovadora sería el uso de exoesqueletos para tareas agrícolas, sobre todo en espalda y rodillas. Su principal inconveniente sería de adaptación a las distintas condiciones de cultivo y diferentes pendientes con sus derivadas caídas [60].

Los movimientos repetitivos de brazos y manos son los más exigentes para los trabajadores agrícolas de España (67%). También, se advierten TME en cuello (23%) y

espalda baja (50%) [61, 62]. Además, son escasos los estudios sobre TME en agricultura [63] en un sector con numerosísimos riesgos [64].

Para obtener una visión más concreta sobre las principales zonas corporales afectadas por TME, en diversos cultivos, se realiza una revisión a nivel mundial con estudios relacionados que se publicaron entre 1996 y 2020 (Tabla 2). La finalidad es analizar algunos cultivos estudiados, metodologías aplicadas, etc. con el fin de conocer el camino y la forma para llevar a cabo nuevos estudios que puedan ayudar a prevenir estos trastornos.

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 2. Trastornos musculoesqueléticos en agricultura.

ZONA CORPORAL	PAÍSES EN DESARROLLO EN LA AGRICULTURA ¹	PAÍSES DESARROLLADOS ²
CABEZA Y CUELLO	<p>1</p> <p>Mediante el uso del NMQ y el cuestionario de exposición rápida (QEC) en cultivo de palmeras se advirtieron mayores dolencias en cuello respecto a espalda y hombros [65] (Malasia).</p>	<p>En las macrogranjas se detectan mayores dolencias en el cuello y extremidades superiores [68] (EE. UU.).</p>
	<p>2</p> <p>Una organización del trabajo deficiente en cultivo de palma aceitera es relacionada con posturas forzadas que afectan a cuello y hombros [66] (Malasia).</p>	<p>Mediante el análisis de 518 agricultores se observó que el dolor de cuello asociado al ordeño de animales superaba al resto de TME detectados [69] (EE. UU.).</p>
	<p>3</p> <p>Con NMQ y RULA (861 trabajadores) se evaluaron recolectores de frutas en Tailandia con más de 10 años de experiencia. Problemas de cuello fueron identificados [67] (Tailandia).</p>	<p>El uso de maquinaria (quad) podría explicar la alta prevalencia de dolor de cuello en agricultores como consecuencia de las vibraciones [70] (Canadá).</p>
ESPALDA, COLUMNA Y LUMBAGO	<p>1</p> <p>Evaluados 13965 trabajadores, los trastornos lumbares se asocian a estrés físico moderado/fuerte y exposición a vibraciones. Mujeres y trabajadores mayores son los más afectados en zonas agrícolas en desarrollo [71] (China).</p>	<p>Las agricultoras modificaron las posturas en la realización de las tareas. Evaluación con OWAS. Aprendieron nuevas técnicas de trabajo, y redujeron posturas forzadas (dobladas y torcidas de la espalda) del 34 al 4% [76] (Finlandia).</p>
	<p>2</p> <p>La prevalencia (lumbalgia) crónica (8,4%) en cultivo de tabaco se asoció a la edad avanzada, cría adicional de ganado, esfuerzo físico intenso, posturas forzadas y trastornos psicosociales [72] (Brasil).</p>	<p>Alta prevalencia en los agricultores de maíz y soja. Muestra de 499 [77] (Kansas-EE. UU.).</p>

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

3	Las intervenciones actuales en la India no son efectivas para devolver a los trabajadores a una agricultura sin dolencias [73] (India).	Investigación a nivel mundial en la que destaca como más perjudicial el trabajo con espalda inclinada [78] (EE. UU.).
4	Los mayores riesgos de TME en cultivo de arroz están asociados a la columna, principalmente. Estos hechos se relacionan con la temporalidad de los trabajadores [74] (Malasia).	Se redujo la tensión y fatiga muscular en la espalda en la recolección de manzanas mediante el uso de cinturones de seguridad [79].
5	En Irán mediante QEC y NMQ, se comprobó que los agricultores que usaban herramientas mejoraron sus condiciones ergonómicas con respecto a otros que no las utilizaban [75] (Irán).	Exposición y duración a vibraciones se asocian con dolor de espalda transitoriamente y de por vida [80] (EE. UU.).
6	-----	En el viñedo lo sufren el 32% en hombres y el 43,7% en mujeres. Muchos trabajadores agrícolas carecen de seguro médico o de acceso a servicios de atención médica [81] (Oregón-EE. UU.).
7	-----	Trabajos agrícolas se relacionan directamente con osteoartritis y lumbago en Corea del Sur. Se advierte baja preocupación de las administraciones [82].
8	-----	Alta incidencia en áreas agrícolas junto a otras actividades como minería y construcción [83] (EE. UU.).
9	-----	Utilización del método MICASA en 759 agricultores. TME en mujeres si se arrodillan más de 35 h/semana) [84] (EE. UU.).

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

10	-----	En las meggranjas de leche los trabajadores eventuales tienen una mayor prevalencia en la parte superior de la espalda [68] (EE. UU.).
11	-----	El mantenimiento de equipos y maquinaria agrícola se asocia (518 trabajadores agrícolas) a TME en zona lumbar (33,2%), cuello/hombro (30,8%) y codo/muñeca/mano (21,6%). Labores de ordeño se asocian con dolor de hombros. Manipulación de cargas se asocia con dolor de codo/muñeca/mano [69] (EE. UU.).
12	-----	Efectos de las vibraciones en el cuerpo de agricultores de las praderas canadienses (muestra de 187 agricultores) asociados al uso de maquinaria [85] (Canadá).
13	-----	Las tareas del viñedo están relacionadas con los dolores de espalda [86] (EE. UU.).
14	-----	Controles de salud deficientes y horarios precarios se relacionan directamente con dolores lumbares. Se usó el índice de discapacidad de Oswestri (ODI) [87] (Corea del Sur).
16	-----	Evaluados 835 agricultores (RX), se detectó mayor incidencia de TME lumbares en mujeres y jóvenes en comparación con los agricultores masculinos y mayores [88] (Corea del Sur).

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

	16	-----	El peso de la carga, edad, peso corporal, sexo y altura son parámetros que influyen sobre los TME en mayor o menor medida [89] (Singapur).
	17	-----	Las vibraciones no se pueden relacionar categóricamente con agricultores que operan con tractores y maquinaria [90] (Canadá).
	18	-----	Manipulación de cargas, posturas forzadas y movimientos repetitivos provocan trastornos acumulativos y agudos. Otros riesgos como cortes, fracturas, distancia a recorrer, peso de la carga, sexo, altura y mecanización también son base de problemas adicionales. Muestra de 49 agricultores de cultivos extensivos y uso de sensores (métodos de evaluación directos) [91] (EE. UU.).
	19	-----	La tarea más estudiada es la recolección, seguida del transporte, carga, poda, siembra y otras operaciones manuales ordinarias. Movimientos repetitivos, posturas forzadas (agacharse y arrodillarse), características individuales, diseño deficiente de herramientas y uso de maquinaria favorecen mayores riesgos [92] (Grecia).
CADERA	1	-----	La osteoartritis en cadera es una enfermedad común entre los agricultores. Hay pocos estudios sobre esta dolencia. Son necesarios enfoques integrales en las zonas rurales [82] (Corea del Sur).
	2	-----	La conducción de tractores o equipos durante más de 60 horas/semana en los hombres se relaciona con el

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

			TME de cadera. Utilización del método MICASA en 759 agricultores [84] (EE. UU).
EXTREMIDADES SUPERIORES	1	158 trabajadores fueron analizados en la tarea de clasificación y corte de flor. Se advirtieron TME (muñeca y brazo). Se sugieren pausas/descansos durante la jornada laboral [93] (Colombia).	Tareas en salas de ordeño pueden considerarse con poca carga física gracias a la mecanización. Evaluación mediante métodos directos (parámetros biológicos) e indirectos (OWAS) [96] (Finlandia).
	2	Formación de agricultores de arroz y rediseño de herramientas reducen las lesiones [94] (Tailandia).	Son comunes en los recolectores de tomate de invernadero. Evaluación con NMQ. Muestra de 108 trabajadores [97] (Reino Unido).
	3	En tareas de mantenimiento de herramientas de poda y corte de flor [95] (Colombia).	Los agricultores, junto con trabajadores de otros sectores productivos, padecen síndrome del túnel carpiano, tendinitis y artritis. Estas afecciones pueden ser invalidantes. Encuesta nacional de salud [98] (EE. UU).
	4	-----	Padres e hijos migrantes. Muestra 180 familias (390 personas) [99] (EE. UU.).
	5	-----	Posturas forzadas y movimientos repetitivos en granjas lecheras junto jornadas sin descansos se asocian con patologías de hombros [100] (EE. UU.).
	6	-----	A pesar de los avances técnicos en las salas de ordeño todavía existen TME, especialmente en mujeres. Uso de NMQ en 103 personas [101] (Suecia).
	7	-----	Vibradores eléctricos para recolección de aceitunas y la postura en la recolección suponen un riesgo de trastornos en los miembros superiores [102] (Italia).

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

8	-----	Las sobrecargas y posturas forzadas en granjas generan dolores y/o rigideces musculoesqueléticas [103] (Polonia).
9	-----	Posturas forzadas y manipulación de cargas en la recolección de pimiento en invernadero. Empleo de video 3DMatch [104] (Canadá).
10	-----	Tareas en salas de ordeño de gran tamaño. Uso de NMQ. Muestra de 450 trabajadores [105] (EE. UU.).
11	-----	Son el segundo TME laboral más alto en la agricultura [106] (Países Bajos).
12	-----	En la poda con motosierra en olivar se sugieren medidas preventivas para paliar TME. Métodos empleados OWAS, RULA y REBA [107] (Portugal).
13	-----	La recolección semi-mecánica con vibraciones, provoca fatiga y diversos riesgos en la recolección de arándanos. Emplearon la escala Borg CR10, electromiografía (EMG), (RULA), el índice de trastornos de trauma acumulativo (CTD) y el NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) [108] (EE. UU.).
14	-----	En Finlandia están disminuyendo las lesiones promedio anuales de las extremidades superiores. Registro Finlandés de enfermedades profesionales. Análisis de 240000 casos durante el periodo 1975-2013 [109].

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

EXTREMIDADES INFERIORES (RODILLAS Y TOBILLOS)	1	En cultivo de arroz en Tailandia. Muestra de 30 agricultores [110] (Tailandia).	Flexión de rodillas en escardas y recolección en explotaciones agrarias tradicionales de Corea del Sur [112].
	2	Buenas condiciones físicas y de mantenimiento de los trabajadores favorecen la prevención de riesgos musculoesqueléticos (Malasia) [111].	En explotaciones agrarias diversas mediante métodos de evaluación semidirectos. Agricultores tradicionales [113] (Corea del Sur).
AFECTAN A VARIAS REGIONES DEL CUERPO	1	Trabajadores de palma aceitera. Uso de REBA [114] (Malasia).	Muestra de 2473 trabajadores en explotaciones agrarias diversas. Uso de NMQ. Prevalencia general de artritis [119] (Canadá).
	2	En palmeras aceiteras, alta prevalencia de lesiones, particularmente durante el trabajo manual intensivo y durante la cosecha. Uso de métodos semidirectos e indirectos [115] (Malasia).	En el cultivo del olivo, muchas labores requieren de esfuerzos físicos prolongados e intensos que pueden incrementar el riesgo. Las tareas laborales más problemáticas fueron la poda y la recolección, mientras que la fertilización mostró el menor riesgo. Uso de OCRA. Muestra de 430 trabajadores [120] (Italia).
	3	Los trabajadores sufren dolores agudos y siguen trabajando, aunque su productividad se reduce a la mitad [116] (Malasia).	-----
	4	Tareas de cultivo y recolección en palmeras provocan dolor de espalda y dolor de hombros. Uso de NMQ y QEC [65] (Malasia).	-----
	5	La prevalencia de los TME en cuello de los agricultores de El Salvador y Nicaragua fue del 47,8% y 45,9%, respectivamente. Sin embargo, el	-----

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

	<p>dolor de espalda de los agricultores de Panamá y Guatemala fue del 12,8% y 14,8%, respectivamente. La prevalencia de dolor fue mayor en mujeres, sobre todo en tareas manuales. Muestra de 12024 personas [117] (Costa Rica).</p>	-----
<p>6</p>	<p>En agricultores de la India, en general, la edad se asoció con TME en todas las regiones del cuerpo excepto, hombros y cuello. Uso de RULA y NMQ. Muestra de 140 trabajadores [118] (India).</p>	-----

¹Países en desarrollo en la agricultura (Irán, India, China, Malasia, Tailandia, Islas Salomón, Borneo, Nepal, Indonesia, Marruecos, Túnez, Egipto, Sudáfrica, Argelia, Líbano, Colombia, El Salvador, México, Brasil, Trinidad y Tobago, Panamá, Guatemala y Nicaragua).

²Países desarrollados (Países Bajos, Alemania, Italia, España, Finlandia, Francia, Suecia, Serbia, Dinamarca, Canadá, Estados Unidos, Australia, Corea del Sur, Lituania y Nueva Zelanda).

Como se observa en la Tabla 2, son numerosos los métodos de evaluación que se emplean para la evaluación de trastornos de este tipo (Tabla 1), OWAS, RULA, QEC, NMQ, etc.

Los TME relacionados con el cuello son frecuentes en granjas de leche, conductores de quads, cultivos frutales y de palmeras (Malasia, Tailandia, EE. UU. y Canadá) [65-70].

Los TME relacionados con la espalda, columna y lumbago están asociados a explotaciones agropecuarias. Se consideran dolencias comunes del sector agrario (China, Brasil, India, Malasia, Irán, Finlandia, EE. UU., Corea del Sur, Canadá, Singapur y Grecia) [68- 92].

Los TME relacionados con la cadera no son muy habituales; sin embargo, hay una relación de esta dolencia con la conducción de tractores y maquinaria agrícola durante tiempo prolongado (Corea del Sur y EE. UU.) [82, 84].

TME en las extremidades superiores están relacionados con tareas de ordeño, vibraciones de maquinaria y recolección de frutas (Colombia, Tailandia, Finlandia, Reino Unido, EE. UU., Suecia, Italia, Polonia, Canadá, Países Bajos y Portugal) [93- 109].

TME en las extremidades inferiores han sido relacionadas con cultivos tradicionales y en pendientes. Destaca el arroz, sobre todo, por los resbalones (Tailandia, Malasia y Corea del Sur) [110-113].

En general, los TME en agricultura afectan a varias partes del cuerpo a la vez (Malasia, India, Costa Rica, Panamá, Guatemala, Salvador, Nicaragua, Canadá e Italia) [65, 114-120].

CAPÍTULO 3: MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. INVERNADERO DE ESTUDIO

El estudio se ha llevado a cabo en un invernadero situado en la provincia de Almería (Andalucía, España; Figura 5). Se trata de un invernadero de 8000 m², plano, enarenado con riego por goteo, dedicado al cultivo de tomate en rama (variedad “Ateneo”).

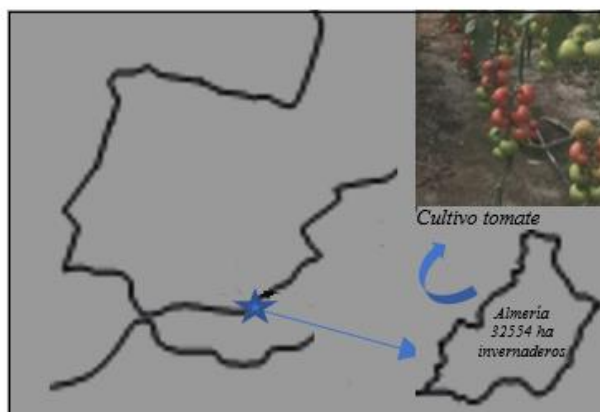


Figura 5. Ubicación invernadero de estudio.

La explotación cuenta con tres operarios masculinos que acumulan gran experiencia laboral en el sector hortofrutícola de cultivos protegidos. Además de ellos, una trabajadora asistía de forma esporádica para ayudar en algunas labores. Se grabó principalmente a los otros dos operarios que eran los que trabajaban de forma continua en el invernadero.

Casi la totalidad de las tareas que realizan son manuales, no adoptando mecanización en sus trabajos, como ocurre en los invernaderos de Almería. En algunas labores emplean herramientas determinadas (tijeras, cuchillos de poda, escardillos, etc.). Los horarios de trabajo varían a lo largo de los meses en función de las condiciones climatológicas.

Se comenzó la toma de datos el 8 de agosto y se terminó el 21 de mayo. A la vez que se realizaban las observaciones se analizaban las imágenes en gabinete. Hay que destacar que la fecha de comienzo fue anterior a la concesión del proyecto previo visto bueno del Instituto Andaluz de Prevención de Riesgos Laborales. Esto fue así ya que era necesario grabar todas las labores del cultivo.

3.2. POSTURAS EVALUADAS

Se realiza la evaluación de posturas de trabajadores en cada una de las tareas del cultivo de tomate. Las labores que se llevan a cabo en este cultivo en los distintos invernaderos tipo Almería son prácticamente las mismas, por lo que de forma general las posiciones que se adoptan son muy similares. Por tanto, lo que se analiza en este estudio son las diferentes posturas vinculadas a cada tarea, no a los trabajadores. De esta forma, la muestra es el número de posturas, no el número de operarios que se encargan del invernadero. Por este motivo, tampoco se hace distinción por sexo en los trabajadores.

A continuación, se presenta un ejemplo de dos trabajadores recogiendo tomates en un invernadero. Ambos tienen diferentes características (que no se van a analizar), lo que se va a evaluar son sus posturas. En los dos casos la posición de su cuerpo para esa tarea es la misma (Figuras 6 y 7).



Figura 6. Trabajador 1. Recogida de tomates en invernadero tipo Almería.



Figura 7. Trabajador 2. Recogida de tomates en invernadero tipo Almería.

3.3. SELECCIÓN DE MÉTODOS

Para la selección del método de evaluación se ha seguido una matriz de decisión (Tabla 3). En ella se han obviado los métodos tipo checklist por sólo identificar y no cuantificar. Se ha valorado cada método en una escala de 1 a 4.

Tabla 3. Matriz de decisión de los métodos de evaluación.

Método (ver Tabla 1)	Rapidez en aplicar el método	Variable de estudio	Aplicabilidad en agricultura	Fiabilidad y facilidad en la estadística	Facilidad de aplicación, software y referencias	Total
Método RULA [35]	3	3	3	3	4	16
Método IBV [39]	2	3	3	3	3	14
Método OCRA [36]	1	4	3	4	3	15
Método PLIBEL [37]	2	2	2	3	2	11
Método REBA [41]	2	2	2	3	2	11
Método OWAS [43]	3	3	3	3	4	16
Método Corlett [45]	2	2	2	2	2	10

Método (ver Tabla 1)	Rapidez en aplicar el método	Variable de estudio	Aplicabilidad en agricultura	Fiabilidad y facilidad en la estadística	Facilidad de aplicación, software y referencias	Total
Método VIRA [44]	2	2	2	3	2	11
Método del INSHT [30]	3	1	3	3	3	13
Ecuación de NIOSH [33]	2	2	3	3	3	13
Tablas de Liberty Mutual [32]	2	1	2	3	3	11

Los factores considerados como evaluables en la matriz (Tabla 3) han sido fijados por los investigadores que han llevado a cabo el estudio, en función del objetivo perseguido, el tiempo y herramientas disponibles.

Finalmente, se utilizarán los métodos OWAS y RULA [35, 43]. Estos destacan por ser sencillos y útiles en el análisis de carga postural y movimientos repetitivos. Pueden ser utilizados obteniéndose datos fiables después de un periodo corto de entrenamiento. Es decir, cumplen con las tres condiciones descritas en el capítulo 2 de este documento.

Por tanto, el análisis consistirá en la clasificación según los métodos OWAS y RULA de todas las tareas del cultivo de tomate.

3.4. MÉTODOS OWAS Y RULA

El método OWAS es originario de Finlandia y fue aplicado por primera vez en la industria del acero [43], pero se aplica para la evaluación de posturas en numerosos sectores laborales [96, 107, 121-123].

OWAS evalúa un total de 252 posturas. Estas son combinación de las posiciones de las distintas partes del cuerpo y de la carga que soporta el trabajador durante el desarrollo de la tarea. En concreto, el método considera cuatro posiciones de espalda, tres de brazos, siete de piernas y tres intervalos de carga. Cada una de estas opciones tiene asignado un dígito. Al evaluar una postura concreta del trabajador y asignar un dígito a cada posición y a la carga, se obtiene un código de postura determinado (Tabla 4). En función de este, cada postura se clasifica en un nivel de riesgo (Tabla 5). El método determina cuatro categorías de riesgo, siendo la número cuatro la más perjudicial, requiriendo acciones de corrección inmediatas (Tabla 6). También es posible determinar el nivel de riesgo para cada parte del cuerpo (espalda, brazos y piernas) en función del porcentaje de repetición de la posición adoptada (Tabla 7) [43, 124].

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 4. Códigos de postura. Adaptado de [124].

Espalda (1° dígito)	1	Recta	Tronco en línea con cadera y piernas.
	2	Doblada	Flexión con un ángulo mayor de 20°.
	3	Girada	Inclinación lateral o torsión mayor de 20°.
	4	Doblada y girada	Flexión y giro a la misma vez.
Brazos (2° dígito)	1	Los dos abajo	Se considera arriba cuando el brazo completo o una parte de él está situada pasando el nivel del hombro.
	2	Uno abajo y otro arriba	
	3	Los dos arriba	
Piernas (3° dígito)	1	Sentado	Sentado.
	2	De pie, piernas rectas	Peso en equilibrio entre las piernas.
	3	De pie, pierna recta y otra flexionada	Peso desequilibrado entre las piernas.
	4	De pie o cuclillas, dos piernas flexionadas (peso equilibrado)	Ángulo igual o inferior a 150° [125].
	5	De pie o cuclillas, dos piernas flexionadas (peso desequilibrado)	Ángulo igual o inferior a 150° [125]
	6	De rodillas	No sólo se refiere a las dos rodillas, también a una.
	7	Andando	Andando
Carga (4° dígito)	1	Menos de 10 kg	
	2	Entre 10 y 20 kg	
	3	Más de 20 kg	

Tabla 5. Niveles de riesgo para códigos de postura. Adaptado de [124].

Piernas	Carga	Brazos											
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	2	2	3	1	2	2	2	3	4
	2	1	1	1	2	2	3	1	2	2	3	3	4
	3	1	1	1	3	3	4	1	3	3	3	4	4
2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2
	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	3	3
	3	1	1	1	3	3	3	1	1	1	3	4	4
3	1	1	1	1	2	2	3	1	1	2	2	3	3
	2	1	1	1	2	3	3	1	1	3	2	3	3
	3	1	1	1	3	3	3	2	2	3	3	4	4
4	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4
	2	2	2	2	3	4	4	3	4	4	4	4	4
	3	2	2	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4
5	1	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4
	2	2	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4
	3	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
6	1	1	1	1	2	3	4	1	3	4	4	4	4
	2	1	1	1	2	3	4	1	3	4	4	4	4
	3	1	1	1	2	4	4	1	3	4	4	4	4
7	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2
	2	1	1	1	3	3	3	1	1	1	3	3	3
	3	1	1	2	3	4	4	1	1	1	4	4	4
		1	2	3	4								
		Espalda											

Tabla 6. Niveles de riesgo OWAS. Adaptado de [124].

Nivel de riesgo	
1	Posturas consideradas normales. No requieren corrección.
2	Posturas que podrían afectar al sistema musculoesquelético. Requieren corrección, pero no con urgencia.
3	Posturas que provocan daños en el sistema musculoesquelético. Requieren corrección en un período de tiempo breve.
4	Posturas muy dañinas para el sistema musculoesquelético. Requieren corrección de forma inmediata.

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 7. Niveles de riesgo por zonas corporales. Adaptado de [124].

Porcentaje repetición	Espalda				Brazos			Piernas						
	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7
≤ 10%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
≤ 20%	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1
≤ 30%	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1
≤ 40%	1	2	2	3	1	2	2	1	1	2	3	3	2	1
≤ 50%	1	2	2	3	1	2	2	1	1	2	3	3	2	1
≤ 60%	1	2	3	3	1	2	2	1	1	2	3	3	3	1
≤ 70%	1	2	3	3	1	2	2	1	1	2	3	3	3	1
≤ 80%	1	2	3	4	1	2	3	1	1	2	4	4	3	1
≤ 90%	1	3	3	4	1	3	3	1	2	3	4	4	3	2
≤ 100%	1	3	3	4	1	3	3	2	2	3	4	4	3	2

El método RULA fue desarrollado por Mc Atamney y Corlett para evaluar movimientos repetitivos de empleados durante sus tareas. Este método evalúa las posiciones adoptadas en seis partes del cuerpo, concretamente muñecas, antebrazos, brazos, cuello, tronco y piernas. Además, evalúa dos factores adicionales, la acción muscular estática o repetición y la carga. Se analiza la parte derecha e izquierda del cuerpo de forma independiente, seleccionando generalmente la que se expone a una mayor carga durante el trabajo. Para su uso se requiere medir los ángulos originados en la adopción de las posturas. A partir de dichos ángulos y otra serie de características se obtiene una puntuación (Figura 8). Cada puntuación se engloba en un nivel de acción que establece RULA, clasificándose las posturas según el riesgo. Existen cuatro niveles, siendo el cuarto el más perjudicial (Tabla 8) [35]. El método RULA también ha sido aplicado en numerosos sectores laborales [127].

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

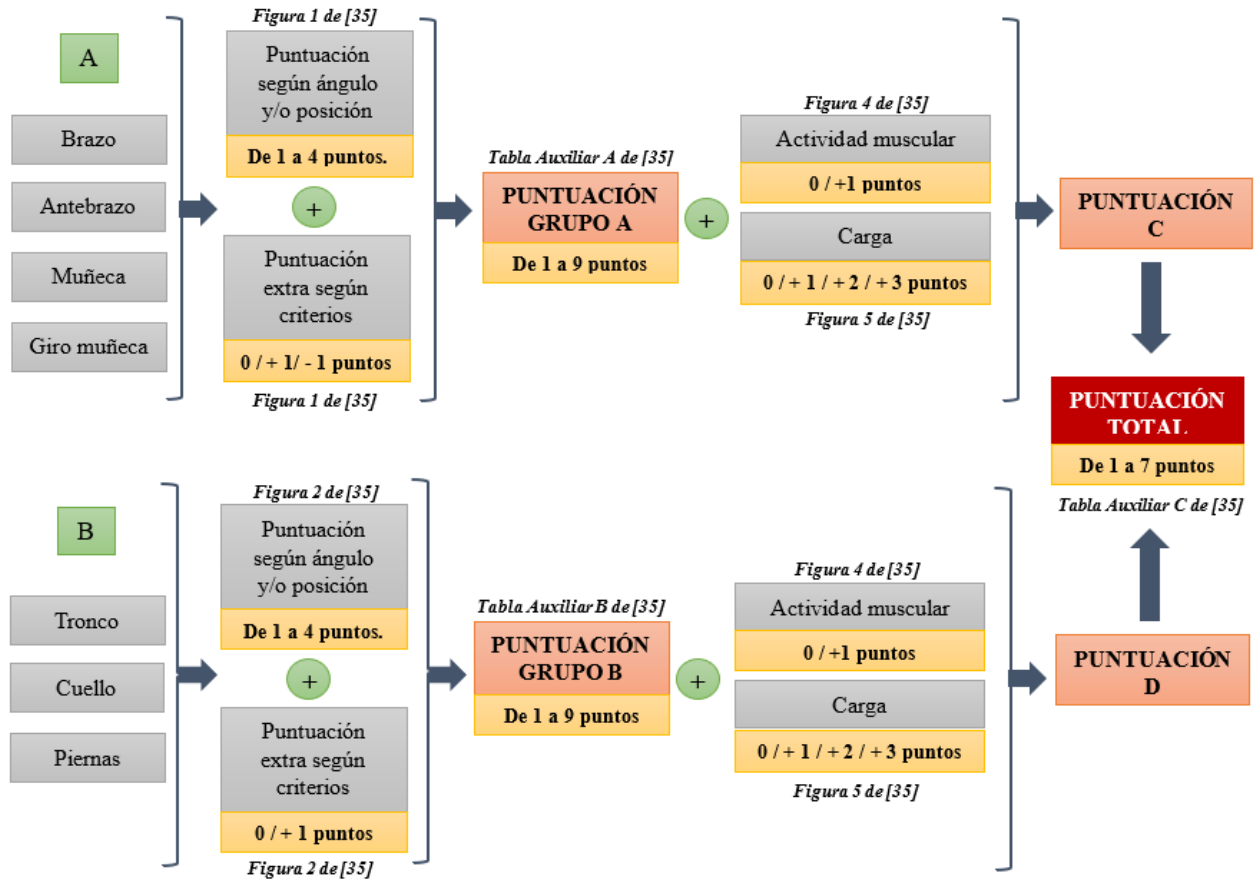


Figura 8. Método RULA y sus puntuaciones [35, 127].

Tabla 8. Niveles de acción método RULA [35, 127].

Nivel de acción	Puntuación	Correcciones
1	1-2	No es necesario tomar medidas. Riesgo aceptable.
2	3-4	Puede ser necesario adoptar alguna modificación, pero no en un plazo de tiempo corto.
3	5-6	Se deben llevar a cabo correcciones en la realización de la tarea en un plazo de tiempo corto.
4	7	Se deben llevar a cabo correcciones en la realización de la tarea de forma inmediata.

3.5. ETAPAS DE APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS

Para la aplicación de los métodos OWAS y RULA en cultivo de tomate, parte del procedimiento a realizar es común, aunque también hay etapas específicas para cada método. A continuación, se definen cada una de ellas (Tabla 9):

Tabla 9. Procedimiento para la aplicación de OWAS [43, 124] y RULA [35].

MÉTODO OWAS	MÉTODO RULA
1. Estudio de los métodos a aplicar en profundidad y de las partes del cuerpo que se evalúan.	
2. Una o varias personas (evaluadores) deberán asistir al invernadero de forma periódica, cada vez que los agricultores realicen una labor en el cultivo. No se asistirá en labores de mantenimiento del invernadero como blanqueo, arreglo de plásticos, etc., sino solamente a las tareas que se realicen sobre el tomate.	
3. Observación de las posturas de los trabajadores durante la realización de las tareas por parte de los evaluadores. La observación se realiza como una combinación de observación directa y grabación en vídeo desde varias perspectivas. El proceso de grabación es una parte fundamental, ya que deben lograrse imágenes útiles que permitan un análisis posterior. El tiempo de grabación es decidido por el evaluador, pero deberá ser suficiente para cumplir el objetivo del estudio.	
4. Se identifican y caracterizan las diferentes tareas y subtareas que se llevan a cabo durante el cultivo de tomate. Es importante no perder ninguna tarea, ya que en este caso el estudio no proporcionará una evaluación completa del puesto de trabajo.	
5. Se seleccionan las posturas a evaluar. Para ello, se obtienen imágenes de los vídeos. Con el método OWAS, para cada tarea realizada se escogen imágenes cada 5 segundos de forma consecutiva. El intervalo de tiempo es de pocos segundos por tratarse de tareas que se realizan de forma rápida, por lo que el trabajador va adoptando diferentes posturas de forma muy seguida. Además, ese intervalo de tiempo puede variar por circunstancias como falta de visibilidad del trabajador, descansos, cambio de zona del agricultor en el invernadero, etc. Por tanto, el método OWAS selecciona y evalúa varias posturas en cada labor.	5. Se seleccionan las posturas a evaluar. Para ello, se obtienen imágenes de los vídeos. Con el método RULA, para cada tarea realizada se escogen las imágenes en las que el trabajador adopte la postura más forzada o repetitiva. En este caso no se evalúan varias posturas consecutivas como en OWAS, sino que se evalúa una postura por tarea. En caso de duda de cuál es la postura a evaluar puede analizarse más de una. Como se ha indicado, el método diferencia entre brazo derecho y brazo izquierdo, por lo que siempre se evalúa el que parezca más perjudicado durante la realización de la tarea.
6. Se analizan las imágenes que se seleccionaron en la etapa anterior. En este caso consiste en que el evaluador identifique el código de postura que corresponde a cada una de ellas (Anexo 2).	6. Se analizan las imágenes que se seleccionaron en la etapa anterior. Para ello, se lleva a cabo la medición de los ángulos que forman parte del cuerpo mediante el uso del software AutoCAD. Además, se seleccionan otros criterios del método según la postura que se esté evaluando (Anexo 3).

7. Una vez que se tienen los datos necesarios para continuar con la aplicación de los métodos, se utiliza el software Ergomet. En este se introducirán los datos, códigos de postura en el caso de OWAS y ángulos y criterios en el caso de RULA, para obtener los resultados. Además, el programa proporcionará los niveles de riesgo o acción que se obtienen para cada tarea.

8. Por último, en el caso de que los resultados obtenidos indiquen que es necesario realizar modificaciones, debido a la adopción de posturas perjudiciales para los trabajadores, se propondrán una serie de recomendaciones que permitan la mejora.

3.6. SOFTWARE Y EQUIPOS

En esta investigación se hace uso de:

- Software Ergomet [128] para la utilización y aplicación de los métodos OWAS y RULA.
- Cámara disponible en el móvil Xiaomi Redmi Note 5. Se trata de una cámara dual, caracterizada por 12 MP en el sensor primario y 5 MP en lentes secundarias.
- Software AutoCAD para la medición de ángulos en las imágenes.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Tareas y subtareas del cultivo de tomate bajo invernadero

Tras el período de observación en el invernadero (Tabla 9), el primer resultado que se obtiene es la caracterización de las tareas y subtareas que realizan los agricultores en el cultivo de tomate bajo invernadero. En el Anexo 1 se presentan algunas imágenes de estas tareas que han sido grabadas.

A continuación, se explican y clasifican dichas tareas y subtareas. Para identificar estas últimas se presentan unos códigos (T1, T2, T3...), que serán utilizados en todo el apartado de resultados y discusión. No todas las tareas se codifican por orden de realización, ya que luego las evaluaciones se realizarán de forma independiente.

Trasplante

La primera tarea realizada en el cultivo de tomate es el trasplante. Esta labor se divide en dos subtareas:

Realización de hoyos (T1): Se realizan hoyos en la arena que se utilizarán para colocar las plantas posteriormente. Para realizarlos el trabajador emplea un escardillo (Figura 9).



Figura 9. Imágenes de subtareas. De izquierda a derecha: T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7.

Plantación (T2): Se introduce un cepellón en cada uno de los hoyos realizados previamente. El trabajador los transporta en una bandeja y los va poniendo manualmente (Figura 9).

Sulfatado

Sulfatado (T3): Se realiza como tratamiento para las plantas y para eliminar bichos. El trabajador va caminando con una mochila en la que transporta el producto que vierte en el cultivo mediante una manguera de forma manual (Figura 9).

Colocación de cuerdas

Colocación de cuerdas (T4): Se atan cuerdas en posición vertical en los alambres superiores colocados en el invernadero. Se colocan dos cuerdas para cada planta. Los extremos inferiores de dichas cuerdas se dejan sueltos para atar la planta cuando vaya creciendo (Figura 9).

Tratamientos fitosanitarios

Tratamiento que se vierte sobre la plantación para eliminar enfermedades y plagas. Se realiza en numerosas ocasiones durante el ciclo de cultivo de tomate, pero siempre se lleva a cabo de la misma forma. El agricultor va caminando entre los líneas y aplicando

el producto manualmente mediante una manguera, que está conectada al depósito de un tractor. El tractor se encuentra aparcado y la manguera es lo suficientemente larga para llegar a todas las zonas. Por tanto, no se evalúa la postura del trabajador en el tractor porque no lo conduce para realizar la labor.

En este caso se van a evaluar solamente tres sublabores, tres ocasiones en las que se ha realizado el tratamiento fitosanitario. Se seleccionan aquellas que permiten tener en cuenta las diferentes alturas de las plantas. De esta forma, se podrá concluir si existen diferencias entre ellas en relación a las posturas adoptadas por el trabajador.

Tratamientos fitosanitarios – Plantas bajas (T5): Realización de la labor cuando las plantas prácticamente no habían crecido (Figura 9).

Tratamientos fitosanitarios – Plantas medianas (T6): En este caso las plantas tenían una altura media (Figura 9).

Tratamientos fitosanitarios – Plantas altas (T7): Las plantas ya habían crecido. En este momento tenían la altura máxima durante el cultivo (Figura 9).

Quitar tallos

En esta tarea se quitan los tallos de las capas inferiores de las plantas. Se quitan manualmente, sin ayuda de herramientas cortantes. Esta labor también se realiza en numerosas ocasiones, por lo que al igual que en el caso anterior se van a evaluar las situaciones diferentes en función de la altura de la planta.

Quitar tallos – Plantas bajas (T8): Primera vez que el agricultor realiza esta subtarea, es decir, cuando las plantas han crecido lo suficiente para hacerla, pero sería la altura más baja a la que se quitan tallos (Figura 10).



Figura 10. Imágenes de subtareas. De izquierda a derecha: T8, T9, T10, T11, T12, T13 y T14.

Quitar tallos – Plantas medianas (T9): Las plantas tienen una altura media (Figura 10).

Quitar tallos – Plantas altas (T10): Las plantas ya han crecido y están a una altura considerable (Figura 10).

Atar plantas con cuerdas

Atar plantas con cuerdas (T11): En la subtarea T4 se habían dejado preparadas dos cuerdas por planta. En esta subtarea se atan dichas cuerdas a cada planta para sujetar cada una de ellas. Una cuerda se engancha en un tallo y la otra cuerda en el otro tallo. Esto se repite con todas las plantas del cultivo. Se realiza manualmente (Figura 10).

Colocación de grapas

El agricultor va colocando grapas circulares de plástico que unen cada tallo con su respectiva cuerda. Esto se realiza para que las plantas vayan creciendo rectas. Las grapas se transportan en un cubo que el trabajador lleva sujeto en la cintura y se colocan manualmente. Esta labor también se repite en varias ocasiones, pero la primera vez que se lleva a cabo la planta ya tiene algo de altura. Por tanto, se van a analizar dos subtareas en este caso:

Colocación de grapas – Plantas medianas (T12): A esta altura de las plantas es a la que se colocaron las grapas por primera vez (Figura 10).

Colocación de grapas – Plantas altas (T13): De todas las ocasiones en las que se colocan grapas, en este caso es cuando las plantas están más altas (Figura 10).

Despunte de tallos

Despunte de tallos (T14): Durante esta subtarea el trabajador va cortando puntas de los tallos para que no salgan más tomates por ramo. Para ello, el agricultor utiliza unas tijeras de despunte (Figura 10).

Quitar hojas

El agricultor va cortando hojas de la planta. Esta labor también se realiza varias veces durante el ciclo de cultivo. En este caso se realiza de forma manual, aunque también podría emplearse alguna herramienta cortante. Esta tarea siempre se lleva a cabo de la misma forma, por lo que se van a evaluar dos casos en los que se observa a simple vista que el trabajador cambia completamente de postura.

Quitar hojas – Nivel suelo (T15): En este caso, el operario se agacha con frecuencia para quitar hojas por la parte baja de la planta (Figura 11).



Figura 11. Imágenes de subtareas. De izquierda a derecha: T15, T16, T17, T18, T19, T20, T21 y T22.

Quitar hojas – Nivel alto (T16): Por el contrario, en esta subtarea el agricultor se mantiene de pie para quitarlas de la parte media y alta de la planta (Figura 11).

Recolección

En esta labor se engloban diferentes subtareas, en concreto 6 que se detallan a continuación.

Clasificación de tomates (T17): El agricultor limpia los tomates y los clasifica. Los tomates recogidos del invernadero se llevan en cajas colocadas en carros al almacén para esta operación. La recogida de tomates se explica en las siguientes subtareas. La clasificación se realiza según el tamaño y calidad de los tomates. Los tomates que se sabe a priori que no cumplen las características para ser vendidos se colocan en cajas

independientes. Para la limpieza de los tomates se emplea un cepillo y sobre cada caja se coloca un papel para que el proceso sea más higiénico (Figura 11).

Una fase importante dentro de la recolección sería aquella en la que el trabajador corta los tomates que ya están listos para ser recogidos del invernadero. El agricultor lleva un carro con cajas en las que va depositando los tomates. Además, para realizar la recogida hace uso de una herramienta cortante. Los tomates no se cortan de forma individual, se trata de tomate en rama.

A lo largo del ciclo de cultivo, la recogida se realiza varias veces. Como las posturas varían según la altura a la que están los tomates que se van a cortar, se seleccionan tres subtareas para evaluar, que se detallan a continuación.

Recogida de tomates 1 (T18): El operario corta tomates que se sitúan en la parte baja de la planta. Por lo general, en este caso el agricultor se tendrá que agachar para recoger los tomates (Figura 11).

Recogida de tomates 2 (T19): Los tomates se encuentran a una altura media de la planta. El trabajador va de pie recogiendo y por lo general no tiene que levantar los brazos o ponerse de puntillas (Figura 11).

Recogida de tomates 3 (T20): En este caso, los tomates se encuentran en la parte alta de la planta. El agricultor normalmente tiene que levantar los brazos cada vez que va a cortar los tomates (Figura 11).

Por último, dentro de la recolección destacan otras dos subtareas relevantes:

Transporte de carros (T21): En la recogida de tomates (T18, T19 y T20), estos se depositan en cajas colocadas en carros. Una vez que en el carro no caben más cajas, este se transporta desde el invernadero hasta un almacén situado muy cerca. Este será el que luego se colocará para comenzar la clasificación de tomates (T17). Cuando se deja el carro lleno, se coge otro con cajas vacías y se transporta al interior del invernadero para seguir con la recogida (Figura 11).

Carga del remolque (T22): En esta subtarea el trabajador carga un remolque con todas las cajas de tomates ya preparadas, es decir, aquellas obtenidas tras la clasificación (T17). Se emplea una carretilla para llevar las cajas del almacén al remolque. Una vez cargado completamente, los tomates recolectados se llevan a una cooperativa agrícola para su venta (Figura 11).

Limpieza de broza

En esta tarea se limpian los restos de plantas que hay en el suelo del invernadero. Normalmente estos restos provienen del corte de la hierba que crece en el suelo y otros restos secos de plantas. Se diferencian cuatro subtareas:

Arrancar hierba del suelo (T23): El trabajador arranca del suelo la hierba que va creciendo. Principalmente lo realiza manualmente, aunque en algunas ocasiones emplea una azada rectangular (Figura 12).



Figura 12. Imágenes de subtareas. De izquierda a derecha: T23, T24, T25, T26, T27 y T28.

Recoger y retirar broza del suelo (T24): En esta subtarea el trabajador emplea un rastrillo con el que va retirando y acumulando toda la broza. Acumula en cada línea uno o varios montones con los restos recogidos (Figura 12).

Sacar broza al pasillo central (T25): El agricultor emplea un rastrillo manual con ruedas para recoger los montones que había apilado al recoger la broza (T24). Todos estos restos los coloca en el pasillo central del invernadero (Figura 12).

Echar broza en dumper (T26): Con ayuda de un rastrillo se van recogiendo los montones acumulados en el pasillo central del invernadero y se echan en el dumper (Figura 12).

Sacar broza del invernadero

En esta labor se clasifican dos subtareas:

Recoger hojas (T27): Con una pala se recogen los restos de hojas que sigue habiendo en el invernadero y se cargan también en el dumper. Es una tarea similar a la T26 (Figura 12).

Sacar dumper (T28): El dumper se saca del invernadero con los restos recogidos y se vacía en el lugar destinado a tal fin. Luego se vuelve a meter en el invernadero para continuar con la subtarea (Figura 12).

Llenar dumper

Llenar dumper (T29): En este caso el dumper se utiliza para echar los tomates que están malos. Estos tomates se separaron durante la recogida y la clasificación. Cuando el dumper está lleno se vacía como en el caso anterior (Figura 13).



Figura 13. Imágenes de subtareas. De izquierda a derecha: T29, T30, T31, T32, T33 y T34.

Despunte de ramas

Despunte de ramas (T30): Se despuntan las ramas para que no sigan creciendo. Se emplea una herramienta cortante (Figura 13).

Cortar hierba

Cortar hierba (T31): Subtarea similar a la T23, pero en este caso se emplea una cuchilla que va arrancando la hierba (Figura 13).

Limpieza de invernadero

Cortar plantas (T32): Una vez que el ciclo de cultivo ha finalizado, se cortan las plantas del invernadero. Se utilizan unas tijeras de podar (Figura 13).

Recoger matas (T33): Tras cortar las plantas (T32) estas se dejan varios días para en el suelo para que se sequen. Tras estos días se recogen las matas y se echan en el remolque de un tractor para sacarlas del invernadero (Figura 13).

Barrer invernadero (T34): El agricultor barre el invernadero para terminar con la limpieza tras la finalización del cultivo (Figura 13).

4.2. Niveles de riesgo en cada subtarea según OWAS

Uno de los resultados proporcionados por el método OWAS son los diferentes niveles de riesgo que aparecen en cada una de las 34 subtareas que se han analizado. Estos dependen de las posturas adoptadas durante la realización del trabajo (Figura 14).

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

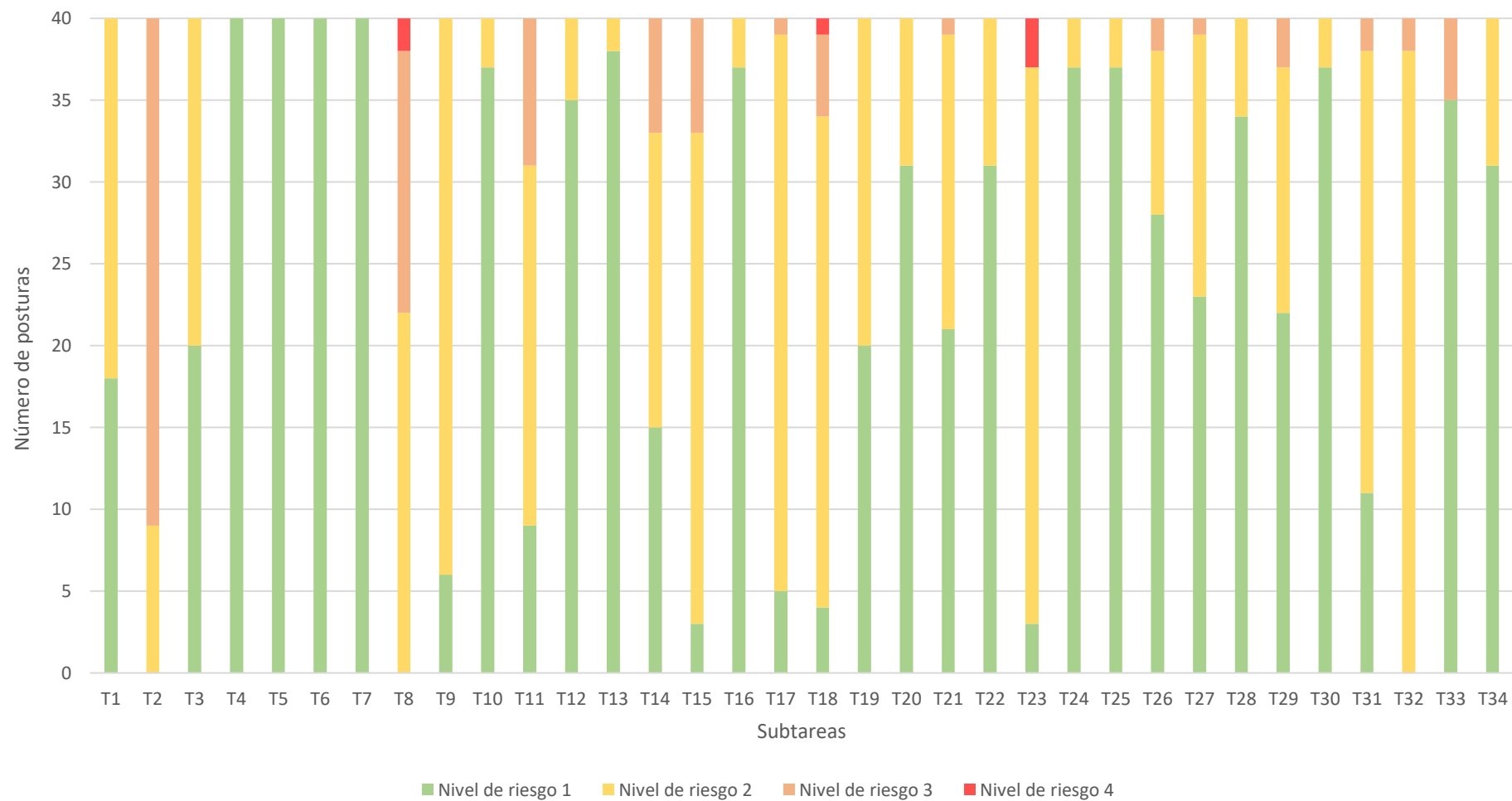


Figura 64. Niveles de riesgo según subtarea.

El nivel de riesgo que se presenta en un mayor número de subtareas es el 1, apareciendo en 31 de ellas. Este va seguido por el nivel 2, en 29. Por último, los niveles 3 y 4 son menos frecuentes en comparación a los anteriores, en 14 y 3 subtareas, respectivamente. Esto refleja de forma general que los niveles de riesgo predominantes en el cultivo de tomate bajo invernadero son los dos primeros, que como indica OWAS [43] son los menos preocupantes. El nivel 1 no requiere que se realicen correcciones y el nivel 2 sí engloba posturas que pueden ser perjudiciales para el sistema musculoesquelético del operario, por lo que deben adoptarse medidas correctivas, pero no de carácter urgente. Esto no descarta que también se manifiesten efectos más negativos en este cultivo con el nivel de riesgo 3, que hace que el 41,2% de las subtareas evaluadas necesiten corregir algunas de las posturas que comprenden en un período de tiempo breve, para evitar trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores. Además, recalcar el riesgo grave que implica un nivel 4 (Figura 14 y Tabla 6).

Solamente hay una subtarea en la que se reflejen los cuatro niveles de riesgo, que es la “Recogida de tomates 1” (T18). A pesar de que esta es una de las pocas en las que aparece un nivel de riesgo 4, este solamente se refleja en una postura, predominando realmente en la subtarea T22 (Carga del remolque) con 3 posiciones.

Además, destacan cuatro subtareas que no afectan negativamente al trabajador, ya que únicamente reflejan un riesgo de nivel 1, por tanto, no requieren ningún tipo de cambio y puede considerarse que se realizan de forma satisfactoria. Estas subtareas son la T4, T5, T6 y T7, que corresponden a la “Colocación de cuerdas” y a los tres tipos de “Tratamientos fitosanitarios” evaluados. El nivel de riesgo 2 predomina en la T32 (Cortar plantas) con 38 posturas. La tarea de “Plantación” (T2) también destaca por la cantidad de posturas (31) englobadas en el nivel 3 (Figura 14 y Tabla 6).

Por tanto, según OWAS [43] y en función de los resultados anteriormente comentados será necesario adoptar cambios en 30 de las 34 subtareas realizadas por los trabajadores en este tipo de cultivo, en plazos de tiempo variables según su gravedad. Las medidas que se tomen pueden evitar que los agricultores desarrollen trastornos musculoesqueléticos o disminuirlos. Los TME son muy frecuentes en los trabajadores de este sector debido a diversos factores como las posturas perjudiciales, movimientos repetitivos o manejo manual de cargas [4]. Con los resultados aportados por OWAS el estudio se centra en el factor de las posturas.

4.3. Otros resultados obtenidos con el método OWAS

A continuación, se presentan de forma más detallada los resultados de la Figura 14, especificando las posiciones concretas que adopta el trabajador. Es importante resaltar que para cada una de las 34 subtareas se han evaluado 40 posturas, por lo que en total se han estudiado 1360 en el cultivo de tomate completo. Para cada una de ellas se presenta la subtarea a la que corresponde, el nivel de riesgo y el porcentaje de repetición (Tabla 10).

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

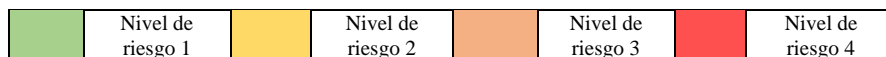
Tabla 10. Posturas adoptadas, niveles de riesgo y porcentajes de repetición en cada subtarea.

Subtarea	Código postura y nivel de riesgo	Porcentaje de repetición (%)
T1	2121	17,50
	1271	2,50
	1131	22,50
	1171	2,50
	1121	12,50
	2131	27,50
	2171	7,50
	1231	5,00
	2271	2,50
T2	2151	60,00
	2171	20,00
	2141	17,50
	2121	2,50
T3	1171	50,00
	2171	50,00
T4	1221	40,00
	1121	17,50
	1131	30,00
	1231	12,50
T5	1171	65,00
	3171	35,00
T6	3171	72,50
	1171	27,50
T7	1171	75,00
	3171	25,00
T8	2151	17,50
	2141	22,50
	2121	12,50
	2131	12,50
	2171	2,50
	4141	2,50
	4161	2,50
2161	27,50	
T9	2131	22,50
	4121	30,00
	2121	22,50
	4131	10,00
	1131	10,00
T10	1121	5,00
	1221	27,50
T11	1121	10,00
	1131	15,00
	1231	37,50
	2131	7,50
	1331	2,50
	2121	40,00
T12	2141	10,00
	2151	12,50
	1171	5,00
	2131	10,00
	1121	10,00
	1221	5,00
	1131	2,50
	1141	5,00
	1131	25,00

Subtarea	Código postura y nivel de riesgo	Porcentaje de repetición (%)
T13	1121	62,50
	2121	10,00
	2131	2,50
T14	1321	2,50
	1121	20,00
	1221	10,00
	1131	35,00
	1231	27,50
	2131	5,00
T15	1121	22,50
	4131	2,50
	2141	12,50
	2131	15,00
	2121	27,50
T16	1131	15,00
	2151	5,00
	2161	32,50
	1161	2,50
	2121	30,00
	1131	5,00
T17	2131	12,50
	2141	17,50
	1121	15,00
	1131	52,50
	1221	7,50
	1231	2,50
	1321	12,50
T18	2121	5,00
	1331	2,50
	2131	2,50
	2172	2,50
	2121	72,50
T19	4121	12,50
	1121	5,00
	1171	5,00
	3272	2,50
	4141	2,50
	3131	2,50
	2121	40,00
	2131	15,00
T20	4121	10,00
	2141	12,50
	4131	5,00
	2171	2,50
	1131	7,50
	1141	2,50
T20	1131	12,50
	4121	12,50
	4131	5,00
	1121	32,50
	2131	12,50
T20	2171	2,50
	2121	17,50
	1171	5,00
	1131	22,50
T20	2131	10,00
	1121	22,50
	1221	2,50

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Subtarea	Código postura y nivel de riesgo	Porcentaje de repetición (%)	Subtarea	Código postura y nivel de riesgo	Porcentaje de repetición (%)
	2121	10,00		2121	12,50
	1331	10,00		2131	20,00
	1321	20,00		1231	12,50
	4131	2,50		1131	20,00
T21	1171	37,50	1171	10,00	
	2171	27,50	1221	2,50	
	3171	2,50	4131	7,50	
	2121	5,00	2151	2,50	
	2122	5,00	T28	1111	85,00
	3121	10,00		2111	15,00
	2131	5,00	T29	2131	27,50
	2142	2,50		1171	10,00
	4131	2,50		1132	5,00
	1121	2,50		1131	17,50
T22	1111	2,50	1121	17,50	
	2171	10,00	2141	7,50	
	2131	5,00	2171	5,00	
	1171	52,50	2121	2,50	
	4171	7,50	2132	2,50	
	1121	7,50	1172	5,00	
	1231	5,00	T30	1131	32,50
	3171	7,50		1121	45,00
1131	2,50	1231		2,50	
		1221		2,50	
T23	2171	2,50	1171	7,50	
	2161	82,50	1321	2,50	
	4161	7,50	2131	5,00	
		1161	7,50	2121	2,50
T24	1121	60,00	T31	2121	32,50
	1171	10,00		2131	32,50
	2131	7,50		1131	20,00
	1131	12,50		2141	5,00
	3131	2,50		1171	7,50
T25	3121	7,50	2171	2,50	
	1171	70,00	T32	2121	32,50
	3171	2,50		2171	25,00
	1121	15,00		2131	35,00
	2121	2,50		2141	5,00
1131	5,00	4131		2,50	
T26	2171	5,00	T33	1171	85,00
	3171	12,50		2151	2,50
	1271	10,00		2141	10,00
	4121	7,50		1121	2,50
	2131	7,50	T34	1121	25,00
	1171	25,00		1131	25,00
	4131	2,50		3171	5,00
	4171	5,00		1171	15,00
	2121	2,50		3121	7,50
	1371	2,50		2171	2,50
	1131	5,00		2131	15,00
	2141	5,00		2121	5,00
1121	15,00				
T27	1121	12,50			



Además, OWAS también proporciona los riesgos que se producen en función del porcentaje de repetición de las posiciones adoptadas por cada parte del cuerpo (Tabla 11).

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 11. Porcentajes de repetición y niveles de riesgo de las posiciones adoptadas en cada parte del cuerpo para cada subtarea. (Dígitos rojos: Ver Tabla 4).

Subtarea	Espalda				Brazos			Piernas							Carga			%	Riesgo
	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3		
T1	45,00	55,00	0,00	0,00	90,00	10,00	0,00	0,00	30,00	55,00	0,00	0,00	0,00	15,00	100,00	0,00	0,00	%	Riesgo
T2	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	2,50	0,00	17,50	60,00	0,00	20,00	100,00	0,00	0,00	%	Riesgo
T3	50,00	50,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00	%	Riesgo
T4	100,00	0,00	0,00	0,00	47,50	52,50	0,00	0,00	57,50	42,50	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	%	Riesgo
T5	65,00	0,00	35,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00	%	Riesgo
T6	27,50	0,00	72,50	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00	%	Riesgo
T7	75,00	0,00	25,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00	%	Riesgo
T8	0,00	95,00	0,00	5,00	100,00	0,00	0,00	0,00	12,50	12,50	25,00	17,50	30,00	2,50	100,00	0,00	0,00	%	Riesgo
T9	15,00	45,00	0,00	40,00	100,00	0,00	0,00	0,00	57,50	42,50	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	%	Riesgo
T10	92,50	7,50	0,00	0,00	32,50	65,00	2,50	0,00	37,50	62,50	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	%	Riesgo
T11	27,50	72,50	0,00	0,00	95,00	5,00	0,00	0,00	55,00	12,50	15,00	12,50	0,00	5,00	100,00	0,00	0,00	%	Riesgo
T12	87,50	12,50	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	72,50	27,50	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	%	Riesgo
T13	95,00	5,00	0,00	0,00	60,00	37,50	2,50	0,00	32,50	67,50	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	%	Riesgo
T14	37,50	60,00	0,00	2,50	100,00	0,00	0,00	0,00	50,00	32,50	12,50	5,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	%	Riesgo
T15	7,50	92,50	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	30,00	17,50	17,50	0,00	35,00	0,00	100,00	0,00	0,00	%	Riesgo
T16	92,50	7,50	0,00	0,00	75,00	10,00	15,00	0,00	40,00	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	%	Riesgo

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Subtarea	Espalda				Brazos			Piernas							Carga			% Riesgo
	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	
T17	10,00	75,00	2,50	12,50	97,50	2,50	0,00	0,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	95,00	5,00	0,00	% Riesgo
T18	10,00	70,00	2,50	17,50	100,00	0,00	0,00	0,00	50,00	30,00	17,50	0,00	0,00	2,50	100,00	0,00	0,00	% Riesgo
T19	50,00	32,50	0,00	17,50	100,00	0,00	0,00	0,00	62,50	30,00	0,00	0,00	0,00	7,50	100,00	0,00	0,00	% Riesgo
T20	77,50	20,00	0,00	2,50	67,50	2,50	30,00	0,00	55,00	45,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	% Riesgo
T21	40,00	45,00	12,50	2,50	100,00	0,00	0,00	0,00	22,50	7,50	2,50	0,00	0,00	67,50	92,50	7,50	0,00	% Riesgo
T22	70,00	15,00	7,50	7,50	95,00	5,00	0,00	2,50	7,50	12,50	0,00	0,00	0,00	77,50	100,00	0,00	0,00	% Riesgo
T23	7,50	85,00	0,00	7,50	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	97,50	2,50	100,00	0,00	0,00	% Riesgo
T24	82,50	7,50	10,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	67,50	22,50	0,00	0,00	0,00	10,00	100,00	0,00	0,00	% Riesgo
T25	90,00	7,50	2,50	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	17,50	5,00	0,00	0,00	0,00	77,50	100,00	0,00	0,00	% Riesgo
T26	57,50	15,00	12,50	15,00	87,50	10,00	2,50	0,00	25,00	15,00	5,00	0,00	0,00	55,00	100,00	0,00	0,00	% Riesgo
T27	57,50	35,00	0,00	7,50	85,00	15,00	0,00	0,00	27,50	60,00	0,00	2,50	0,00	10,00	100,00	0,00	0,00	% Riesgo
T28	85,00	15,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	% Riesgo
T29	55,00	45,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	20,00	52,50	7,50	0,00	0,00	20,00	87,50	12,50	0,00	% Riesgo
T30	92,50	7,50	0,00	0,00	92,50	5,00	2,50	0,00	52,50	40,00	0,00	0,00	0,00	7,50	100,00	0,00	0,00	% Riesgo
T31	27,50	72,50	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	32,50	52,50	5,00	0,00	0,00	10,00	100,00	0,00	0,00	% Riesgo
T32	0,00	97,50	0,00	2,50	100,00	0,00	0,00	0,00	32,50	37,50	5,00	0,00	0,00	25,00	100,00	0,00	0,00	% Riesgo
T33	87,50	12,50	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	2,50	0,00	10,00	2,50	0,00	85,00	100,00	0,00	0,00	% Riesgo

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Subtarea	Espalda				Brazos			Piernas							Carga			% Riesgo
	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	
T34	65,00	22,50	12,50	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	37,50	40,00	0,00	0,00	0,00	22,50	100,00	0,00	0,00	
	■				■	-	-	-	■	■	-	-	-	■	-	-	-	

■	Nivel de riesgo 1	■	Nivel de riesgo 2	■	Nivel de riesgo 3	■	Nivel de riesgo 4
---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------

4.4. Resultados obtenidos con el método RULA

A continuación, se muestran los resultados obtenidos mediante el método RULA, centrado en movimientos repetitivos. Este método evalúa 6 partes del cuerpo y otros factores [35]. Con RULA se han analizado un total de 34 imágenes. Cada una corresponde a una subtarea y la que se selecciona en cada caso es la más forzada o repetitiva a simple vista. La Tabla 12 muestra los ángulos medidos con AutoCAD para cada zona del cuerpo que indica el método. También presenta las puntuaciones y nivel de acción obtenido mediante el software Ergomet.

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 12. Mediciones y resultados obtenidos mediante el método RULA.

Subtarea	Postura	Brazo a analizar		Ángulos medidos (flexión o extensión según el caso)					Puntuaciones RULA			Nivel de acción (ver Tabla 8)
		Derecho	Izquierdo	Brazo	Antebrazo	Muñeca	Tronco	Cuello	C	D	Total	
T1	P1		X	28°	60°	18°	12°	31°	5	5	6	
T2	P2	X		68°	32°	0°	84°	18°	5	6	7	
T3	P3	X		25°	36°	0°	15°	30°	4	5	5	
T4	P4	X		140°	10°	35°	13°	32°	7	6	7	
T5	P5	X		15°	70°	0°	0°	23°	2	4	4	
T6	P6	X		13°	85°	8°	6°	10°	3	4	4	
T7	P7	X		13°	111°	0°	0°	14°	3	4	4	
T8	P8		X	66°	77°	21°	112°	9°	4	8	6	
T9	P9		X	29°	37°	24°	7°	32°	4	4	4	
T10	P10	X		80°	59°	0°	15°	0°	5	3	4	
T11	P11		X	29°	53°	0°	69°	11°	4	6	6	
T12	P12		X	26°	63°	0°	4°	17°	3	3	3	
T13	P13	X		47°	72°	0°	0°	23°	4	4	4	
T14	P14	X		76°	43°	14°	72°	5°	5	6	7	
T15	P15	X		88°	14°	0°	63°	5°	4	6	6	
T16	P16		X	18°	90°	0°	10°	9°	2	3	3	
T17	P17		X	21°	50°	18°	16°	33°	4	4	4	
T18	P18	X		90°	39°	0°	93°	20°	4	6	6	
T19	P19		X	20°	93°	0°	0°	0°	2	2	2	
T20	P20	X		49°	86°	22°	20°	20°	5	3	4	
T21	P21	X		15°	0°	0°	15°	5°	3	7	6	
T22	P22	X		34°	45°	18°	9°	25°	3	4	4	
T23	P23	X		63°	39°	0°	70°	9°	5	8	7	
T24	P24	X		16°	86°	0°	27°	24°	2	5	4	
T25	P25		X	45°	116°	25°	8°	24°	5	5	6	
T26	P26		X	74°	15°	0°	53°	15°	5	9	7	
T27	P27	X		14°	56°	0°	84°	10°	4	9	6	
T28	P28		X	15°	68°	32°	sentado*	9°	3	2	3	
T29	P29	X		26°	56°	10°	40°	8°	5	9	7	
T30	P30		X	12°	68°	19°	0°	24°	3	4	4	
T31	P31	X		27°	71°	0°	38°	7°	3	6	5	

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Subtarea	Postura	Brazo a analizar		Ángulos medidos (flexión o extensión según el caso)					Puntuaciones RULA			Nivel de acción (ver Tabla 8)
		Derecho	Izquierdo	Brazo	Antebrazo	Muñeca	Tronco	Cuello	C	D	Total	
T32	P32	X		15°	60°	0°	39°	44°	2	5	4	
T33	P33		X	52°	37°	0°	86°	12°	5	6	7	
T34	P34	X		16°	77°	26°	26°	9°	4	5	5	

**Cuando el agricultor está sentado se indica directamente al aplicar el método.*

4.5. Discusión sobre riesgos en trabajadores de cultivo de tomate

En los siguientes apartados se reflejan y discuten los resultados más relevantes obtenidos mediante el método OWAS y RULA. Por otra parte, se proponen algunas recomendaciones o medidas que pueden conducir a una disminución del riesgo de padecer TME.

4.5.1. Trasplante

La primera subtarea analizada es la realización de hoyos (T1). En ella se presentan 9 posturas diferentes. Como niveles de riesgo solamente aparecen el 1 y el 2, siendo para este último necesaria la aplicación de medidas para corregir las posturas que lo engloban (Tabla 10), según establece el método OWAS [43].

La postura que el trabajador adopta en más ocasiones es la 2131 (espalda doblada, brazos hacia abajo, de pie con una pierna recta y la otra flexionada y carga menor de 10 kg) con un riesgo de nivel 2 y con un porcentaje de repetición de 27,50%. Sin embargo, la segunda postura más frecuente (22,50%) es la 1131, que solamente varía con la anterior en que en este caso la espalda está recta. Esta se engloba en un nivel de riesgo 1, siendo lógico que sea menos perjudicial que la anterior por la posición de espalda. También hay que destacar que la tercera postura que más se repite es la 2121, que es igual que la primera que se ha mencionado, pero en este caso el agricultor está de pie con ambas piernas rectas (nivel de riesgo 2) (Tabla 10).

La labor de realizar hoyos se lleva a cabo de forma muy similar en otros cultivos que se realizan bajo invernadero. En el caso de estudios existentes en melón, calabacín y pimiento, el trabajador también realizaba esta operación con ayuda de un escardillo que iba moviendo de arriba hacia abajo para realizar los hoyos. De hecho, en el cultivo de pimiento la postura más repetida coincide con la del cultivo de tomate, siendo la 2131. Esta va seguida por la 2121, que corresponde a la tercera más frecuente también en el tomate y que destaca en el cultivo de melón y de calabacín [129-131].

Si se estudian las dos posturas más habituales (1131 y 2131) del tomate para T1, como se ha mencionado antes, solamente cambia la posición de la espalda. Este cambio hace que se pase de adoptar una postura cómoda a una que puede afectar al sistema musculoesquelético del operario. Además, según los resultados de OWAS en función de las partes del cuerpo, el 55% de las veces el trabajador tiene la espalda doblada durante la labor (Tabla 11). Que la mayoría de las posturas tomen esta posición de espalda también coincide con el cultivo de melón, calabacín y pimiento [129-131].

Si se analizan las observaciones tomadas en el cultivo de tomate (Figura 15) se puede deducir que el trabajador inclina la espalda para poder realizar el hoyo. Esto puede deberse a que el escardillo no tiene un mango demasiado largo para el agricultor que lo utiliza. Los trabajadores de la agricultura deben elegir herramientas de trabajo que acaben con la exposición a riesgos de tipo ergonómico, como es realizar los trabajos con la espada flexionada, entre otros [132]. Una solución sería que el trabajador realizara esta labor siempre con la espalda recta. Para ello, se podría emplear una herramienta de trabajo con un mango regulable o un escardillo con la longitud suficiente de acuerdo a la altura del trabajador. Es decir, que la herramienta empleada se ajuste a la altura del operario [3].



Figura 75. Ejemplo de realización de hoyos en tomate con espalda doblada.

En la plantación (T2) únicamente se adoptan 4 posturas durante el trabajo (Tabla 10). Todas ellas con la espalda inclinada (Tabla 11), siendo la más frecuente (60%) la 2151 (espalda doblada, brazos bajos, de pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado y carga menor de 10 kg). Esta postura corresponde a un nivel de riesgo 3, el más elevado que se presenta para esta subtarea. La segunda más frecuente (20%) es igual que la anterior, pero el trabajador está caminando. Las 4 posturas que se adoptan durante la realización de este trabajo coinciden en la posición de espalda, en que los brazos están hacia abajo y en que la carga es menor de 10 kg. Lo único que varía es la posición de las piernas. Que las piernas estén flexionadas con el peso equilibrado o desequilibrado es lo que conduce a un nivel de riesgo mayor para el trabajador (Tabla 10).

Al igual que ocurre en la realización de hoyos, la plantación también es una labor que se realiza de la misma forma en otros cultivos de invernadero. El trabajador se agacha continuamente para meter el cepellón en el hoyo previamente realizado. En el cultivo de pimiento la postura más común coincide con la del tomate (2151). En el melón y el calabacín esta postura ocupa la cuarta y segunda posición, respectivamente. Las posturas predominantes son prácticamente las mismas, pero variando la posición de las piernas [129-131].

Esta subtarea probablemente adopta esta postura incómoda debido a que se realiza a nivel del suelo. Por este motivo, la espalda y piernas se ven afectadas (Tabla 11). Una forma de evitar estas posiciones corporales sería la utilización de carros que circulen entre las líneas de cultivo para que el agricultor pueda llevar a cabo la labor sentado. De esta forma se evitará la inclinación frecuente de la espalda y la flexión de piernas. Existen carros de este tipo con regulación del asiento y estructura ligera para un uso eficiente en agricultura [133]. Quizás debido a su coste su uso no es una práctica habitual en los cultivos bajo plástico.

Los resultados obtenidos con el método RULA (Tabla 12) coinciden con los de OWAS en que la T2 se considera más perjudicial que la T1. En este caso el nivel de acción en la realización de hoyos es un nivel 3, que indica que se tienen que hacer correcciones en la subtarea en un plazo de tiempo corto. Sin embargo, la plantación tiene un nivel 4, que indica que las correcciones deben ser inmediatas [35].

Debe aclararse que los niveles de acción que se obtienen con RULA en general para todas las subtarefas son altos puesto que la imagen que se evalúa en cada una es aquella

en la que se realiza la postura más forzada o frecuente que se detecta en la observación (Tabla 12).

4.5.2. Sulfatado y tratamientos fitosanitarios

La tercera subtarea (T3) es el sulfatado. En este caso solamente se diferencian dos posturas y cada una de ellas representa el 50%. En las dos, el agricultor va caminando, con los brazos hacia abajo y con una carga menor de 10 kg. La única diferencia es la posición de espalda, estando recta en la mitad de las ocasiones y doblada en la otra mitad. Esta última situación es la única postura que presenta riesgo, correspondiendo a un nivel 2 (Tabla 10). Las partes del cuerpo que pueden verse afectadas son la espalda, por lo que acaba de indicarse, y las piernas por estar durante toda la labor caminando (nivel de riesgo 2 para ambos casos). El resto de las partes del cuerpo no se ven perjudicadas (Tabla 11).

El agricultor durante este trabajo va caminando con una mochila que contiene el producto a rociar sobre el cultivo (Apartado 4.1.). Una medida que podría prevenir daños musculoesqueléticos, al permitir la adopción de posturas más cómodas, sería el uso de carritos que transporten la mochila, con el fin de que el agricultor no tenga que llevarla colgada en la espalda [133].

El sulfatado (T3) coincide con tratamientos fitosanitarios (T5, T6 y T7) en parte de la postura que toma el operario. En ambos casos el trabajador tiene los brazos hacia abajo para sujetar la manguera correspondiente, que vierte el producto en el cultivo. En el caso del sulfatado esta se conecta con la mochila y en el otro caso a un tractor. Además, en ambas labores el agricultor camina continuamente para echar el producto en la plantación (Tabla 10).

En “tratamientos fitosanitarios” se habían evaluado tres sublabores en función de la altura de las plantas: plantas bajas, plantas medianas y plantas altas. Sin embargo, en los tres casos se diferencian las mismas posturas: 1171 y 3171, de nivel de riesgo 1. Estas tienen las características expuestas anteriormente, pero la primera con la espalda recta y la segunda con la espalda girada (Tabla 10). Aunque las plantas estén altas (T7) el agricultor no necesita elevar los brazos para realizar la subtarea. Esto se debe a que el producto sale como una niebla y llega a todas las zonas de la planta (Figura 16).



Figura 86. Posición de los brazos hacia abajo en las tres subtareas de tratamientos fitosanitarios. De izquierda a derecha: T5, T6 y T7.

Puesto que las posturas en tratamientos fitosanitarios (T5, T6 y T7) representan un nivel de riesgo 1 no son perjudiciales para el trabajador y no se requieren cambios ergonómicos (Tabla 10). En este tipo de labores (sulfatado y tratamientos fitosanitarios) lo que es importante es que los trabajadores tomen medidas para el uso de plaguicidas y otros productos. Algunas de estas medidas son la utilización de mascarillas, ropa de protección, guantes, etc. [134].

En cuanto a partes del cuerpo, en las tres subtareas los mayores riesgos aparecen en la espalda por mantenerse girada y en las piernas por estar caminando en todo momento (Tabla 11). El riesgo en las piernas es de nivel 2 (Tabla 11), lo que coincide exactamente con el cultivo de pimiento [131].

Los resultados de RULA también indican que los tres tipos de tratamientos fitosanitarios evaluados (T5, T6 y T7) en función de la altura de las plantas obtienen la misma puntuación total y el mismo nivel de acción. En concreto presentan nivel 2 que requiere modificaciones, pero no en un período corto de tiempo. Esto por tanto afirma lo que se dedujo con OWAS y es que las diferencias en la altura de las plantas no afectan en la realización de esta labor. También corrobora que el sulfatado implica un poco más de riesgo para el trabajador que la tarea de tratamientos fitosanitarios, obteniendo un nivel de acción 3 (Tabla 12).

4.5.3. Colocación de cuerdas y atar plantas con cuerdas

La colocación de cuerdas (T4) diferencia 4 posturas, todas consideradas normales. La más frecuente (40%) es la 1221, que es con la espalda y piernas rectas, un brazo elevado y carga menor de 10 kg. Las tres posturas restantes son similares, aunque en algunas cambian los brazos (ambos bajos) o las piernas (una recta y otra flexionada; Tabla 10). Estas dos últimas posiciones cuentan con un porcentaje de repetición del 52,50% y 42,50%, respectivamente. Dan lugar a niveles de riesgo 2 en estas partes del cuerpo (Tabla 11).

Esta subtarea se empleaba para dejar las cuerdas preparadas antes de realizar la T11 (Atar plantas con cuerdas). Esta última sí presenta niveles de riesgo más altos a diferencia de la anterior, distinguiendo además del 1, los niveles 2 y 3. La postura más común es la 2121 de nivel 2 con un porcentaje del 40%. La siguiente sería la 2151 con un 12,50%. En ambas la espalda está doblada, los brazos bajos y la carga menor que 10 kg. La diferencia es el dígito de las piernas, significando el 2, piernas rectas y el 5, piernas flexionadas con peso desequilibrado (Tabla 10). La posición de la espalda se debe a que este trabajo se realiza cuando las plantas están muy bajas, casi a nivel del suelo. Por tanto, también podría considerarse la utilización de carros de asiento [133].

En este caso los resultados que proporciona el método RULA no coinciden con algunas de las cosas comentadas anteriormente. En este caso la T4 tiene un nivel de acción mayor (nivel 4) que la T11 (nivel 3), cuando la T4 según OWAS no era perjudicial. Esto se debe a que la postura seleccionada para su evaluación ha sido la más perjudicial (Figura 17). Esto indica que la labor en concreto con esta postura sí debería ser corregida.



Figura 17. Postura evaluada con RULA para la subtarea T4.

Estas dos tareas que se acaban de detallar (T4 y T11) son similares a la tarea de tutorado que se realiza en el cultivo de calabacín [130]. Esta también podría englobar la labor de colocación de grapas, ya que consiste en unir los tallos con las cuerdas.

En las dos subtareas analizadas (T12 y T13) un porcentaje de posturas superior al 87% se engloba en nivel de riesgo 1. Esto indica que estas labores no son muy perjudiciales para el agricultor y que no existe mucha diferencia entre realizarlas con las plantas de un tamaño mediano (T12) o con las plantas elevadas (T13). Que no existe diferencia entre ellas también queda reflejado en los resultados de RULA, habiendo obtenido el mismo nivel de acción (Tabla 12).

Aun así, en ambas aparece también un nivel de riesgo 2, por lo que si hubiera que determinar la subtarea en la que hay más posturas incómodas esta sería la T12. En los dos casos las posturas más frecuentes son con la espalda recta, los brazos bajos y con carga menor de 10 kg, aunque en T12 las piernas están rectas y en T13 una se encuentra flexionada (Tabla 10).

Sin embargo, por partes del cuerpo no ocurre lo mismo, ya que en la T12 no se presenta ningún nivel de riesgo superior a 1 y en la T13 sí aparece el nivel 2 (Tabla 11).

Una recomendación para el tutorado en tomate es la utilización de un sistema innovador basado en el uso de grapas metálicas galvanizadas. Su uso disminuye el tiempo de mano de obra y tiene ventajas frente a las grapas de plástico [133].

4.5.4. Quitar tallos

En la tarea de quitar tallos también se evaluaron tres subtareas (T8, T9 y T10), en función de la altura de las plantas, al igual que se detalló en tratamientos fitosanitarios. Sin embargo, en este caso se ha demostrado que sí afecta la altura a las posturas del trabajador.

En la T9 y T10 se distinguen únicamente 6 posturas diferentes, todas englobadas en los niveles de riesgo 1 y 2. Sin embargo, en la T8 aparecen un total de 8 y ninguna englobada en un riesgo de nivel 1, sino en los tres niveles restantes (Tabla 10).

Se observa que el agricultor adopta las peores posturas al quitar tallos cuando las plantas están bajas (T8). Para este caso destaca la postura 2141 (espalda doblada, brazos bajos, piernas flexionadas con peso equilibrado y carga menor de 10 kg) por ser la más

frecuente (22,50% y nivel 3). También se resaltan las posturas 4141 (igual que 2141, pero con espalda doblada y girada) y 4161 (igual que 4141, pero con piernas flexionadas y peso equilibrado), por ser las más graves (nivel 4), con porcentajes bajos de repetición, 2,50% en cada caso (Tabla 10).

En la T8 el trabajador se pasa la mayor parte del tiempo agachado y con la espalda en una postura perjudicial para quitar los tallos al nivel del suelo, siendo este uno de los motivos de que sea la subtarea con riesgos más importantes. En la T9 sin embargo, el trabajador está de pie la mayor parte del tiempo, pero como las plantas todavía tienen una altura mediana debe doblar o doblar y girar la espalda para poder cortar los tallos. Por último, en la T10 por lo general las posturas son más cómodas, teniendo la espalda recta en más del 90% de las ocasiones (Tablas 10 y 11).

Además, en la T10 como las plantas están altas el trabajador suele levantar constantemente uno de los brazos para cortar los tallos (65%) lo que implica un nivel de riesgo 2 (Tabla 11). En alguna ocasión el trabajador cansado de tener elevado el brazo utilizó un taburete que le permitía estar más cómodo. Este taburete estaba fabricado por ellos, por lo que no se recomienda su uso debido a que no es seguro (Figura 18).



Figura 98. De izquierda a derecha: Quitar tallos en la parte alta de la planta con ayuda de un taburete.

Sin embargo, la postura que adoptada subido era menos forzada que en el caso sin taburete. Esto conduce a pensar que una medida podría ser la utilización de una escalera para realizar los trabajos con determinada altura y así disminuir el riesgo postural. [133]. Por el contrario, este tipo de medida podría conducir a un aumento de riesgo de caída. Existen carros con barandas que podrían sustituir a las escaleras en este tipo de trabajos.

RULA requiere cambios en las tres subtareas, y al igual que OWAS, contempla un riesgo superior en la T8 (nivel de acción 3) que en la T9 y T10 (nivel de acción 2; Tabla 12).

Los tallos se quitan manualmente en las tres subtareas investigadas, los trabajadores no se ayudan de herramientas cortantes. En este caso, podrían seleccionar herramientas de corte capaces de eliminar algunos de los riesgos ergonómicos a los que se enfrentan, como es la realización del trabajo con flexión en la espalda [132].

Además, al quitar los tallos cuando las plantas están bajas, el agricultor suele estar agachado, por lo que cuando adopte posturas de mucha flexión en piernas, como por ejemplo al estar en cuclillas (Figura 19) se pueden utilizar cuñas que se sujetan en las pantorrillas mediante velcros y que están fabricadas de espuma de poliuretano. Esta

medida limita la posición flexionada de las rodillas evitando la adopción de posturas muy forzadas [133].



Figura 109. Posición de cuclillas en T8.

4.5.5. Recolección

Una de las tareas que más subtareas engloba es la recolección (T17, T18, T19, T20, T21 y T22). Si se observan los resultados conjuntos de todas ellas, aparecen los cuatro niveles de riesgo (Tabla 10). Esto indica que la labor de recolección puede provocar daños en el sistema musculoesquelético de los trabajadores del cultivo de tomate, lo que coincide con otros estudios en los que también se afirma que este trabajo puede conducir al desarrollo de TME [108, 118, 135, 136].

Respecto a la recolección, 4 (T17, T18, T19 y T21) de las 6 subtareas evaluadas coinciden en un nivel de riesgo 2 para la espalda doblada debido a altos porcentajes de repetición (Tabla 11). Algunos autores afirmaron que la zona lumbar es una de las más perjudicadas en los agricultores [137]. Una medida que puede ayudar a proteger la parte baja de la espalda es el uso de plantillas antifatiga en el calzado [133].

Si se hace un análisis de las sublabores incluidas en la fase de recolección se puede determinar que, de las tres recogidas de tomates evaluadas (T18, T19 y T20), la primera es la que puede conllevar efectos más perjudiciales. Esto se debe a que presenta un porcentaje más alto de posturas (75%) correspondientes a riesgo 2, además de que presenta niveles 3 (12,50%) y 4 (2,50%), a diferencia de las otras (Tabla 10). RULA también afirma esta teoría, ya que la T18 presenta un riesgo superior (nivel de acción 3) a las otras dos recogidas (T19 y T20; Tabla 12).

En la T18 la postura más frecuente es la 2121 (espalda doblada, brazos bajos, piernas rectas y carga menor de 10 kg). Mientras que la T19 y T20 coinciden en que una de las posturas más frecuentes y de nivel de riesgo 1 es la 1121 (32,50% para T19 y 22,50% para T20). Es la misma postura que en T18 pero con la espalda recta, lo que la hace menos incómoda.

Por tanto, que la T18 sea más perjudicial puede ser debido a que los tomates están próximos al nivel del suelo. Esto da lugar a que el operario tenga que tomar posturas más forzadas que en la T19 y T20, con la espalda flexionada para poder cortar el tomate. La flexión de la espalda en esta subtarea también se refleja en los resultados obtenidos para la espalda, con un porcentaje del 70% de repetición (Tabla 11).

Los resultados comentados y obtenidos con OWAS en este cultivo se asemejan parcialmente a los de un estudio que fue realizado en pimiento y tomate, que mostró que, en la recogida de hortalizas, en un nivel próximo al suelo, los operarios estaban expuestos a un riesgo de nivel medio o elevado [138].

En la recogida de tomate 3 se diferencian más posturas normales, aunque también se presenta riesgo 2 (Tabla 10). El agricultor no suele inclinar la espalda frecuentemente, sino que en la mayoría de ocasiones la tiene recta. Esto es debido a que los tomates están situados en la parte alta de la planta, por lo que el operario no tiene que agacharse para cortarlos. Por el contrario, se muestra que los brazos pueden salir perjudicados en determinadas posturas, ya que a veces los tomates están en una posición elevada y tienen que subir los brazos (nivel de riesgo 2 con un 30% de repetición) para recogerlos (Tabla 11).

La recogida de tomates 2 se caracteriza por un 50% de las posturas normales, pero el otro 50% se caracteriza por un nivel de riesgo 2 (Tabla 10). Para este caso, los tomates se sitúan a una altura intermedia de la planta, por lo que la posición de espalda se va alternando entre recta e inclinada, destacando la primera posición, pero siendo más perjudicial la segunda (Tabla 11).

Todo lo que se ha detallado en los párrafos anteriores se puede relacionar con un estudio existente también en tomate, en el que se concluyó que llevar a cabo la labor a una altura que se encontrara entre 1,2 m y 1,6 m no era tan perjudicial para el agricultor [139].

La recogida de tomates conlleva al desarrollo de TME en el agricultor debido a los riesgos de las diferentes posturas adoptadas. Esta labor ocasiona este tipo de trastornos en otros ámbitos de la agricultura. Por ejemplo, en un estudio se evaluaron los TME y los factores de riesgo en trabajadores de cosecha de palma aceitera. El estudio demostró un gran porcentaje de este tipo de trastornos, siendo las partes del cuerpo más perjudicadas la lumbar, hombros y cuellos [140]. Otros autores se centraron en investigar nuevos equipos a utilizar en las tareas de recolección. Concluyeron que se podían obtener mejoras realizando esta labor con la ayuda de un exoesqueleto [141].

En los tres tipos de recogida se podrían aplicar medidas que prevengan o eliminen el riesgo de desarrollar TME. Una de ellas sería comprobar que las herramientas que se emplean para el corte de los tomates se encuentren afiladas para evitar que el trabajador tenga que realizar un esfuerzo extra. Además, utilizar también herramientas cortantes que ayuden a la recolección, ya que en el mercado se venden algunas que se componen de mangos con mayor longitud que las convencionales y que permiten una mejora de las posturas adoptadas por el agricultor [133]. Hay autores que se centraron en evaluar cómo afecta el diseño de herramientas de recolección de un cultivo en la aparición de TME en la zona superior del cuerpo, con el uso de RULA [142].

También existen herramientas de tipo manual que ayudan a la labor de recolección, como ganchos que permiten que el operario acerque las ramas en las que se encuentran los tomates a los que es más complicado llegar. Así se evita la adopción de posturas más perjudiciales [133].

Para la subtarea de recogida de tomates 3, se podrían emplear carros de recolección. Estos son similares a los carros con ruedas para llevar personas y trabajos en altura. En el invernadero visitado en este estudio los agricultores contaban con uno, que no emplearon por estar averiado, pero afirmaron estar más cómodos con su uso.

Por otra parte, dentro de la recolección también se encontraban las subtareas de transporte de carros (T21) y carga del remolque (T22). Ambas clasifican más del 50% de sus posturas en un nivel de riesgo 1. En las dos subtareas la postura más frecuente es la 1171 (espalda recta, brazos bajos, caminando y carga menor de 10 kg), que se trata de una postura no dañina para el trabajador. En la T21 presenta un porcentaje de repetición de 37,50% y en la T22 de 52,50% (Tabla 10). Que los resultados no sean muy negativos en estas labores puede deberse en parte al uso de una carretilla y de carros para transportar las cajas de tomates de un lugar a otro. Los resultados se modificarían bastante y aumentaría el riesgo si los operarios llevaran en peso las cajas de tomates.

Lo anterior puede relacionarse con una investigación en cultivos de pimiento y tomate que se realizó en Israel. Se demostró que los empleados no debían levantar pesos superiores a 12 kg [138]. En este caso de estudio, la carga manipulada es inferior a 10 kg con un porcentaje mayor de 90% en las sublabores de la recolección. Aunque se refleja que en alguna ocasión ha estado comprendido entre 10 y 20 kg (Tabla 11).

Cabe resaltar que en T21 y T22 también aparecen riesgos de nivel 2, en 5 y 2 tipos de posturas, respectivamente. Y para T21 también de nivel 3 (solamente en un porcentaje de 2,50%), que requiere cambios en un período de tiempo determinado (Tabla 10). Según RULA el nivel de acción de T21 (nivel 3) también es superior al de T22 (nivel 2) requiriendo cambios en una mayor brevedad (Tabla 12).

Si se observan los niveles de riesgo según las partes del cuerpo, el más elevado que se presenta es el 2 en T21, que aparece para la espalda doblada (Tabla 11). En las observaciones se deduce que esto es debido en parte a que los carros que son empleados tienen un asa para empujarlos que es demasiado bajo. Por tanto, una solución sería el uso de equipos que sean proporcionales a la altura del trabajador, como ya se ha propuesto para otras labores [3]. Es decir, utilizar carros que permitan regulación en altura [133].

Para la carga del remolque una medida preventiva es el uso de una carretilla para transportar las cajas de tomate y una rampa portátil que se coloca en el remolque para que sea más sencillo subirlas. Esto dará lugar a posturas menos perjudiciales [133]. En este caso de estudio los trabajadores sí hacían uso de estos equipos, por eso se resalta como medida preventiva para aquellas explotaciones en los que los operarios no cuenten con estos medios (Figura 20).



Figura 2011. Subtarea T22.

A pesar del uso de carros y carretillas en diferentes subtareas de la recolección, hay una dentro de esta en la que sí se deben levantar cargas. Esto ocurre en la T17 (Clasificación de tomates). Los operarios tienen que coger cajas llenas de tomates y transportarlas a la mesa de trabajo en la que se realiza la clasificación. También deben colocarlas apiladas una vez realizado este trabajo. Sin embargo, en este caso no tienen que levantar las cajas desde el nivel de suelo, sino desde una altura considerable. Además, no suelen emplearse cajas demasiado grandes ni van muy cargadas. Algunos autores han estudiado diferentes soluciones ergonómicas para la manipulación de cargas en el sector de la agricultura, con el fin de evitar las consecuencias para el trabajador, como son los dolores de espalda [143].

Por otra parte, en la T17 se realizan 6 tipos de posturas. El porcentaje más elevado (72,50%) pertenece a la 2121 (espalda doblada, brazos bajos, piernas rectas y carga menor de 10 kg) que representa un nivel de riesgo 2. En total, un 85% de las posturas reflejan este mismo riesgo, lo que conlleva a tomar acciones de corrección enfocadas a evitar los TME (Tabla 10). El riesgo coincide con el obtenido mediante RULA, siendo también el nivel 2 (Tabla 12).

En este trabajo el operario adopta muchas posturas de espalda flexionada y casi siempre mantiene las piernas rectas, lo que engloba también un nivel de riesgo 2 (Tabla 11). Es probable que una de las causas de estas posturas sea a mesa de trabajo utilizada para clasificar los tomates. La mesa está muy baja en comparación a la altura del trabajador. Además, el trabajador pasa la mayor parte de la subtarea en una posición muy parecida (Tabla 10), lo que perjudica esas partes del cuerpo.

Una recomendación para este caso sería emplear una mesa de trabajo no tan baja, que se adapte a la altura del operario para evitar la posición de espalda doblada. Es decir, mesas regulables, como por ejemplo las camas de los hospitales, que sea posible subirlas o bajarlas. Además, también sería bueno emplear cajas pequeñas que no tengan un peso elevado. Por otra parte, cuando las posturas son estáticas de pie, durante mucho rato, se pueden emplear sillas específicas para trabajo semisentado, que permiten al trabajador variar su postura [133]. Para el levantamiento de cajas que se ha comentado anteriormente los trabajadores deberían estar informados de los riesgos derivados de este tipo de tareas y formación sobre el procedimiento para realizar la manipulación manual de cargas [132, 133]. También existen pequeñas plataformas hidráulicas que suben y bajan las cajas y

que son regulables, pero también se encuentra la desventaja de que pueden tener un coste elevado.

Si se analizan las 6 subtareas de la recolección (T17 a T22) en función de las partes del cuerpo se observa que el riesgo más elevado que se presenta es el nivel 2. Este se manifiesta principalmente en la espalda, pero también en brazos y piernas (Tabla 11). Existe una coincidencia, en parte, con otro estudio que se llevó a cabo en tomate, en el que se demostró que los agricultores sufrían molestias en la espalda y en las extremidades superiores [97].

Para finalizar con la recolección, hay que indicar que, aunque en el cultivo de tomate en invernadero se han encontrado posturas que suponen un riesgo para el trabajador, no aparecen riesgos tan altos como los que pueden producirse en cultivos rastreros, en los que las posiciones serán más perjudiciales. Por ejemplo, en el cultivo de melón bajo invernadero, el análisis de la recolección con el método OWAS determinó porcentajes importantes de posturas correspondientes a un riesgo de nivel 3 y de nivel 4 en alguna ocasión [129].

4.5.6. Despunte de tallos y quitar hojas

En el despunte de tallos (T14) la postura más común (27,50%) corresponde a un nivel 2 y es la 2121 (espalda doblada, brazos bajos, piernas rectas y carga menor de 10 kg). Además, el nivel de riesgo 2 es el que más aparece, correspondiendo a un 45% de las posturas evaluadas. El nivel de riesgo 3 también se manifiesta en un 17,50% de ellas (Tabla 10). La espalda se dobla en un 60% de las posturas lo que es perjudicial para el operario, al igual que algunas posiciones de piernas (las dos flexionadas o una recta y otra flexionada), todo con un nivel de riesgo 2 (Tabla 11). RULA también señala que se trata de una tarea que presenta riesgo para el desarrollo de TME, pero en este caso con un nivel de acción de 4, que requiere acciones inmediatas (Tabla 12).

La subtarea de quitar hojas al nivel del suelo (T15) también coincide con la anterior en la perjudicialidad de la posición de espalda, estando doblada en un 92,50% de las posturas, lo que corresponde a un nivel de riesgo 3 (Tabla 11). Al igual que en estas dos subtareas la espalda flexionada también destaca en otras que se han evaluado anteriormente. La Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo indica que la espalda es una de las partes del cuerpo en las que se desarrollan TME habitualmente [10].

En T15 destaca el nivel de riesgo 2, en un 75% de las posturas, además de aparecer un nivel 3 en un 17,50% de estas, lo que repercute en que apenas se realicen posiciones no dañinas para el trabajador. Lo contrario sucede en la T16 en la que el 92,5% de las posturas son normales (Tabla 10). En este último caso solamente requeriría corrección y no muy urgente (nivel de riesgo 2) el porcentaje de posturas restante. En T16 la espalda no se encuentra afectada, pero una pierna se mantiene recta y la otra flexionada en el 60% de las posturas lo que conduce a un nivel de riesgo 2 (Tabla 11).

RULA también obtiene como resultados que la postura T15 es más perjudicial que la T16, con niveles de acción 3 y 2, respectivamente (Tabla 12).

Las diferencias en los niveles de riesgo están claras al observar las posturas. En la T15 el agricultor va quitando las hojas en la parte baja de la planta por lo que casi siempre

va agachado e incluso en ocasiones con alguna rodilla apoyada. Sin embargo, en la T16 las hojas las quita en la parte alta de la planta por lo que se mantiene de pie (Figura 21). Esto coincide con las posturas más comunes que se adoptan, siendo con un porcentaje de 32,50% la 2161 (espalda doblada, brazos bajos, una o dos rodillas apoyadas y carga menor de 10 kg) para T15 y con un 52,50% la 1131 (espalda recta, brazos bajos, una pierna recta y otra flexionada y carga menor de 10 kg) para T16 (Tabla 10).



Figura 2112. De izquierda a derecha: Subtareas T15 y T16.

En T16 el agricultor siempre está de pie. Hay estudios que han aplicado RULA para investigar los TME en agricultores mientras adoptan una postura de pie al realizar el trabajo [144].

Como recomendaciones, en las dos subtareas en las que se ve afectada la espalda (T14 y T15) se puede tomar alguna de las medidas que se han expuesto en otras tareas en las que se presentaba afectada la misma zona. Por otra parte, en la T14 se podrían emplear tijeras neumáticas o eléctricas, en lugar de las convencionales, que son las que se utilizaban en este caso [133]. Para quitar hojas no se utiliza ningún tipo de herramienta cortante, sino que lo realizan con las manos y esto también influye en las posturas que se adoptan, por lo que sería bueno emplear herramientas útiles para este caso. El correcto diseño de herramientas de trabajo manuales en agricultura y ganadería es fundamental para evitar el riesgo de sufrir trastornos de tipo musculoesquelético, por ello, ya se han realizado estudios centrados en investigar cómo diseñar las herramientas [142, 145].

4.5.7. Limpieza de broza, sacar broza del invernadero, cortar hierba y llenar dumper

Estas tareas están totalmente relacionadas y consisten en despejar el invernadero de la broza que se acumula. De las cuatro subtareas (T23, T24, T25 y T26) englobadas dentro de la limpieza de broza se puede afirmar, tras una revisión de los resultados obtenidos por OWAS, que la que engloba las posturas más perjudiciales es la de “Arrancar hierba del suelo” (T23). En esta el 85% de las posturas tomadas por el agricultor corresponden a un nivel de riesgo 2 y el 7,5% a nivel 4, siendo únicamente el porcentaje restante el correspondiente a posiciones normales. La postura más común (82,50%) es la 2161 (espalda doblada, brazos bajos, una o dos rodillas en el suelo y carga menor de 10 kg; Tabla 10). Que esa postura sea la más frecuente se debe a que el agricultor va arrancando la hierba del suelo del invernadero y para ello normalmente avanza de rodillas, además de tener la espalda doblada para llegar a arrancar la hierba (Figura 22).



Figura 22. Postura 2161. Subtarea T23.

Se trata por tanto de una labor muy repetitiva, como la mayoría de las que se realizan en este sector. Algunos autores coinciden en que las tareas en invernadero son cansadas y repetitivas. Los trabajadores se exponen a posturas incómodas como ya se ha estudiado con OWAS, pero también a movimientos muy repetitivos, que es lo que se ha evaluado con el método RULA [146].

Alguna medida de las que se podría tomar para una mejora de las posturas sería de las que se han propuesto en labores anteriores relacionadas con el trabajo a nivel del suelo, como por ejemplo el uso de un carro de asiento. Además, se podrían emplear rodilleras o almohadillas, ya que es mucho tiempo el que se apoya con una o ambas rodillas en el suelo [132, 133].

Es importante resaltar que en la mayoría de las ocasiones el agricultor arranca la hierba con la mano, lo que es el motivo principal para las posiciones que adopta. Esto se puede comparar con la subtarea T31 (Cortar hierba). Esta es muy similar a la T23, ya que el objetivo en ambas es el mismo, quitar la hierba en el invernadero. En este caso el trabajador no la quita manualmente, sino que utiliza una azada con un mango largo. Esta permite que el trabajador no vaya por el suelo, sino que pueda estar de pie mientras realiza la tarea. La espalda seguirá doblada en la mayor parte de las ocasiones. Las posturas más habituales son la 2121 y 2131, ambas con un porcentaje de repetición de 32,50% y un nivel de riesgo 2. Estas posturas son iguales que en la T23, pero cambiando las piernas, que están las dos rectas o con una flexionada (Tabla 10). A pesar de todo esto, la inclinación de espalda es más repetida y por tanto más perjudicial en la T23 con un nivel de riesgo 3, frente al nivel 2 en la T31. Respecto a las piernas, la posición de rodillas en T23 se repite un 97,50% por lo que es más perjudicial que las que aparecen en T31 (Tabla 11).

Se puede deducir, por tanto, que realizar este tipo de subtareas con una azada puede ser beneficioso para corregir malas posturas.

De hecho, en RULA también queda reflejado que la T23, en la que el operario utiliza las rodillas, es peor que la T31, tomando riesgos de nivel 4 y 3, respectivamente (Tabla 12).

Las sublabores T24, T25 y T26 consisten en retirar la broza del suelo, sacarla al pasillo central y echarla en el dumper. Estas tres labores se realizan de forma similar a la T27 en la que se recogen hojas del suelo y se echan también en el dumper, aunque se emplean herramientas agrícolas diferentes. De todas, las T24 y T25 son las que implican menor daño para el trabajador, siendo la mayoría de las posturas normales, excepto en un

7,50% de ellas para ambos casos, en los que aparece un riesgo de nivel 2. En las dos subtareas, la mayoría de veces el trabajador tiene la espalda recta, con los brazos bajos y sin carga considerable. Lo único es que en T24 las piernas están rectas y en T25 el trabajador va caminando (Tabla 10).

En T26 y T27 sí se presentan porcentajes mayores que corresponden con un nivel 2 e incluso aparece el nivel 3 (Tabla 10). En estas subtareas parte de lo que hace el trabajador es recoger lo que hay en el suelo con una pala o rastrillo y echarla en el dumper, por lo que el trabajo también es más forzado. Además, en estas dos últimas, la espalda se ve más perjudicada, ya que aparecen niveles de riesgo 2, siendo un 15% la repetición para la espalda doblada y girada en T26 y un 35% para espalda doblada en T27 (Tabla 11). En agricultura, varios autores han investigado sobre el dolor en la zona lumbar que sufren los trabajadores. Se ha demostrado que los factores que los provocan no son únicamente factores biomecánicos como posturas repetitivas o posiciones perjudiciales sino también el tipo de labor, el estrés, etc., concluyendo que incluso el apoyo psicológico podría contribuir a prevenir dicha molestia [147].

Una recomendación para este caso es que el agricultor intente mantener una postura recta de espalda y vaya acumulando todas las hojas o desperdicios en un mismo lugar cercano al dumper. La idea es que intente agacharse únicamente en el momento de recoger el montón del suelo. También podrían emplearse palas hidráulicas que ayuden al momento de echar los desperdicios al dumper [133].

Según el método RULA se observa coincidencia en que la T24 tiene un menor riesgo (nivel de acción 2) que la T26 (nivel 4) y T27 (nivel 3), aunque en este caso la T25 también presenta nivel elevado (Tabla 12). Esto se debe a que en la T23 la broza se saca al pasillo empleando un rastrillo manual con ruedas. Este útil es sencillo de manejar, pero hay ocasiones en las que el trabajador toma una posición más forzada para vaciarlo. Que RULA evalúe las posturas más perjudiciales a simple vista es lo que implica que se haya seleccionado una de este tipo (Figura 23) obteniendo ese nivel de riesgo.



Figura 23. Subtarea en la que se saca la broza al pasillo del invernadero.

El método RULA normalmente obtiene niveles de riesgo mayores que los de OWAS, esto se debe como ya se ha mencionado en varias ocasiones al tipo de postura que RULA indica que es necesario seleccionar [35]. Esto se confirma, ya que si se observa la Tabla 12 solamente existe una postura que no requiera cambios, mientras que al analizar la Tabla 10 el color verde es uno de los que predomina junto con el amarillo,

siendo mucho menos frecuentes los niveles 3 y 4. La sobredimensión de riesgos con RULA, debido a los motivos expuestos, también se manifestó en varios estudios realizados anteriormente, en concreto en cultivo de melón y de pimiento bajo invernadero [127, 129, 131]. De todos modos, se suele emplear una combinación de métodos y no RULA de forma independiente para obtener resultados más fiables [148].

Por otra parte, la T29 consiste en lo mismo que la T26 y T27, es decir, llenar el dumper con desperdicios, con la diferencia de que en “Llenar dumper” lo que se echan son los tomates no aptos para ser consumidos o comercializados, en lugar de los restos del invernadero. Además, en esta labor directamente se cogen las cajas y se vierten, mientras que en las otras dos se alternan con la recogida de broza del suelo. En la T29, al igual que en las otras dos mencionadas, aparecen los tres primeros niveles según OWAS. La postura más adoptada en la subtarea de llenar el dumper es la 2131 (nivel de riesgo 2), aunque solamente con un porcentaje del 27,50%. En esta postura el trabajador tiene la espalda doblada, los brazos bajos, una pierna recta y otra flexionada (Tabla 10). La espalda flexionada se mantiene casi en la mitad de las posturas por lo que puede afectar al sistema musculoesquelético del agricultor (riesgo 2). La carga que suele manejar es menor de 10 kg, pero en ocasiones se encuentra entre 10 y 20 kg al coger una carga de tomates muy pesada (12,50%; Tabla 11). Independientemente del peso que sostenga, el agricultor tiene que manipular carga en esta tarea (Figura 24).



Figura 24. Manipulación de carga en T29.

Por otra parte, según RULA la postura adoptada en esta labor (T29) requiere cambios urgentes (Tabla 12).

Cuando el dumper se llena de tomates que no están en buenas condiciones (T29) el agricultor se encuentra fuera del invernadero, cerca del almacén, que es el lugar en el que previamente se ha hecho la clasificación. Sin embargo, en las otras tareas en las que se echan los desperdicios en el dumper, el vehículo se sitúa dentro del invernadero lo más cerca posible al lugar de trabajo en cada momento. Una vez cargado, el agricultor tiene que salir para vaciarlo antes de continuar la labor. Esto corresponde con la subtarea T28. En esta se demuestra que prácticamente el agricultor no está expuesto a riesgo de TME, ya que el 85% de las posturas no son perjudiciales (nivel 1 de OWAS). Sin embargo, el 15% restante sí necesitan ser corregidas, pero no de forma inmediata (nivel 2). La postura más frecuente es en la que el operario tenga la espalda recta, brazos bajos para sujetar el volante, sentado y carga menor de 10 kg (ya que no es un trabajo con carga). Es una postura lógica ya que el trabajador va conduciendo el vehículo (Tabla 10). Puesto que va todo el rato sentado durante este trabajo, aparece riesgo en las piernas (Tabla 11), por lo

que se podría alternar entre tareas para que el operario no esté en todo momento con la misma postura [133]. También es imprescindible la selección de vehículos que permitan posturas de trabajo cómodas y aceptables para la tarea [132]. Y por supuesto, utilizar asientos que no den lugar a posiciones perjudiciales, ya que algunos de ellos, además de otras partes del vehículo pueden conducir a lesiones osteomusculares [3, 129].

Hay autores que ya se han centrado en el estudio de ergonomía en vehículos agrícolas, como por ejemplo uno que se realizó en tractores para disminuir el esfuerzo físico de los trabajadores al subir y bajar las estructuras de protección contra vuelcos [149].

Según RULA el riesgo en esta subtarea tampoco es muy elevado, ya que toma un nivel de acción 2 (Tabla 12).

4.5.8. Despunte de ramas

El despunte de ramas tampoco es una tarea preocupante en el cultivo de tomate en los invernaderos de Almería. Todas las posturas se consideran aptas, excepto un 7,50% (nivel de riesgo 2) que representa solamente 3 posturas de 40. Por tanto, habría que modificar esas, pero no serían necesarias más medidas preventivas. La postura generalmente adoptada es con la espalda y piernas rectas, los brazos abajo y la carga menor de 10 kg (Tabla 10). En bastantes ocasiones el agricultor flexiona una de las piernas, lo que sí puede ser algo perjudicial (Tabla 11). RULA también indica un nivel bajo, concretamente de 2 (Tabla 12).

4.5.9. Limpieza de invernadero

La limpieza de invernadero es la última fase que se realiza, una vez que finaliza el ciclo de cultivo. Durante este trabajo se cortan las plantas del invernadero (T32), se dejan secar para posteriormente recogerlas (T33) y por último se barre el invernadero (T34).

En la subtarea en la que el operario corta las plantas se expone a riesgos en todas las posturas que realiza. No se trata de un riesgo muy preocupante según OWAS, ya que el 95% de las posturas corresponden a nivel 2, pero sí refleja que no hay ninguna postura que se considere normal (Tabla 10). Durante toda la labor prácticamente el trabajador va con la espalda doblada, lo que da lugar a un riesgo elevado, de nivel 3 (Tabla 11). De hecho, esta es la parte del cuerpo que se ve más afectada, al igual que demostró un estudio en trabajadores de productores de piña en India, concluyendo la aparición de TME en esta zona del cuerpo [150].

Posiblemente la T32 sea la labor menos ergonómica de las englobadas en la limpieza según OWAS. Esto se debe a que, en la T33, cuando se recogen las matas, el 87,5% de las posturas son normales, aunque sí que aparece el porcentaje restante con un nivel 3. Lo más común en este caso es que el trabajador camine con la espalda recta, los brazos bajos y con carga menor de 10 kg (Tabla 10). Que el agricultor se encuentre casi todo el rato caminando también lo puede exponer a riesgo de TME (Tabla 11).

Por último, cuando el agricultor barre no se presenta ningún riesgo mayor del nivel 2 y además este en un porcentaje menor que el de posturas normales, que son la mayoría (77,50%). En las posturas más comunes el trabajador tiene la espalda recta, siendo cuando

la dobla el momento en el que el riesgo aumenta (Tabla 10). Varias veces (37,5%) el agricultor tiene una pierna flexionada lo que también puede conducir a TME (Tabla 11).

RULA establece que las tres tareas analizadas (T32, T33 y T34) presentan algún riesgo para el trabajador, siendo en este caso el mayor para la recogida de matas (Tabla 12).

En los cultivos de melón, pimiento y calabacín las tareas relacionadas con la limpieza del invernadero son muy similares, ya que retirar las plantas y barrer se suele hacer en todos los casos. En estos estudios, estas tareas también presentan algún tipo de riesgo para el sistema musculoesquelético [127, 129-131].

Sobre recomendaciones ya se han expuesto a lo largo del documento algunas para posturas semejantes, como las de espalda doblada.

4.6. Otras recomendaciones

La agricultura es un sector expuesto a numerosos riesgos, entre ellos las exigencias físicas, por lo que son necesarias intervenciones en el ámbito de la seguridad y salud [151]. Algunos autores llevan a cabo este tipo de investigaciones, en las que se estudian trastornos musculoesqueléticos y otros problemas como ruido, vibraciones, etc. [152]. Los trastornos musculoesqueléticos en este ámbito de trabajo no solamente están relacionados con las posturas adoptadas o los movimientos repetitivos, que es de lo que ha tratado el presente documento, sino también con otros factores como elevados niveles de estrés, falta de sueño o fatiga. Una cosa está clara y es que para evitar o disminuir estos TME es necesario adoptar medidas preventivas [153].

A pesar de que a lo largo de esta investigación ya se han sugerido numerosas medidas o recomendaciones, a continuación, se añaden algunas más de tipo general que pueden ser aplicadas a cualquier labor del cultivo de tomate bajo invernadero:

- Para las subtareas en las que sea posible, emplear herramientas innovadoras o tecnologías punteras que conduzcan a posturas menos dañinas y que permitan que no todo el trabajo sea de carácter manual [132].
- Las herramientas deben conservarse en buen estado y reemplazarlas cuando sea necesario. Se deben diseñar o seleccionar herramientas ergonómicas para el trabajador [3].
- Utilización de herramientas con mangos cortos o largos según el agricultor que los utilice [3].
- Los trabajadores deben recibir formación ergonómica, para llevar a cabo las labores [133]. Se trata de mejorar los conocimientos del agricultor sobre la labor y de aportar medidas para evitar trastornos musculoesqueléticos [3, 132]. Ya existen estudios que demuestran los beneficios para los trabajadores que realizan este tipo de formaciones ergonómicas destinadas a la prevención de TME [154]. También deberían poseer conocimientos sobre el procedimiento correcto para levantar cargas, bajarlas o empujarlas [3, 133].
- Rotación entre diferentes subtareas [3, 133]. En el cultivo de tomate un ejemplo sería alternar entre labores como la clasificación o la recogida de tomates, ya

que una se realiza en almacén con una postura determinada y otra en el invernadero. Otra podría ser rotar entre la recolección, que es una tarea pesada y el corte de tallos, que se realiza en numerosas ocasiones.

- Realizar períodos de descanso. Deben realizarse a la sombra y en lugares próximos a la zona de trabajo, en los que tengan la opción de sentarse [3, 133].
- Llevar a cabo estiramientos o ejercicio físicos previos a la realización de las labores debido a las exigencias posturales del trabajo en el cultivo [133]. Varios autores expusieron la necesidad de que los agricultores se encuentren en forma física para realizar su trabajo e hicieron una investigación en la que concluyeron que suelen realizar ejercicio para lograr ese bienestar [155].
- Utilización de plantillas que ayuden a mejorar las molestias musculoesqueléticas producidas, rodilleras, espinilleras, etc. en tareas en las que sean necesarias para mejorar las posturas de trabajo [3, 133].
- Adoptar en la medida de lo posible posturas “neutras”. Para esto los trabajadores deben estar informados de lo que puede ser perjudicial [3, 133].
- Investigación sobre la recolección automatizada, que puede reducir la carga musculoesquelética del operario. En definitiva, si es posible automatizar las tareas que convenga [146].
- Organización eficiente del trabajo. Por ejemplo, a la hora de levantar cargas, que no haya alturas demasiado grandes [146].
- En las tareas que el agricultor esté sentado, empleo de asientos que permitan posturas que no sean forzadas [146].

En el Anexo 4 se presenta un resumen de las recomendaciones para este tipo de cultivo.

4.7. Limitaciones del estudio

A continuación, se exponen algunas limitaciones relevantes de este estudio:

- En ocasiones durante el período de observación llevado a cabo para la recogida de datos ha sido muy complicado realizar grabaciones, debido a las características del trabajo agrícola. Esto ha supuesto que algunas de las imágenes seleccionadas no se vean con calidad, aunque son lo suficientemente clara para analizarlas. Ejemplos de labores en las que ha ocurrido esto son tratamientos fitosanitarios y sulfatado. El trabajador encargado del trabajo de campo, a pesar de llevar los equipos de protección necesarios, no podía acercarse mucho a grabar por el riesgo de los productos. Además, en el caso de los tratamientos fitosanitarios había una manguera de gran longitud que impedía el paso en ocasiones.
- También durante las grabaciones un problema frecuente era el sol. Cuando el agricultor trabajaba en una parte determinada del invernadero a unas horas concretas había que realizar vídeos a contraluz. No era posible cambiar de perspectiva ni de posición la cámara puesto que no se veían determinadas partes del cuerpo en algunos momentos.
- A la hora de la aplicación del método OWAS en ocasiones los vídeos utilizados para seleccionar las imágenes no podían ser consecutivos. Esto se debe a que los agricultores con frecuencia hacían paradas para descansar, beber agua, cambiar de zona en el invernadero, etc.

- Para elegir los intervalos de tiempo a los que se seleccionan las imágenes a evaluar con OWAS, estos no pueden ser siempre constantes, ya que a veces el trabajador queda tapado por las plantas o por algún elemento de la estructura del invernadero y no se aprecia su postura. Además, se tienen que seleccionar intervalos cortos debido a que cada pocos segundos se cambia de postura, ya que se trata de trabajos repetitivos.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones

Este estudio ha permitido conocer las posturas y movimientos repetitivos que adoptan los agricultores en cada una de las labores del cultivo de tomate bajo invernadero en Almería.

Se ha determinado que hay 34 subtareas principales en este cultivo, sin contar tareas de mantenimiento (que no han sido objeto de esta investigación). Se ha concluido según OWAS que muchas de las posturas adoptadas en 30 de estas labores son forzadas y presentan algún tipo de riesgo para el sistema musculoesquelético del trabajador; no obstante, esto no impide la realización de las tareas.

. Por el contrario, hay cuatro tareas que no necesitan ningún cambio.

El método RULA también ha demostrado la posibilidad de que los agricultores de tomate sufran trastornos musculoesqueléticos debido a que de las 34 posturas analizadas solamente una se considera normal. Los resultados de RULA no reemplazan a los de OWAS ni viceversa, son métodos complementarios que permiten obtener resultados más precisos.

Hay tareas que no tienen mucho margen de mejora pero que mediante una buena condición física y rotación de turnos entre trabajadores no deberían causar problemas. Sí es cierto que casi todas las tareas son optimizables mediante el uso de equipos auxiliares (carros, plataformas, herramientas más avanzadas, etc.) pero su poca implantación seguramente es por el coste añadido que repercutiría en el balance económico final de la explotación. Para ello, una línea de subvenciones desde las autoridades competentes podrían animar a los empresarios agrícolas para su implantación paulatina.

CAPÍTULO 6: REFERENCIAS

- [1] Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible (2020) El sector agrario y pesquero en Andalucía. <https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/producto_estadistica/19/06/Datos%20del%20sector%20agrario%20y%20pesquero_2020.pdf> Disponible el 02/03/2022.
- [2] Cajamar-Caja Rural. Análisis de la campaña hortofrutícola campaña 2020/2021. <<https://publicacionescajamar.es/publicacionescajamar/public/pdf/series-tematicas/informes-coyuntura-analisis-de-campana/informe-71-campana-almeria-20-21.pdf>> Disponible el 02/03/2022.
- [3] ILO (Organización Internacional del Trabajo) (2010) Repertorio de recomendaciones prácticas sobre seguridad y salud en la agricultura. <https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_159460.pdf> Disponible el 02/03/2022.
- [4] EU-OSHA (European Agency for Safety and Health at Work) (2020) Musculoskeletal disorders in agriculture: from identifying the risks to adopting preventive measures. Examples of projects financed by INAIL. <<https://osha.europa.eu/en/publications/msds-agriculture-sector-identifying-risks-adopting-preventive-measures>> Disponible el 02/03/2022.
- [5] EU-OSHA (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo) La economía nacional y la salud y seguridad en el trabajo. Factsheet, 76. <<https://osha.europa.eu/en/publications/factsheet-76-national-economics-and-occupational-safety-and-health/view>> Disponible el 21/01/2022.
- [6] OHSAS 18001 (2007) Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo-Requisitos. AENOR, Madrid, España.
- [7] EU-OSHA (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo) Las ventajas de una buena salud y seguridad en el trabajo. Factsheet, 77. <<https://osha.europa.eu/en/publications/factsheet-77-business-benefits-good-occupational-safety-and-health/view>> Disponible el 21/01/2022.
- [8] IEA (International Ergonomics Association) What is Ergonomics? <<https://www.iea.cc/whats/index.html>> Disponible el 22/01/2022.
- [9] Laurig W, Vedder J. Ergonomía. Herramientas y Enfoques. Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo. <<https://www.insst.es/documents/94886/161958/Capítulo+29.+Ergonomía>> Disponible el 22/01/2022.
- [10] EU-OSHA (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo) Introducción a los trastornos musculoesqueléticos de origen laboral. Factsheet, 71. <<https://osha.europa.eu/en/publications/factsheet-71-introduction-work-related-musculoskeletal-disorders/view>> Disponible el 22/01/2022.

- [11] INSST (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo) Trastornos musculoesqueléticos. <<https://www.insst.es/riesgos-ergonomicos-trastornos-musculoesqueleticos>>. Disponible el 23/01/2022.
- [12] EU-OSHA (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo) Trastornos musculoesqueléticos de origen laboral: informe de prevención. Factsheet, 78. <<https://osha.europa.eu/en/publications/factsheet-78-work-related-musculoskeletal-disorders-prevention-report-summary/view>>. Disponible el 23/01/2022.
- [13] ILO (International Labour Organization) (2013) Sectorial Policies Department (Sector). <<http://www.ilo.org/sector/lang--en/index.htm>>. Disponible el 23/01/2022.
- [14] Montoya-García ME, Callejón-Ferre AJ, Pérez-Alonso J, Sánchez-Hermosilla J (2013) Assessment of psychosocial risks faced by workers in Almería-type greenhouses, using the Mini Psychosocial Factor Method. *Applied Ergonomics*, **44**, 303-311 (doi:10.1016/j.apergo.2012.08.005).
- [15] Habib RR, Fathallah FA (2012) Migrant women farm workers in the occupational health literature. *Work-A Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation*, **41**, 4356-4362 (doi:10.3233/WOR-2012-0101-4356).
- [16] Svensson M, Urinbojev R, Nilsson U, Littorin M, Wigerfelt-Svensson A, Lundqvist P, Nyström B, Westregard A, Bohgard M, Alkan-Olsson J, Albin M (2012) Kunskapsöversikt. Migrantarbete inom den gröna näringen. Framtagen i samarbete mellan Lunds universitet, Malmö högskola och SLU Alnarp. Sweden. 89 pp.
- [17] Van der Schilden M (1989) The OWAS system for analysing working postures. *Acta Hort. (ISHS)*, **237**, 129-136. <http://www.actahort.org/books/237/237_19.htm>. Disponible el 25/01/2022.
- [18] Van Wely P (1970) Design and disease. *Applied Ergonomics*, **1**, 262-269 (doi: 10.1016/0003-6870(70)90075-X)
- [19] Ministerio de Empleo y Seguridad Social (2013) Accidentes de trabajo con baja ocurridos en 2013. Subsecretaría de Empleo y Seguridad Social. Secretaría General Técnica. Subdirección General de Estadística. <<http://www.empleo.gob.es/estadisticas/eat/eat13/A1/index.html>>. Disponible el 29/09/2014.
- [20] Fundación MAPFRE (1995). Manual de ergonomía. Ed. MAPFRE S.A. Madrid, España.
- [21] Marras WS, Hancock PA (2014) Putting mind and body back together: A human-systems approach to the integration of the physical and cognitive dimensions of task design and operations. *Applied Ergonomics*, **45**, 55-60 (doi:10.1016/j.apergo.2013.03.025).
- [22] Llanea-Álvarez FJ (2008) Ergonomía y Psicología Aplicada. Manual para la formación del especialista. Ed. Lex Nova. Valladolid, España.
- [23] Álvarez-Zárate JM, Marín-Zurdo JJ. Sistema HADA Move-Human Sensors. Sistema portátil para captura y análisis tridimensional del movimiento humano en puestos de

trabajo basado en sensores inerciales de movimiento y simulación 3D con modelos biomecánicos. <<http://www.seguridad-laboral.es/prevencion/ergonomia/sistema-hadamove-human-sensors>>. Disponible el 28/01/2022.

- [24] Dutta T (2012) Evaluation of the Kinect (TM) sensor for 3-D kinematic measurement in the workplace. *Applied Ergonomics*, **43**, 645-649 (doi: 10.1016/j.apergo.2011.09.011).
- [25] Kuorinka L, Jonson B, Kilbom A, Viterberg H, BierNing-Sorensen F, Andersson G, Jorgense K (1987) Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, **18**, 233-237 (doi: 10.1016/0003-6870(87)90010-x).
- [26] Lifshitz Y, Armstrong T (1986) A design checklist for control and prediction of cumulative trauma disorders in hand intensive manual jobs. In: *Proceedings of the 30th Annual Meeting of Human Factors Society*, 837-841, Michigan.
- [27] David G, Woods V, Li G, Buckle P (2008) The development of the Quick Exposure Check for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Applied Ergonomics*, **39**, 57-69 (doi: 10.1016/j.apergo.2007.03.002).
- [28] Keyserling WM, Stetson DS, Silverstein BA, Brouwer ML (1993) A checklist for evaluating ergonomic risk factors associated with upper extremity cumulative trauma disorders. *Ergonomics* **36**, 807–831. (Doi:10.1080/00140139308967945).
- [29] Jürgens WW, Mohr D, Pangert R, Pernack E, Schultz K, Steinberg U (2001) Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Heben und Tragen von Lasten. LASI Veröffentlichung 9. Hrsg. Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik. 4. Überarbeitete Auflage.
- [30] INSST (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo) (1998) Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. Guías técnicas, Madrid, España.
- [31] Monnington SC, Quarrie CJ, Pinder ADJ, Morris LA (2003) Development of manual handling assessment charts (MAC) for health and safety inspectors. In: *Annual Conference of the Ergonomics-Society*, 3-8, Scotland.
- [32] Liberty-Mutual. Manual Materials Handling Tables. <https://libertymmhtables.libertymutual.com/CM_LMTablesWeb/taskSelection.do?action=initTaskSelection>. Disponible el 29/01/2022.
- [33] NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) (1981) Work practices guide for manual lifting. NIOSH Technical Report n°81-122, Cincinnati, Ohio, USA.
- [34] Snook SH, Ciriello VM (1991) The design of manual handling tasks: Revised tables of maximum acceptable weights and forces. *Ergonomics* **34**, 1197-1213 (doi: 10.1080/00140139108964855).
- [35] McAtamney L, Corlett EN (1993) RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, **24**, 91-99 (doi: 10.1016/0003-6870(93)90080-S).

- [36] Colombini D (1998) An observational method for classifying exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics*, **41**, 1261-1289 (doi: 10.1080/001401398186306).
- [37] Kemmlert K (1995) A method assigned for the identification of ergonomic hazards – PLIBEL. *Applied Ergonomics*, **26**, 199-211 (doi: 10.1016/0003-6870(95)00022-5).
- [38] Moore JS, Garg A (1995) The Strain Index: A proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*, **56**, 443-458 (doi: 10.1080/15428119591016863).
- [39] García C, Chirivela C, Page del Pozo A, Moraga R, Jorquera J (1997) Método Ergo IBV. Evaluación de riesgos laborales asociados a la carga física, Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia, España.
- [40] James CPA, Harburn KL, Kramer JF (1997) Cumulative trauma disorders in the upper extremities: Reliability of the Postural and Repetitive Risk-Factors Index. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, **78**, 860-866 (doi: 10.1016/S0003-9993(97)90201-X).
- [41] Hignett S, McAtamney L (2000) Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, **31**, 201-205 (doi: 10.1016/S0003-6870(99)00039-3).
- [42] Buchholz B, Paquet V, Punnett L, Lee D, Moir S (1996) PATH: A work sampling-based approach to ergonomic job analysis for construction and other non-repetitive work. *Applied Ergonomics*, **27**, 177-187 (doi: 10.1016/0003-6870(95)00078-X).
- [43] Karhu O, Kansi P, Kuorinka I (1977) Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. *Applied Ergonomics*, **8**, 199-201 (doi: 10.1016/0003-6870(77)90164-8).
- [44] Kilbom A, Persson J, Jonsson B (1986) Risk factors for work-related disorders of the neck and shoulder with special emphasis on working postures and movements, 44-53, Taylor & Francis, London, UK.
- [45] Corlett E, Madeley S, Manenica I (1979) Posture targeting: a technique for recording working postures. *Ergonomics*, **22**, 357-633 (doi: 10.1080/00140137908924619).
- [46] Fenske RA, Hidy A, Morris SL, Harrington MJ, Keifer MC (2002) Health and safety hazards in Northwest agriculture: Setting an occupational research agenda. *American Journal of Industrial Medicine*, **Suplemento 2**, 62-67 (doi: 10.1002/ajim.10081).
- [47] Arcury TA, O'Hara H, Grzywacz JG, Isom S, Chen HY, Quandt SA (2012) Work Safety Climate, Musculoskeletal Discomfort, Working While Injured, and Depression Among Migrant Farmworkers in North Carolina. *American Journal of Public Health*, **102**, S272-S278 (doi: 10.2105/AJPH.2011.300597).
- [48] Perkiö-Makela M, Hirvonen M (2019) How to Improve Farmers' Work Ability. Proceedings of the 20th congress of the international ergonomics association (iea 2018), vol 8: ergonomics and human factors in manufacturing, agriculture, building and construction,

sustainable development and mining. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, **825**, 367-374 (doi: 10.1007/978-3-319-96068-5_41).

- [49] Hoy DG, Raikoti T, Smith E, Tuzakana A, Gill T, Matikarai K, Tako J, Jorari A, Blyth F, Pitaboe A (2018) Use of The Global Alliance for Musculoskeletal Health survey module for estimating the population prevalence of musculoskeletal pain: findings from the Solomon Islands. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **19**, 292 (doi: 10.1186/s12891-018-2198-0).
- [50] Sejari N, Kamaruddin K, Al-Worafi YMA, Ming LC (2014) A narrative review of massage and spinal manipulation in the treatment of low back pain. *Archives of Pharmacy Practice*, **5**, 139-143 (doi: 10.4103/2045-080X.142047).
- [51] Holmberg S, Stiernstrom EL, Thelin A, Svardsudd K (2002) Musculoskeletal symptoms among farmers and non-farmers: A population-based study. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, **8**, 339-345 (doi: 10.1179/107735202800338623).
- [52] Imeah B, Penz E, Rana M, Trask C (2020) Economic analysis of new workplace technology including productivity and injury: The case of needle-less injection in swine. *Plos One*, **15**, e0233599 (doi: 10.1371/journal.pone.0233599).
- [53] Vyas R (2012) Mitigation of musculoskeletal problems and body discomfort of agricultural workers through educational intervention. *Work-A Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation*, **41**, 2398-2404 (doi: 10.3233/WOR-2012-0473-2398).
- [54] Luque JS, Reyes-Ortiz C, Marella P, Bowers A, Panchal V, Anderson L, Charles S (2012) Mobile Farm Clinic Outreach to Address Health Conditions Among Latino Migrant Farmworkers in Georgia. *Journal of Agromedicine*, **17**, 386-397 (doi: 10.1080/1059924X.2012.713837).
- [55] Pistolesi F, Lazzarini B (2020) Assessing the Risk of Low Back Pain and Injury via Inertial and Barometric Sensors. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, **16**, 7199-7208 (doi:10.1109/TII.2020.2992984).
- [56] Koiri, P (2020) Occupational health problems of the handloom workers: A cross sectional study of Sualkuchi, Assam, Northeast India. *Clinical Epidemiology and Global Health*, **8**, 1264-1271 (doi:10.1016/j.cegh.2020.04.025).
- [57] Narimoto LR, Belussi SEAC, Camarotto JA (2020) Design-in-use applied to Brazilian agriculture: The case of citrus and sugarcane harvesting. *Journal of Prevention Assessment and Rehabilitation*, **65**, 689-698 (doi: 10.3233/WOR-203101).
- [58] Benos L, Tsaopoulos D, Bochtis D (2020) A Review on Ergonomics in Agriculture. Part II: Mechanized Operations. *Applied Sciences-Basel*, **10**, 3484 (doi: 10.3390/app10103484).
- [59] Romano E, Pirozzi M, Ferri M, Calcante A, Oberti R, Vitale E, Rapisarda V (2020) The use of pressure mapping to assess the comfort of agricultural machinery seats. *International Journal of Industrial Ergonomics*, **77**, 102835 (doi: 10.1016/j.ergon.2019.102835).

- [60] Upasani S, Franco R, Niewolny K, Srinivasan D (2019) The Potential for Exoskeletons to Improve Health and Safety in Agriculture-Perspectives from Service Providers. *IISE Transactions on Occupational Ergonomic & Human Factors*, **7**, 222-229 (doi: 10.1080/24725838.2019.1575930).
- [61] Almodóvar-Molina A, Galiana-Blanco ML, Hervás-Rivero P, Pinilla-García FJ. VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo 2011. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. <<https://www.insst.es/documents/94886/96082/VII+Encuesta+Nacional+de+Condiciones+de+Trabajo%2C+2011/399f13f9-1b87-41de-bd7e-983776f8212a>>. Disponible el 02/02/2022.
- [62] Esteban-Buedo V, García-Gómez M, Santolaria-Bartolomé E, Casanova-Vivas S, Castañeda-López R, Lorenzo-Espeso N, Guimaraens-Juanena D, Peromarta-Ramos C, Garzó-Ordoñez E, Benítez-Márquez E, Martín-Rodríguez MP, Mirón-Hernández A, Jiménez-Muñoz M, Delgado-Cobos P, Pérez de Larraya-Sagües C, Caballo-Diéguez C, Valcarce de Angulo E. Guía para la vigilancia de la salud de los trabajadores del sector agrario. <<http://www.msbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/guiaAgrario.pdf>>. Disponible el 03/02/2022.
- [63] Nguyen THY, Bertin M, Bodin J, Fouquet N, Bonvallet N, Roquelaure Y (2018) Multiple exposures and coexposures to occupational hazards among agricultural workers: a systematic review of observational studies. *Safety and Health at Work*, **9**, 239-248 (doi: 10.1016/j.shaw.2018.04.002).
- [64] Son HM, Seonwoo H, Lim KT, Chung JH (2010) Continuous measurement of worker's physiological and biomechanical information in the greenhouse. In: 6th World Congress of Biomechanics (WCB 2010), 103-106, Singapore.
- [65] Henry LJ, Esfehiani AJ, Ramli A, Ishak I, Justine M, Mohan V (2015) Patterns of Work-Related Musculoskeletal Disorders Among Workers in Palm Plantation Occupation. *Asia-Pacific Journal of Public Health*, **7**, NP1785-NP1792 (doi: 10.1177/1010539513475657).
- [66] Ng YG, Tamrin SBM, Yusoff ISM, Hashim Z, Deros BMD, Abu Bakar S, How V (2015) Risk factors of musculoskeletal disorders among oil palm fruit harvesters during early harvesting stage. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, **22**, 286-292 (doi: 10.5604/12321966.1152101).
- [67] 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**, 192-202 (doi: 10.1016/j.shaw.2017.06.009).
- [68] Douphrate DI, Gimeno D, Nonnenmann MW, Hagevoort R, Rosas-Goulart C, Rosecrance JC (2014) Prevalence of Work-Related Musculoskeletal Symptoms Among US Large-Herd Dairy Parlor Workers. *American Journal of Industrial Medicine*, **57**, 370-379 (doi: 10.1002/ajim.22286).

- [69] Fethke NB, Merlino LA, Gerr F, Schall MC, Mark C, Branch, CA (2015) Musculoskeletal Pain Among Midwest Farmers and Associations with Agricultural Activities. *American Journal of Industrial Medicine*, **58**, 319-330 (doi: 10.1002/ajim.22398).
- [70] Kociolek AM, Lang AE, Trask CM, Vasiljev RM, Milosavljevic S (2018) Exploring head and neck vibration exposure from quad bike use in agriculture. *International Journal of Industrial Ergonomics*, **66**, 63-69 (doi: 10.1016/j.ergon.2018.02.009).
- [71] Barrero LH, Hsu YH, Terwedow H, Perry MJ, Dennerlein JT, Brain JD, Xu XP (2006) Prevalence and physical determinants of low back pain in a rural Chinese population. *Spine*, **31**, 2728-2734 (doi: 10.1097/01.brs.0000244583.35982.ea).
- [72] Meucci RD, Fassa AG, Faria NMX, Fiori NS (2015) Chronic low back pain among tobacco farmers in southern Brazil. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, **21**, 66-73 (doi: 10.1179/2049396714Y.0000000094).
- [73] Ganesh S, Chhabra D, Kumari N (2016) The effectiveness of rehabilitation on pain-free farming in agriculture workers with low back pain in India. *Work-A Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation*, **55**, 399-411 (doi: 10.3233/WOR-162403).
- [74] Kumaraveloo KS, Kolstrup CL (2018) Agriculture and musculoskeletal disorders in low- and middle-income countries. *Journal of Agromedicine*, **23**, 227-248 (doi: 10.1080/1059924X.2018.1458671).
- [75] Momeni Z, Choobineh A, Razeghi M, Ghaem H, Azadian F, Daneshmandi H (2020) Work-related Musculoskeletal Symptoms among Agricultural Workers: A Cross-sectional Study in Iran. *Journal of Agromedicine*, Acceso anticipado: JAN 2020 (doi:10.1080/1059924X.2020.1713273).
- [76] NevalaPuranen N (1995) Reduction of farmers' postural load during occupationally oriented medical rehabilitation. *Applied Ergonomics*, **26**, 411-415 (doi: 10.1016/0003-6870(95)00027-5).
- [77] Rosecrance J, Rodgers G, Merlino L (2006) Low back pain and musculoskeletal symptoms among Kansas farmers. *American Journal of Industrial Medicine*, **49**, 547-556 (doi: 10.1002/ajim.20324).
- [78] Fathallah FA, Miller BJ, Miles JA (2008) Low Back Disorders in Agriculture and the Role of Stopped Work: Scope, Potential Interventions, and Research Needs. *Journal of Agricultural Safety and Health*, **14**, 221-245 (doi: 10.13031/2013.24352).
- [79] Earle-Richardson G, Jenkins PL, Strogatz D, Bell EM, Freivalds A, Sorensen JA, May JJ (2008) Electromyographic assessment of apple bucket intervention designed to reduce back strain. *Ergonomics*, **51**, 902-919 (doi: 10.1080/00140130801939790).
- [80] Mayton AG, Kittusamy NK, Ambrose DH, Jobs CC, Legault ML (2008) Jarring/jolting exposure and musculoskeletal symptoms among farm equipment operators. *International Journal of Industrial Ergonomics*, **38**, 758-766 (doi: 10.1016/j.ergon.2007.10.011).

- [81] Brumitt J, Reisch R, Krasnoselsky K, Welch A, Rutt R, Garside LI, McKay C (2011) Self-Reported Musculoskeletal Pain in Latino Vineyard Workers. *Journal of Agromedicine*, **16**, 72-80 (doi: 10.1080/1059924X.2011.534041).
- [82] Roh S (2012) Work-related diseases of agricultural workers in South Korea. *Journal of the Korean Medical Association*, **55**, 1063-1069 (doi: 10.5124/jkma.2012.55.11.1063).
- [83] Ulrey BL, Fathallah FA (2013) Effect of a personal weight transfer device on muscle activities and joint flexions in the stooped posture. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **23**, 195-205 (doi: 10.1016/j.jelekin.2012.08.014).
- [84] Xiao H, McCurdy SA, Stoecklin-Marois MT, Li CS, Schenker MB (2013) Agricultural work and chronic musculoskeletal pain among latino farm workers: The MICASA study. *American Journal of Industrial Medicine*, **56**, 216-225 (doi: 10.1002/ajim.22118).
- [85] Zeng XK, Kociolek AM, Khan MI, Milosavljevic S, Bath, B, Trask C (2017) Whole body vibration exposure patterns in Canadian prairie farmers. *Ergonomics*, **60**, 1064-1073 (doi: 10.1080/00140139.2016.1252859).
- [86] Balaguier R, Madeleine P, Rose-Dulcina K, Vuillerme N (2017) Effects of a Worksite Supervised Adapted Physical Activity Program on Trunk Muscle Endurance, Flexibility, and Pain Sensitivity Among Vineyard Workers. *Journal of Agromedicine*, **22**, 200-214 (doi: 10.1080/1059924X.2017.1317683).
- [87] Jo H, Park HW, Baek S, Kang EK (2017) Low back pain in farmers: The association with agricultural work management, disability, and quality of life in Korean farmers. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, **27**, 156-165 (doi: 10.1002/hfm.20699).
- [88] Kong EK, Park HW, Kim SH, Baek S (2017) Clinical Usefulness of X-Ray Findings for Non-specific Low Back Pain in Korean Farmers: FARM Study. *Annals of Rehabilitation Medicine-Arm*, **41**, 808-815 (doi: 10.5535/arm.2017.41.5.808).
- [89] Godilano EC, Casas KV, Vargas AJ (2018) Design of an Ergonomic Wheelbarrow to Reduce Physiological Demands of General Users. 2018 5th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA), Natl Univ Singapore, Shaw Fdn Alumni House, Singapore, Apr 26-28, IEEE, 424-428.
- [90] Essien SK, Trask C, Khan M, Boden C, Bath B (2018) Association Between Whole-Body Vibration and Low-Back Disorders in Farmers: A Scoping Review. *Journal of Agromedicine*, **23**, 105-120 (doi: 10.1080/1059924X.2017.1383333).
- [91] Khan MI, Bath B, Kociolek A, Zeng XK, Koehncke N, Trask C (2020) Trunk Posture Exposure Patterns among Prairie Ranch and Grain Farmers. *Journal of Agromedicine*, **25**, 210-220 (doi: 10.1080/1059924X.2019.1659200).
- [92] Benos L, Tsaopoulos D, Bochtis D (2020) A Review on Ergonomics in Agriculture. Part I: Manual Operations. *Applied Sciences-Basel*, **10**, 1905 (doi: 10.3390/app10061905).

- [93] Barrero LH, Pulido JA, Berrio S, Monroy M, Quintana LA, Ceballos C, Hoehne-Hueckstaedt U, Ellegast R (2012) Physical workloads of the upper-extremity among workers of the Colombian flower industry. *American Journal of Industrial Medicine*, **55**, 926-939 (doi: 10.1002/ajim.22102).
- [94] Swangnetr M, Kaber D, Phimphasak C, Namkorn P, Saenlee K, Zhu B, Puntumetakul R (2014) The influence of rice plow handle design and whole-body posture on grip force and upper-extremity muscle activation. *Ergonomics*, **57**, 1526-1535 (doi: 10.1080/00140139.2014.934301).
- [95] Berrio S, Barrero LH (2018) Effect of Time Elapsed since Last Pruner Maintenance on Upper-Extremity Biomechanics during Manual Flower Cutting. *Journal of Agromedicine*, **23**, 166-175 (doi: 10.1080/1059924X.2017.1423250).
- [96] NevalaPuranen N, Kallionpaa M, Ojanen K (1996) Physical load and strain in parlor milking. *International Journal of Industrial Ergonomics*, **18**, 277-282 (doi: 10.1016/0169-8141(95)00054-2).
- [97] Palmer KT (1996) Musculoskeletal problems in the tomato growing industry: 'Tomato trainer's shoulder'? *Occupational Medicine-Oxford*, **46**, 428-431 (doi: 10.1093/occmed/46.6.428).
- [98] Dillon C, Petersen M, Tanaka S (2002) Self-reported hand and wrist arthritis and occupation: Data from the US National Health Interview Survey-Occupational Health Supplement. *American Journal of Industrial Medicine*, **42**, 318-327 (doi: 10.1002/ajim.10117).
- [99] Shah DJ, Shipp EM, Cooper SP, Huber JC, del Junco DJ, Rene AA, Moore JS (2009) Hand Problems in Migrant Farmworkers. *Journal of Agricultural Safety and Health*, **15**, 157-169 (doi: 10.13031/2013.26802).
- [100] Douphrate DI, Fethke NB, Nonnenmann MW, Rosecrance JC, Reynolds SJ (2012) Full shift arm inclinometry among dairy parlor workers: A feasibility study in a challenging work environment. *Applied Ergonomics*, **43**, 604-613 (doi: 10.1016/j.apergo.2011.09.007).
- [101] Kolstrup CL (2012) Work-related musculoskeletal discomfort of dairy farmers and employed workers. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, **7**, 23 (doi: 10.1186/1745-6673-7-23).
- [102] Calvo A, Deboli R, Preti C, De Maria A (2014) Daily exposure to hand arm vibration by different electric olive beaters Article in *Journal of Agricultural Engineering*. *Journal of Agricultural Engineering*, **XLV**, 103-110 (doi: 10.4081/jae.2014.424).
- [103] Kuta L, Brennenstul M (2015) The Causes of Disorder's Development Among Farmers as a Result of Mechanized Tasks. *Scientific Papers-Series Management Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, **15**, 177-182.
- [104] Gyemi DL, van Wyk PM, Statham M, Casey J, Andrews DM (2016) 3D peak and cumulative low back and shoulder loads and postures during greenhouse pepper

harvesting using a video-based approach. *Work-A Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation*, **55**, 817-829 (doi: 10.3233/WOR-162442).

- [105] Douphrate DI, Nonnenmann MW, Hagevoort R, de Porras DGR (2016) Work-Related Musculoskeletal Symptoms and Job Factors Among Large-Herd Dairy Milkers. *Journal of Agromedicine*, **21**, 224-233 (doi: 10.1080/1059924X.2016.1179612).
- [106] Bosch LM, van der Molen HF, Frings-Dresen MHW (2018) Optimizing implementation of interventions in agriculture for occupational upper extremity musculoskeletal disorders: Results of an expert panel. *Work-A Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation*, **61**, 413-420 (doi: 10.3233/WOR-182806).
- [107] Pardo-Ferreira MC, Zambrana-Ruiz A, Carrillo-Castrillo JA, Rubio-Romero JC (2018) Ergonomic risk management of pruning with chainsaw in the olive sector. *Occupational Safety and Hygiene VI, 6th International Symposium on Occupational Safety and Hygiene (SHO)*, Guimaraes, PORTUGAL Fecha MAR 26-27, 2018, páginas 517-522
- [108] Kim E, Freivalds A, Takeda F, Li C (2018) Ergonomic Evaluation of Current Advancements in Blueberry Harvesting. *Agronomy-Basel*, **8**, 266 (doi: 10.3390/agronomy8110266).
- [109] Oksa P, Sauni R, Talola N, Virtanen, S, Nevalainen J, Saalo A, Uitti J (2019) Trends in occupational diseases in Finland, 1975-2013: a register study. *BMJ Open*, **9**, e024040 (doi: 10.1136/bmjopen-2018-024040).
- [110] Juntaracena K, Neubert MS, Puntumetakul R (2018) Effects of muddy terrain on lower extremity muscle activity and discomfort during the rice planting process. *International Journal of Industrial Ergonomics*, **66**, 187-193 (doi: 10.1016/j.ergon.2018.03.009).
- [111] Ya'acob NA, Abidin EZ, Rasdi I, Abd Rahman A, Ismail S (2018) Reducing work-related musculoskeletal symptoms through implementation of Kiken Yochi training intervention approach. *Work-A Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation*, **60**, 143-152 (doi: 10.3233/WOR-182711).
- [112] Lee K, Lim HS (2008) Work-related injuries and diseases of farmers in Korea. *Industrial Health*, **46**, 424-434 (doi: 10.2486/indhealth.46.424).
- [113] Kotowski SE, Davis KG, Kim H, Lee KS (2014) Identifying risk factors of musculoskeletal disorders on Korean farms. *Work-A Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation*, **49**, 15-23 (doi: 10.3233/WOR-141921).
- [114] Nawi NSM, Deros BM, Nordin N (2013) Assessment of Oil Palm Fresh Fruit Bunches Harvesters Working Postures Using Reba. *Current Trends in Ergonomics*, **10**, 122 (doi: 10.4028/www.scientific.net/AEF.10.122).
- [115] Ng YG, Bahri MTS, Syah MYI, Mori I, Hashim Z (2013) Ergonomics Observation: Harvesting Tasks at Oil Palm Plantation. *Journal of Occupational Health*, **55**, 405-414 (doi: 10.1539/joh.13-0017-FS).

- [116] Ng YG, Tamrin SBM, Yik WM, Yusoff ISM, Mori I (2014) The Prevalence of Musculoskeletal Disorder and Association with Productivity Loss: A Preliminary Study among Labour Intensive Manual Harvesting Activities in Oil Palm Plantation. *Industrial Health*, **52**, 78-85 (doi: 10.2486/indhealth.2013-0017).
- [117] Rojas M, Gimeno D, Vargas-Prada S, Benavides, FG (2015) Musculoskeletal pain in Central American workers: results of the First Survey on Working Conditions and Health in Central America. *Revista Panamericana de Salud Pública*, **38**, 120-128.
- [118] Jain R, Meena ML, Dangayach GS, Bhardwaj AK (2018) Risk factors for musculoskeletal disorders in manual harvesting farmers of Rajasthan. *Industrial Health*, **56**, 241-248 (doi: 10.2486/indhealth.2016-0084).
- [119] Taylor-Gjevrev RM, Trask C, King N, Koehncke N (2015) Prevalence and Occupational Impact of Arthritis in Saskatchewan Farmers. *Journal of Agromedicine*, **20**, 205-216 (doi: 10.1080/1059924X.2015.1009666).
- [120] Proto AR, Zimbalatti G (2015) Risk Assessment of Repetitive Movements in Olive Growing: Analysis of Annual Exposure Level Assessment Models with the OCRA Checklist. *Journal of Agricultural Safety and Health*, **21**, 241-253 (doi: 10.13031/jash.21.10884).
- [121] Kant IJ, de Jong LCGM, van Rijssen-Moll M, Borm PJA (1992) A survey of static and dynamic work postures of operating room staff. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, **63**, 423-428 (doi: 10.1007/BF00386939).
- [122] Mattila M, Karwowski W, Vilkki M (1993) Analysis of working postures in hammering tasks on building construction sites using the computerized OWAS method. *Applied Ergonomics*, **24**, 405-412 (doi: 10.1016/0003-6870(93)90172-6).
- [123] Gómez-Galán M, Pérez-Alonso J, Callejón-Ferre AJ, López Martínez J (2017) Musculoskeletal disorders: OWAS review. *Industrial Health*, **55**, 314-337 (doi: 10.2484/indhealth.2016-0191).
- [124] Diego-Mas JA (2015) Evaluación postural mediante el método OWAS. *Ergonautas*. <<https://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>>. Disponible el 06/03/2022.
- [125] Mattila M, Vilkki P (1999) *The Occupational Ergonomics Handbook*. CRC Press.
- [126] Gómez-Galán M, Callejón-Ferre AJ, Pérez-Alonso J, Díaz-Pérez M, Carrillo-Castrillo JA (2020) Musculoskeletal risks: RULA bibliometric review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**, 4354 (doi: 10.3390/ijerph17124354)
- [127] Gómez-Galán M, Callejón-Ferre AJ, Pérez-Alonso J, Díaz-Pérez M, Golasi I (2019) Repetitive movements in melon cultivation workers under greenhouses. *Agriculture*, **9**, 236 (doi: 10.3390/agricultur9110236).
- [128] INERMAP (Instituto de Ergonomía). Ergomet 3.0. <<http://www.inermap.com/software/ergomet.html>>. Disponible el 06/12/2021.

- [129] Gómez-Galán M, Pérez-Alonso J, Callejón-Ferre AJ, Sánchez-Hermosilla-López J (2018) Assessment of postural load during melon cultivation in Mediterranean greenhouses. *Sustainability*, **10**, 2729 (doi: 10.3390/su10082729).
- [130] Gómez-Galán M, González-Parra JM, Pérez-Alonso J, Golasi I, Callejón-Ferre AJ (2019) Forced postures in courgette greenhouse workers. *Agronomy*, **9**, 253 (doi: 10.3390/agronomy9050253).
- [131] Gómez-Galán M, Callejón-Ferre AJ, Díaz-Pérez M, Carreño-Ortega A, López-Martínez A (2021) Risk of musculoskeletal disorders in pepper cultivation workers. *EXCLI Journal*, **20**, 1033-1054 (doi: 10.17179/excli2021-3853).
- [132] ILO (Organización Internacional del Trabajo) (2011). Safety and health in agriculture. <https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/normativeinstrument/wcms_161135.pdf>. Disponible el 25/08/2022.
- [133] Portal multimedia para la promoción de la ergonomía en el sector agrario. Fichas riesgos ergonómicos. Sector agrícola. <https://agrario.ibv.org/index.php?option=com_content&view=article&id=47&Itemid=159#pimiento>. Disponible el 28/08/2022.
- [134] Karasmanaki E, Dimopoulou P, Vryzas Z, Karipidis P, Tsantopoulos G (2021) Is the environmental behavior of farmers affecting their pesticide practices? A case study from Greece. *Sustainability*, **13**, 1452 (doi: 10.3390/su13031452).
- [135] Bae KJ, Lee KS, Kong YK, Oh GJ, Lee SJ (2011) The prevalence of musculoskeletal symptoms and the ergonomic risk factors among oriental melon-growing farmers. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, **23**, 1-8 (doi: 10.35371/kjoem.2011.23.1.1)
- [136] Callea P, Zimbalatti G, Quendler E, Nimmerichter A, Bachl N, Bernardi, B, Smorto D, Benalia, S (2014) Occupational illnesses related to physical strains in apple harvesting. *Annals of agricultural and environmental medicine*, **21**, 407-411 (doi: 10.5604/1232-1966.1108614)
- [137] Khan MI, Bath B, Boden C, Adebayo o, Trask C (2019) The association between awkward working posture and low back disorders in farmers: a systematic review. *Journal of Agromedicine*, **24**, 74-89 (doi: 10.1080/1059924X.2018.1538918)
- [138] Riemer R, Bechar A (2016) Investigation of productivity enhancement and biomechanical risks in greenhouse crops. *Biosystem Engineering*, **147**, 39-50 (doi: 10.1016/j.biosystemseng.2016.03.009)
- [139] Vázquez-Cabrera FJ (2016) Ergonomic evaluation, with the RULA method, of greenhouse tasks of trellising crops. *Work: A journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, **54**, 517-531 (doi: 10.3233/WOR-162314)
- [140] 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**, 5474 (doi: 10.3390/ijerph18105474)

- [141] Harith HH, Mohd MF, Sowat SN (2021) A preliminary investigation on upper limb exoskeleton assistance for simulated agricultural tasks. *Applied Ergonomics* **95**, 103455 (doi: 10.1016/j.apergo.2021.103455)
- [142] Mohamaddan S, Rahman MA, Andrew-Munot M, Tanjong SJ, Deros BM, Md Dawal SZ, Case K (2021) Investigation of oil palm harvesting tools design and technique on work-related musculoskeletal disorders of the upper body. *International Journal of Industrial Ergonomics* **86**, 103226 (doi: 10.1016/j.ergon.2021.103226)
- [143] Kumar A, Pramanik A, Singh JK, Tiwari RK, Jena S (2021) An ergonomic intervention for manual load carrying on Indian farms. *International Journal of Industrial Ergonomics*, **83**, 103126 (doi: 10.1016/j.ergon.2021.103126)
- [144] Ncube F, Kanda A, Sanyanga T (2021) Standing working posture and musculoskeletal pain among Citrus sinensis workers in a low-income country. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, **27**, 1 (doi:10.1080/10803548.2018.1544799)
- [145] Tirolini SF, Tirolini AS, Roqueiro N, Díaz-Merino EA, Alvés-Díaz-Merino GS, Pereira-Moro AR (2021) Cutting force measurement: hand tool instrumentation used in slaughterhouses – a systematic review. *EXCLI Journal*, **20**, 727-747 (doi: 10.17179/excli2020-3167).
- [146] EU-OSHA (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo) Protecting health and safety of workers in agricultura, livestock farming, horticulture and forestry. <<https://osha.europa.eu/es/publications/protecting-health-and-safety-workers-agriculture-livestock-farming-horticulture-and/view>>. Disponible el 15/08/2022.
- [147] Lee HJ, Oh JH, Yoo JR, Ko SY, Kang JH, Lee SK, Jeong W, Seong GM, Kang CH, Song SW (2021) Prevalence of low back pain and associated risk factors among farmers in Jeju. *Safety and Health at Work* **4**, 432-438. (doi: 10.1016/j.shaw.2021.06.003)
- [148] Gómez-Galán M, Callejón-Ferre AJ, Pérez-Alonso J, Díaz-Pérez M, Carrillo-Castrillo JA (2020) Musculoskeletal risks: RULA bibliometric review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **17**, 4354 (doi: 10.3390/ijerph17124354)
- [149] Gattamelata D, Vita L, Fagnoli M (2021) Machinery safety and ergonomics: a case study research to augment agricultural tracklaying tractors' safety and usability. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **18**, 8643 (doi:10.3390/ijerph18168643)
- [150] Jiten-Singh H, Karmakar S (2022) Socio-demography, working conditions, and musculoskeletal ailments among pineapple farmers in Northeast India. *Journal of Agromedicine* **27**, 245-257 (doi: 10.1080/1059924X.2021.1920529)
- [151] Sexsmith K, Palacios EE, Gorgo-Gourovitch M, Huerta-Arredondo IA (2022) Latino/a farmworkers' concerns about safety and health in the Pennsylvania mushroom industry. *Journal of Agromedicine* **27**, 169-182 (doi: 10.1080/1059924X.2021.1935374)
- [152] Schettino S, Minette LJ, Andrade-Lima RC, Pedroso-Nascimento GS, Cacador SS, Leme-Vieira MP (2021) Forest harvesting in rural properties: Risks and worsening to the

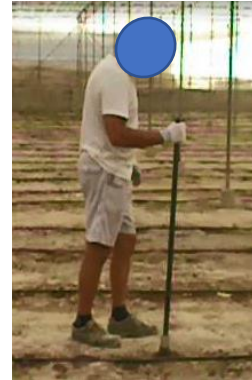
worker's health under the ergonomics approach. *International Journal of Industrial Ergonomics* **82**, 103087 (doi: 10.1016/j.ergon.2021.103087)

- [153] Du Y, Baccaglini L, Johnson A, Puvvula J, Rautiainen RH (2022) Factors associated with musculoskeletal discomfort in farmers and ranchers in the U.S. Central States. *Journal of Agromedicine* **27**, 232-244 (doi: 10.1080/1059924X.2021.1893880)
- [154] Denadai MS, Alouche SR, Valentim DP, Padula RS (2021) An ergonomics educational training program to prevent work-related musculoskeletal disorders to novice and experienced workers in the poultry processing industry: A quasi-experimental study. *Applied Ergonomics* **90**, 103234 (doi: 10.1016/j.apergo.2020.103234)
- [155] Loughman TM, Flaherty GT, Houlihan A, Dunne D (2022) A cross-sectional analysis of physical activity patterns, aerobic capacity and perceptions about exercise among male farmers in the mid-west region of Ireland. *Journal of Agromedicine* **27**, 87-97 (doi: 10.1080/1059924X.2021.1879699)

ANEXO 1: IMÁGENES

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla A1.1. Imágenes de algunas labores del cultivo de tomate.



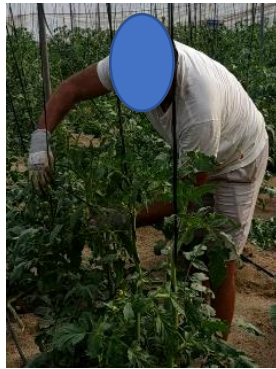
RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla A1.2. Imágenes de algunas labores del cultivo de tomate



RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla A1.3. Imágenes de algunas labores del cultivo de tomate



ANEXO 2: APLICACIÓN DE OWAS

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

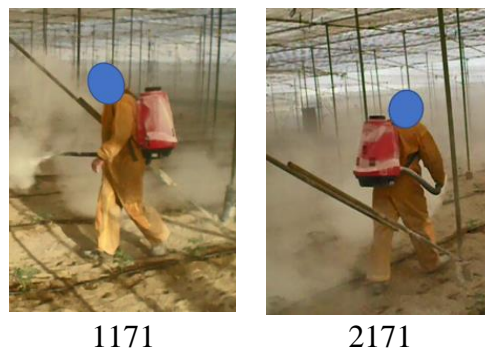
Tabla A2.1. Codificación de posturas según OWAS. Realización de hoyos (T1).



Tabla A2.2. Codificación de posturas según OWAS. Plantación (T2).



Tabla A2.3. Codificación de posturas según OWAS. Sulfatado (T3).



RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla A2.4. Codificación de posturas según OWAS. Colocación de cuerdas (T4).



1221



1121



1131



1231

Tabla A2.5. Codificación de posturas según OWAS. Tratamientos fitosanitarios – Plantas bajas (T5).



1171



3171

Tabla A2.6. Codificación de posturas según OWAS. Tratamientos fitosanitarios – Plantas medianas (T6).



3171



1171

Tabla A2.7. Codificación de posturas según OWAS. Tratamientos fitosanitarios – Plantas altas (T7).



1171



3171

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla A2.8. Codificación de posturas según OWAS. Quitar tallos – Plantas bajas (T8).



2151



2141



2121



2131



2171



4141



4161



2161

Tabla 13



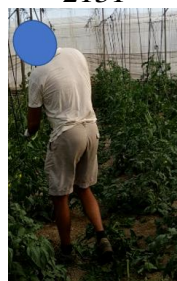
2131



4121



2121



4131



1131



1121

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 14



1221



1121



1131



1231



2131



1331

Tabla 15



2121



2141



2151



1171



2131



1121



1221



1131



1141

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 16



1131



1121



2121



2131

Tabla 17



1321



1121



1221



1131



1231



2131

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 18

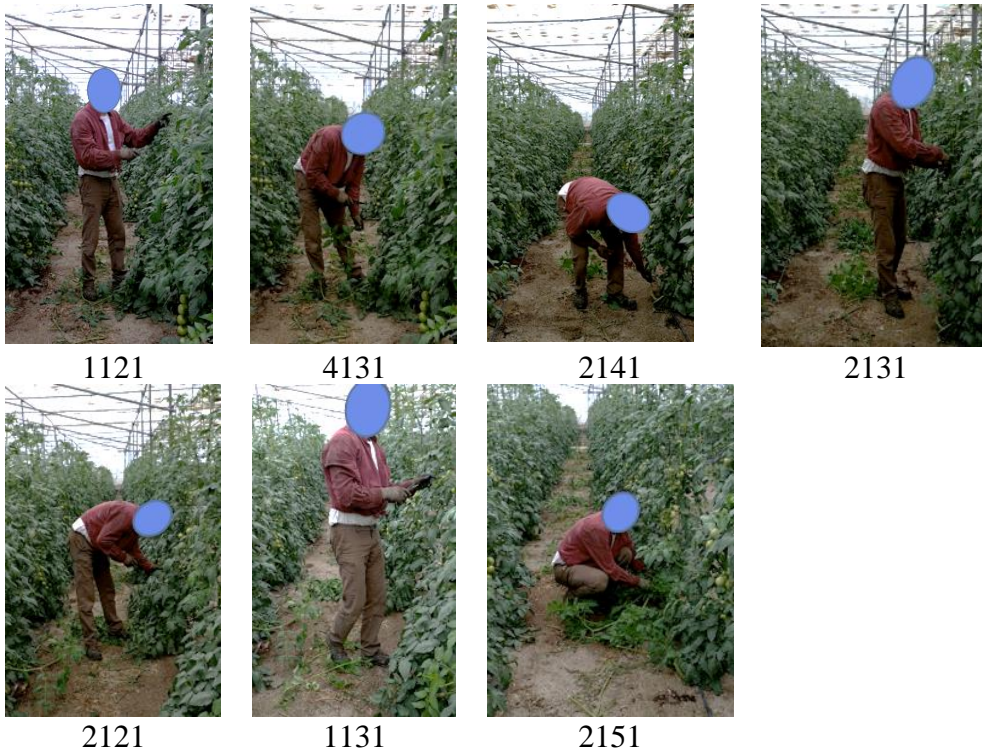


Tabla 19



RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 20



1121



1131



1221



1231



1321



2121



1331



2131

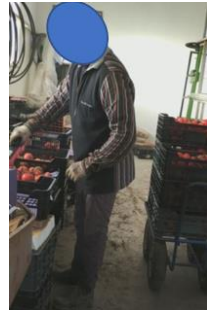
Tabla 21



2172



2121



4121



1121



1171



3272

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 22



Tabla 23



RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 24



Tabla 25



RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 26



1111



2171



2131



1171



4171



1121



1231



3171



1131

Tabla 27



2171



2161



4161



1161

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 28



1121



1171



2131



1131



3131



3121

Tabla 29



1171



3171



1121



2121



1131



2171

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 30



3171



1271



4121



2131



1171



4131



4171



2121



1371



1131



2141



1121

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 31



1121



2121



2131



1231



1131



1171



1221



4131



2151

Tabla A2.28. Codificación de posturas según OWAS. Sacar dumper (T28).



1111



2111

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 32

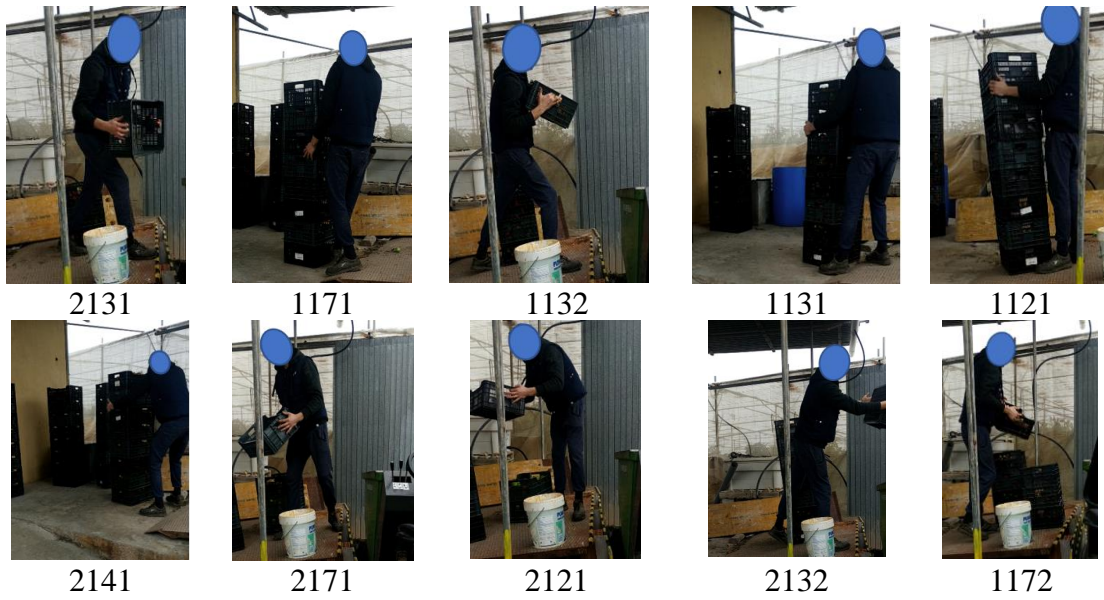
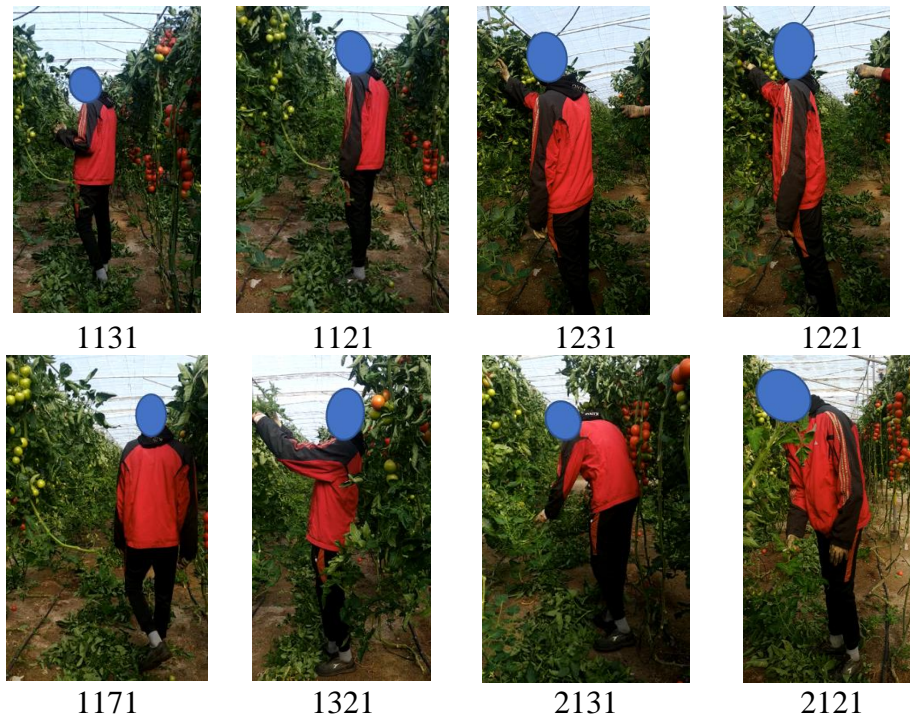


Tabla 33



RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 34



2121



2131



1131



2141



1171



2171

Tabla 35



2121



2171



2131



2141



4131

Tabla 36



1171



2151



2141



1121

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 37



1121



1131



3171



1171



3121



2171



2131



2121

ANEXO 3: MEDICIONES DE RULA

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla A3.1. Mediciones RULA. Realización de hoyos (T1).

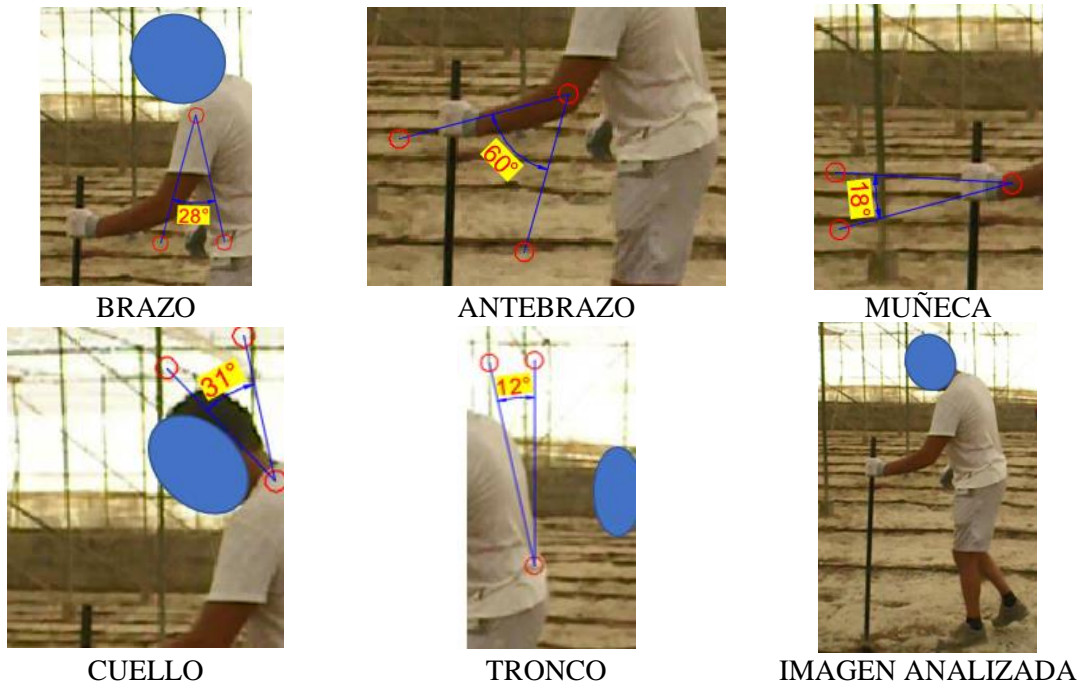
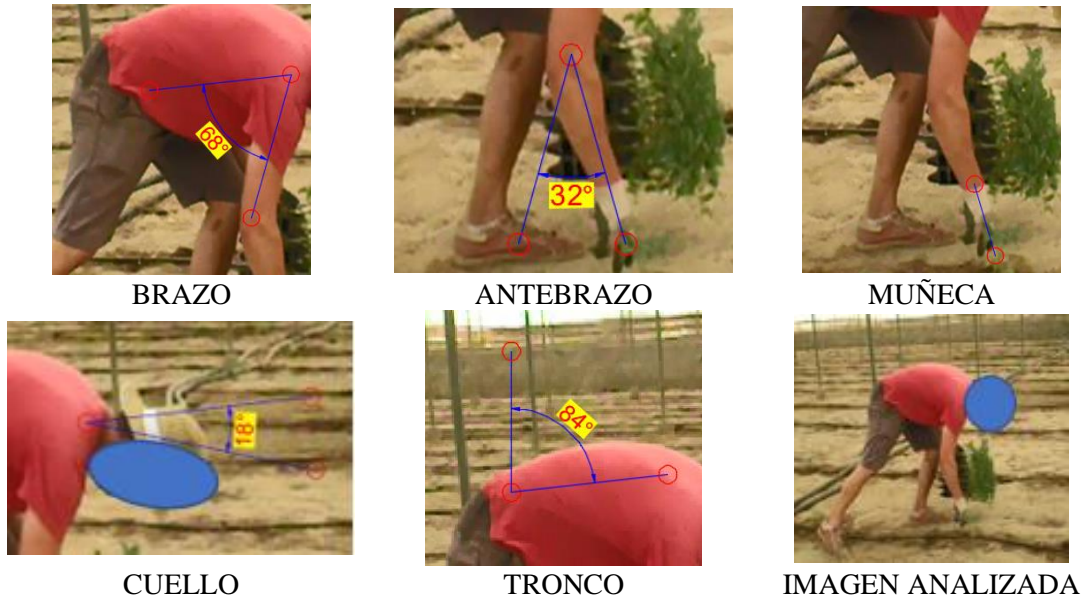


Tabla A3.2. Mediciones RULA. Plantación (T2).



RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla A3.3. Mediciones RULA. Sulfatado (T3).

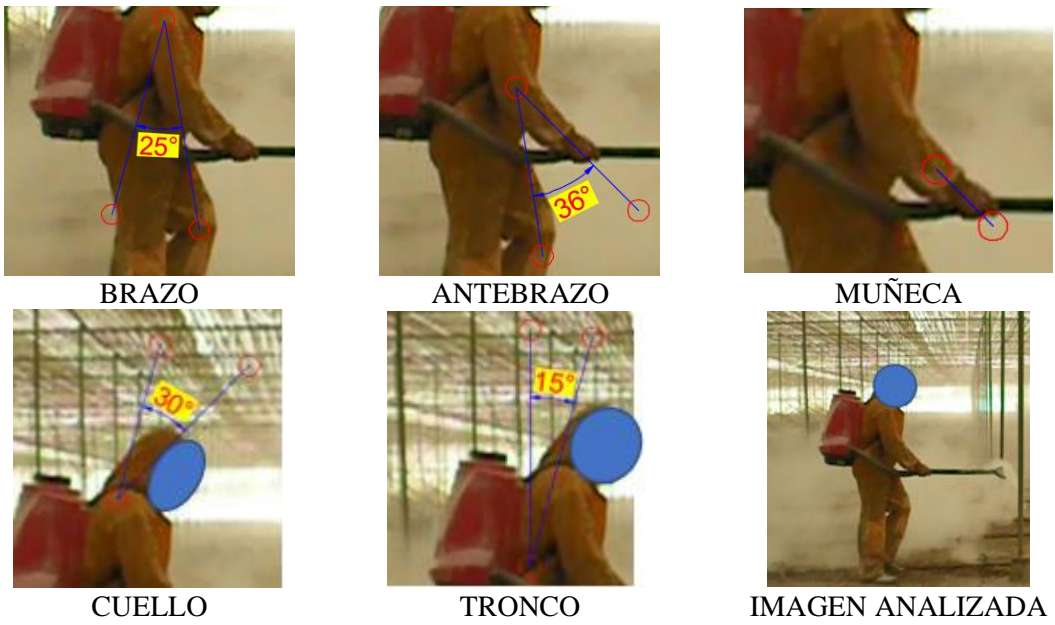
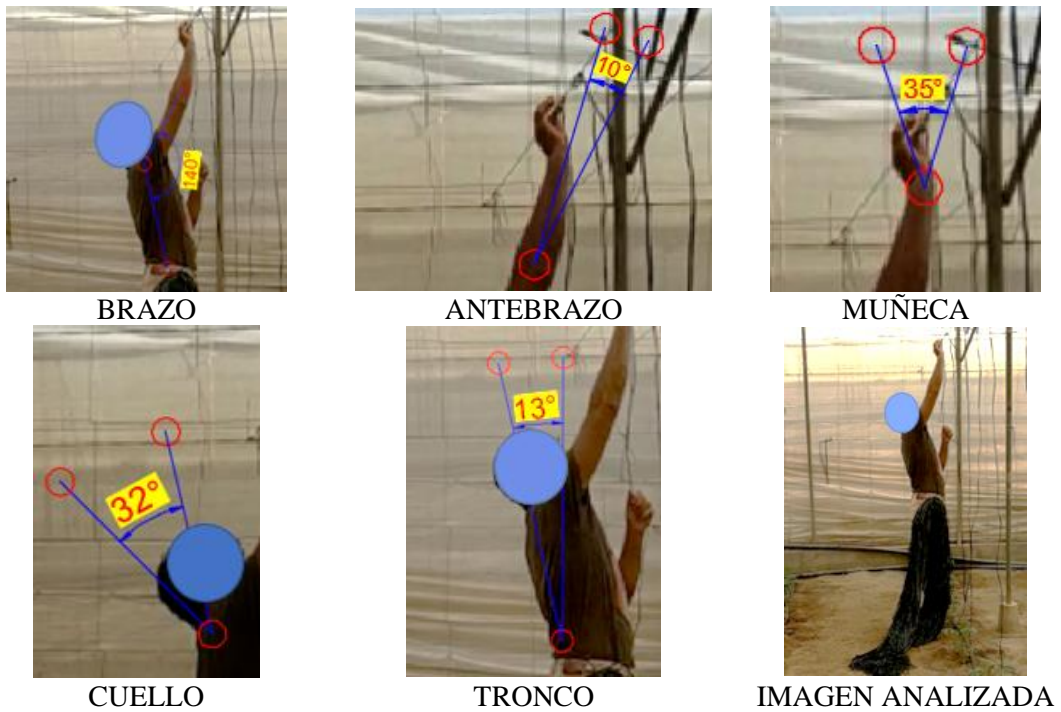


Tabla A3.4. Mediciones RULA. Colocación de cuerdas (T4).



RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla A3.5. Mediciones RULA. Tratamientos fitosanitarios – Plantas bajas (T5).

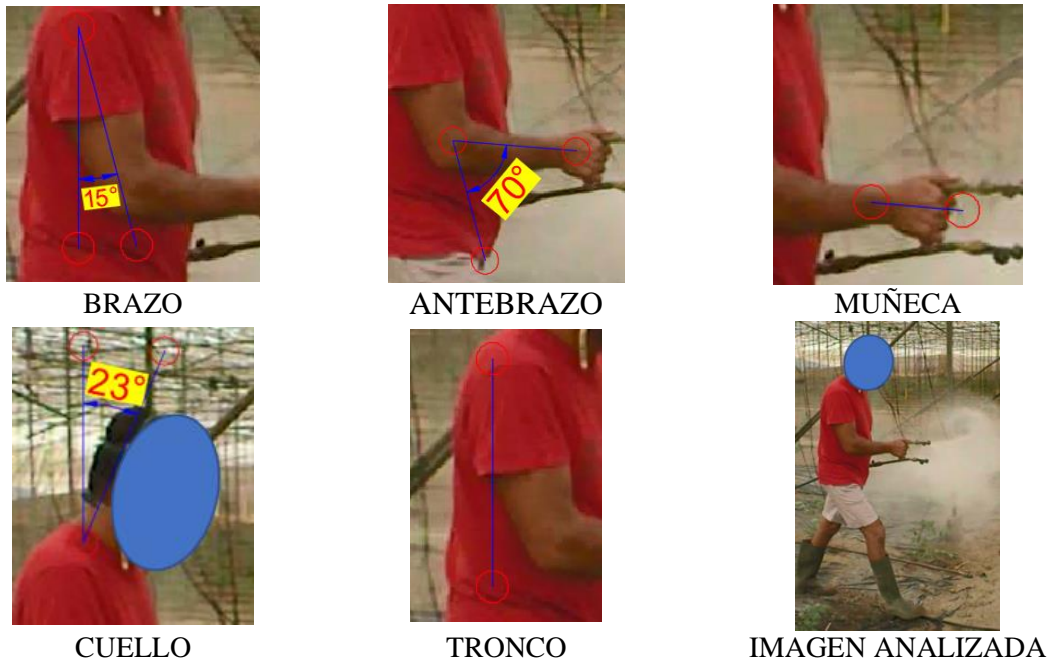
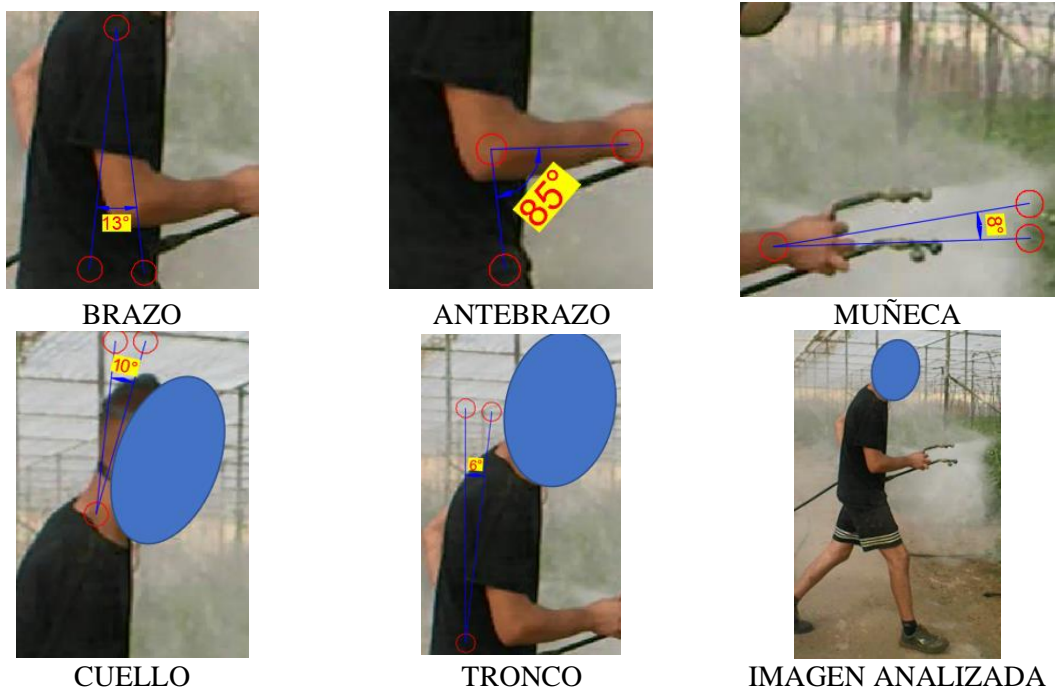


Tabla A3.6. Mediciones RULA. Tratamientos fitosanitarios – Plantas medianas (T6).

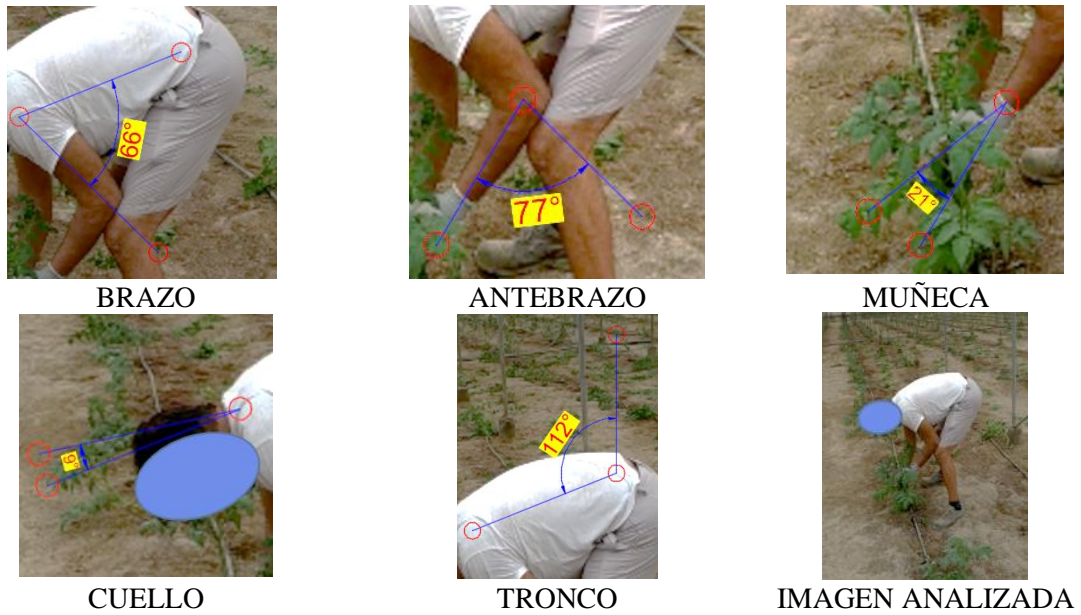


RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla A3.7. Mediciones RULA. Tratamientos fitosanitarios – Plantas altas (T7).



Tabla A3.8. Mediciones RULA. Quitar tallos – Plantas bajas (T8).



RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 38



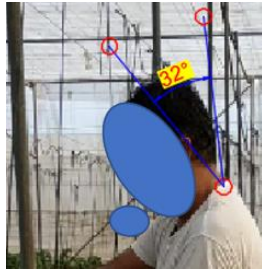
BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO



IMAGEN ANALIZADA

Tabla 39



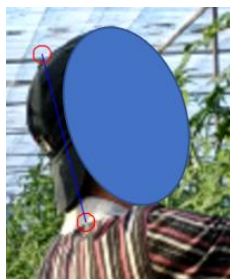
BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO



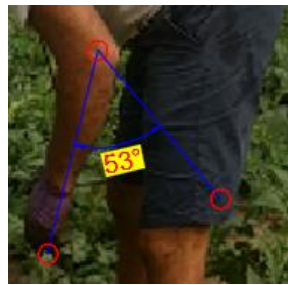
IMAGEN ANALIZADA

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 40



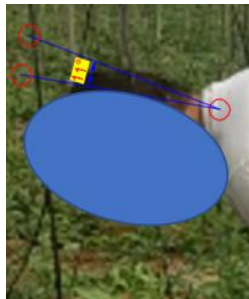
BRAZO



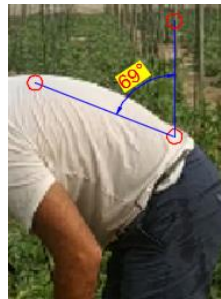
ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO



IMAGEN ANALIZADA

Tabla 41



BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO



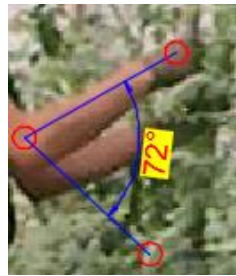
IMAGEN ANALIZADA

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 42



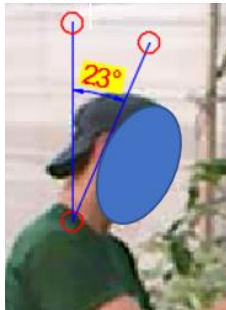
BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO



IMAGEN ANALIZADA

Tabla 43



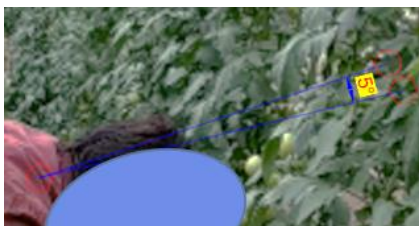
BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO



IMAGEN ANALIZADA

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 44



Tabla 45



RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

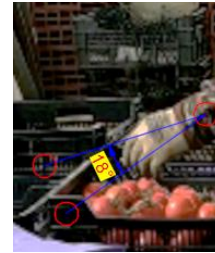
Tabla 46



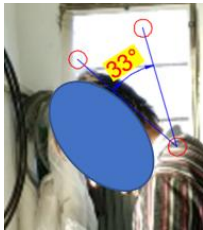
BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO



IMAGEN ANALIZADA

Tabla 47



BRAZO



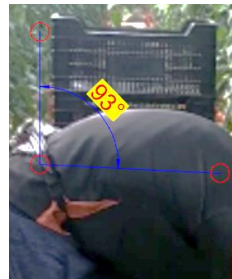
ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO



IMAGEN ANALIZADA

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 48



BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO



IMAGEN ANALIZADA

Tabla 49



BRAZO



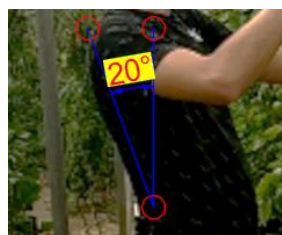
ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



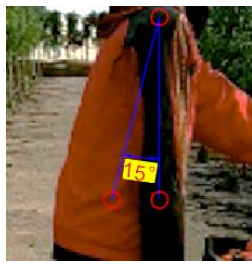
TRONCO



IMAGEN ANALIZADA

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 50



BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO



IMAGEN ANALIZADA

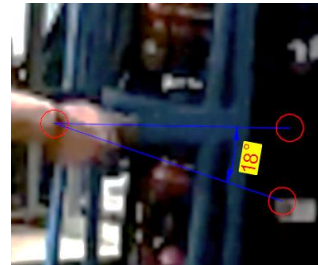
Tabla 51



BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



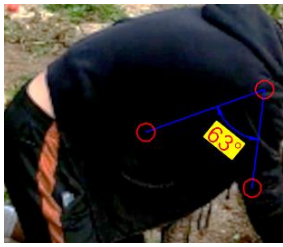
TRONCO



IMAGEN ANALIZADA

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 52



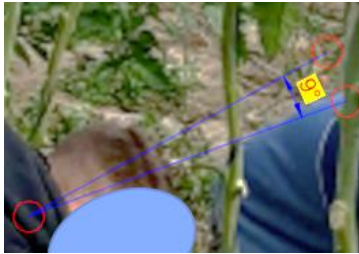
BRAZO



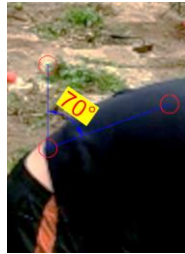
ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO



IMAGEN ANALIZADA

Tabla 53



BRAZO



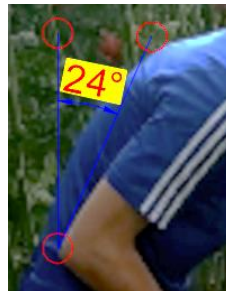
ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO



IMAGEN ANALIZADA

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 54



BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO

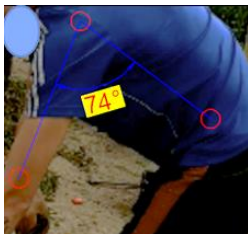


TRONCO

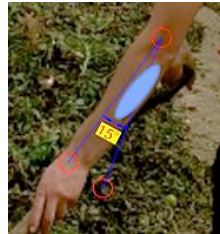


IMAGEN ANALIZADA

Tabla 55



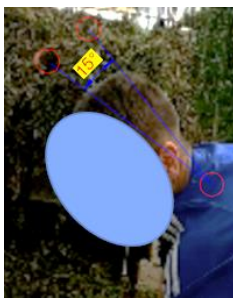
BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO



IMAGEN ANALIZADA

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

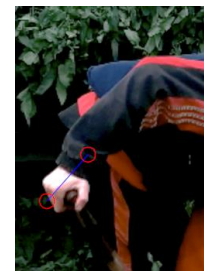
Tabla 56



BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO



IMAGEN ANALIZADA

Tabla A3.28. Mediciones RULA. Sacar dumper (T28).



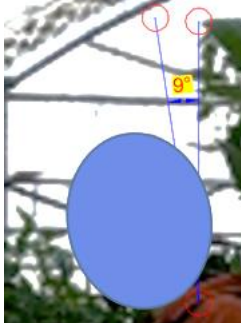
BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



IMAGEN ANALIZADA

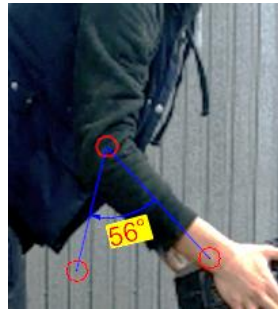
No se realiza la medición del ángulo del tronco, puesto que se indica directamente en el método RULA que el trabajador está sentado.

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 57



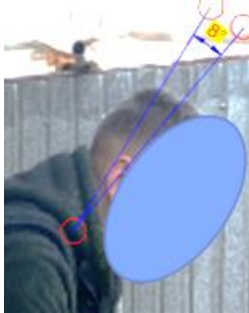
BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO



IMAGEN ANALIZADA

Tabla 58



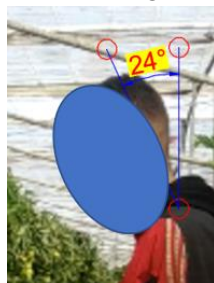
BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO



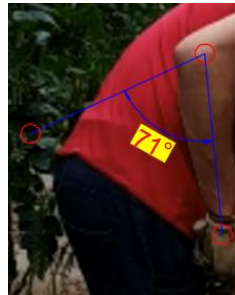
IMAGEN ANALIZADA

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 59



BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO

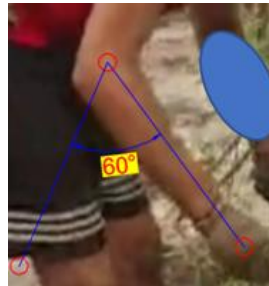


IMAGEN ANALIZADA

Tabla 60



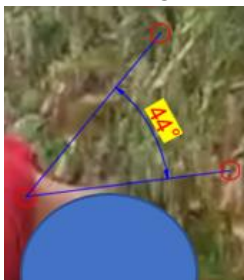
BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO

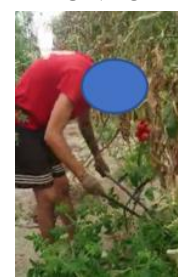


IMAGEN ANALIZADA

RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Tabla 61



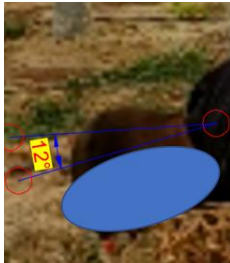
BRAZO



ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO

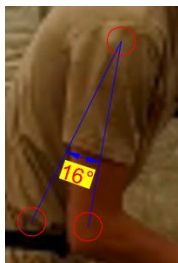


TRONCO

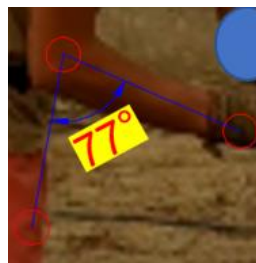


IMAGEN ANALIZADA

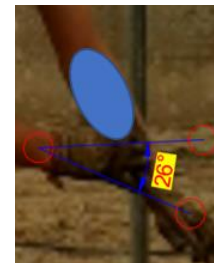
Tabla 62



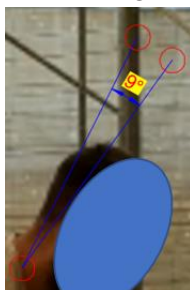
BRAZO



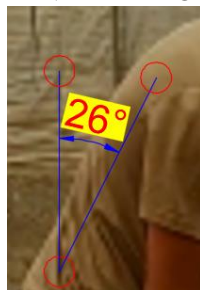
ANTEBRAZO



MUÑECA



CUELLO



TRONCO



IMAGEN ANALIZADA

ANEXO 4: PÍLDORA INFORMATIVA

RECOMENDACIONES DURANTE EL CULTIVO DE TOMATE

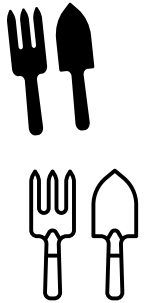


OBJETIVO

Proponer medidas para mejorar o evitar los riesgos musculoesqueléticos de los trabajadores de cultivo de tomate bajo invernadero tipo Almería.

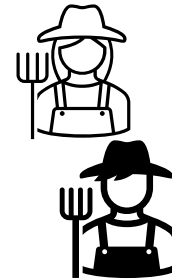


ALGUNAS MEDIDAS GENERALES



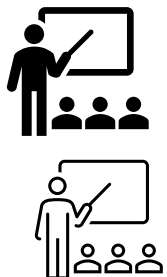
HERRAMIENTAS

- Innovadoras
- Ergonómicas y en buen estado
- Con mangos extensibles



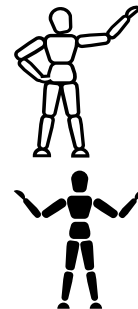
TRABAJO

- Rotación entre labores
- Descansos
- Organización eficiente



FORMACIÓN

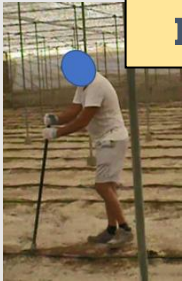
- Ergonómica
- Manipulación de cargas



OTRAS

- Automatización de tareas
- Adoptar posturas neutras
- Plantillas, rodilleras, etc.
- Ejercicio físico

ALGUNAS MEDIDAS ESPECÍFICAS



REALIZACIÓN DE HOYOS

- Escardillo ajustado a la altura del operario.



PLANTACIÓN

- Carros de asiento (estructura ligera).



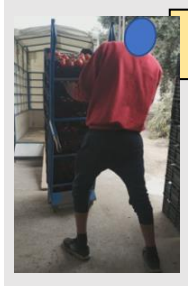
SULFATADO

- Carros para transportar mochila.



COLOCACIÓN DE GRAPAS

- Uso de grapas metálicas galvanizadas.



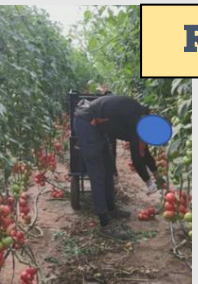
CARGA DE REMOLQUE

- Carretilla y rampa portátil.



DESPUNTE DE TALLOS

- Uso de tijeras neumáticas o eléctricas.



RECOGIDA DE TOMATES

- Herramientas afiladas y con mangos ajustables.
- Ganchos para acercar ramas.
- Uso de carros de recolección.
- Plantillas antifatiga.

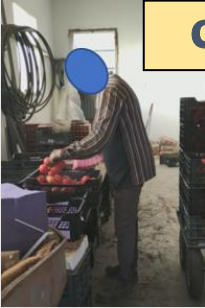


QUITAR TALLOS

- Carros con barandas (parte alta de las plantas).
- Uso de herramientas de corte.
- Cuñas en pantorrillas (plantas bajas).

ALGUNAS MEDIDAS ESPECÍFICAS

CLASIFICACIÓN DE TOMATES



- Mesa de altura regulable.
- Sillas para trabajo semisentado.
- Plataformas hidráulicas para subir y bajar cargas.
- Cajas de tomates pequeñas (poco peso).

RECOGER HOJAS



- Uso de palas hidráulicas.

QUITAR HOJAS



- Uso herramientas cortantes.

ARRANCAR HIERBA



- Uso de rodilleras.
- Uso de una azada.

Hay tareas que no tienen mucho margen de mejora, pero mediante una buena condición física y rotación de turnos entre trabajadores no deberían causar problemas.

