



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

MAESTRÍA EN SEGURIDAD, SALUD E HIGIENE INDUSTRIAL

TEMA:

DISEÑO DE EXOESQUELETO PARA REDUCIR LA CARGA MECÁNICA DE LOS TRABAJADORES DE COSECHA Y POST COSECHA DE LA FLORÍCOLA GUSHCASHO FARMS DEL CANTÓN LATACUNGA.

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de Magister en Seguridad, Salud e Higiene Industrial.

Autor

Ing. Diego Armando Changalombo Valencia

Tutor

Ing. José Mauricio Salas Montero, Mg.

AMBATO– ECUADOR
2025

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Diego Armando Changalombo Valencia declaro ser autor del Trabajo Titulación con el nombre “Diseñar un exoesqueleto ergonómico para reducir la carga mecánica en los trabajadores de cosecha y post cosecha de la Florícola Guishcasho Farms del Cantón Latacunga”, como requisito para optar al grado de Maestría en Seguridad, Salud e Higiene Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato a los 26 días del mes de febrero de 2025, firmo conforme:

Firma:

Autor: Ing. Diego Armando Changalombo Valencia

Número de Cédula: 0503490153

Dirección: Cotopaxi, Latacunga, Ignacio Flores, Santan Chico.

Correo Electrónico: diego.valencia0153@gmail.com

Teléfono: 0998837285

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “DISEÑAR UN EXOESQUELETO ERGONÓMICO PARA REDUCIR LA CARGA MECÁNICA EN LOS TRABAJADORES DE COSECHA Y POST COSECHA DE LA FLORÍCOLA GUISHCASHO FARMS DEL CANTÓN LATACUNGA” presentado por Diego Armando Changalombo Valencia, para optar por el Título Maestría en Seguridad, Salud E Higiene Industrial,

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Titulación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte de los Examinador que se designe.

Ambato, 21 de enero del 2025

.....

Ing. José Mauricio Salas Montero, Mg

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Maestría en Seguridad, Salud e Higiene Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Ambato, 26 de febrero del 2025

.....

Ing. Diego Amando Changalombo Valencia

0503490153

AUTOR

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo Titulación ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “DISEÑAR UN EXOESQUELETO ERGONÓMICO PARA REDUCIR LA CARGA MECÁNICA EN LOS TRABAJADORES DE COSECHA Y POST COSECHA DE LA FLORÍCOLA GUIHCASHO FARMS DEL CANTÓN LATACUNGA”, previo a la obtención del Título de Magister en Seguridad, Salud e Higiene Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo Titulación.

Ambato, 26 de febrero de 2025

.....

Ing. Mario Fermín Pacheco Venegas Mg.
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

.....

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.
EXAMIANROR

.....

Ing. José Mauricio Salas Montero Mg.
DIRECTOR

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto de titulación, mismo que me permite la obtención del título de magíster, a mis padres. Su apoyo incondicional ha sido una fuente constante de fortaleza en mi formación profesional. Igualmente, dedico este trabajo a mi novia Maggi, cuya motivación y aliento me han inspirado a perseverar en cada paso de este camino.

AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer a mis padres María Blanca Valencia y José Vicente Chagalombo por su apoyo incondicional mismo que ha sido una fuente constante de fortaleza para poder culminar otro nuevo proceso formativo dentro de mi vida profesional.

A la Universidad Tecnológica Indoamérica y sus docentes, quienes han permitido mi desarrollo educativo en el ámbito de Seguridad, Salud e Higiene Industrial.

INDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN DE LECTORES.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICO	xi
ÍNDICE DE IMÁGENES	xii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
Antecedentes.....	3
Justificación.....	6
Objetivos.....	6
Objetivo general	6
Objetivos Específicos	7
CAPÍTULO II.....	8
INGENIERÍA DEL PROYECTO	8
Diagnóstico de la situación actual de la empresa	8
Valoración del riesgo ergonómico en los puestos de trabajo	15
Área de estudio	38
Modelo operativo.....	38
Desarrollo del modelo operativo	39

CAPÍTULO III	44
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS	44
Presentación de la propuesta.....	44
Resultados esperados.....	65
Cronogramas de actividades.....	65
Análisis de costos	65
Curva S	67
CAPÍTULO IV	68
EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS OBTENIDOS	68
Desarrollo y seguimiento.....	68
Resultado obtenido	70
Evaluación de la ejecución	72
CAPÍTULO V.....	85
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
Conclusiones.....	85
Recomendaciones	86
LITERATURA CITADA	87
ANEXOS	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos generales de Guishcacho Farms	9
Tabla 2 . Personal administrativo	10
Tabla 3. Personal del área de cultivo y/o cosecha	11
Tabla 4. Personal de postcosecha	11
Tabla 5. Evaluación de la trabajadora 1. Cultivo de las flores	16
Tabla 6. Evaluación de la trabajadora 2. Cultivo de las flores	18
Tabla 7. Evaluación de la trabajadora 4. Cultivo de las flores	20
Tabla 8. Evaluación del puesto de trabajo. “Empaque”	21
Tabla 9. Evaluación del puesto de trabajo. “Transporte”	24
Tabla 10. Evaluación del puesto de trabajo. “Fumigador”	26
Tabla 11. Evaluación del puesto de trabajo. “Fertilizador”	28
Tabla 12. Evaluación del puesto de trabajo. “Fertilizador”	30
Tabla 13. Evaluación de la trabajadora 1. “Clasificación”	32
Tabla 14. Evaluación de la trabajadora 2. “Clasificación”	34
Tabla 15. Evaluación del puesto de trabajo. “Embonchador”	36
Tabla 16. Campo de estudio	38
Tabla 17. Medidas antropométricas de la enmalladora	45
Tabla 18. Medidas antropométricas de la operadora de corte de flores	45
Tabla 19. Medidas antropométricas de la operadora y transporte de flores	46
Tabla 20. Medidas antropométricas de la operadora clasificación de las flores.....	46
Tabla 21. Análisis biomecánico de la trabajadora de cultivo	47
Tabla 22. Análisis biomecánico de la entalladora de las flores	49
Tabla 23. Análisis biomecánico de la transportadora de las flores.....	50
Tabla 24. Análisis biomecánico de la clasificadora de las flores	51
Tabla 25. Especificaciones de los componentes principales	54
Tabla 27. Análisis de costo de la construcción del exoesqueleto.....	66
Tabla 28.- Características del material de nylon	72
Tabla 29. Evaluación de la trabajadora 1. Cultivo de las flores	73
Tabla 30. Evaluación de la trabajadora 2. Cultivo de las flores	75
Tabla 31. Evaluación de la trabajadora 3. Transporte de las rosas.....	77
Tabla 32. Evaluación de la trabajadora 4. Postcosecha.....	79
Tabla 33. Evaluación del trabajador. Postcosecha.....	81

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1. Organigrama estructural Guishcasho Farms	10
Gráfico 2. Mapa de proceso de la florícola Guishcasho Farms	12
Gráfico 3. Flujograma del subproceso de preparación y siembra	13
Gráfico 4. Flujograma del subproceso de fertilización.....	13
Gráfico 5. Flujograma del subproceso de fumigación.....	14
Gráfico 6. Flujograma del subproceso de cosecha	15
Gráfico 7. Flujograma del subproceso de transporte	15
Gráfico 8. Modelo operativo.....	38
Gráfico 9. Curva del costo del exoesqueleto ergonómico	67
Gráfico 10. Análisis comparativo.....	83

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación de la empresa Guishcasho Farms	8
Imagen 2. Plano Sagital	39
Imagen 3. Medidas antropométricas	40
Imagen 4. Movimientos biomecánicos	42
Imagen 5. Prototipo virtual del exoesqueleto	53
Imagen 6. Planos del ensamblaje.....	55
Imagen 7. Planos del cinturón del exoesqueleto.....	56
Imagen 8. Planos de la barra de soporte	57
Imagen 9. Planos del soporte de la espalda	58
Imagen 10. Planos de la muslera	59
Imagen 11. Planos de cinta musleras.....	60
Imagen 12. Planos de las hombreras.....	61
Imagen 13. Varilla de nylon	62
Imagen 14. Textil transparente	63
Imagen 15. Esponja acolchada	63
Imagen 16. Hebillas de seguridad.....	64
Imagen 17. Resortes reforzados.....	64
Imagen 18. Moldes para la estructura del exoesqueleto ergonómico	68
Imagen 19. Soporte de cadera.....	69
Imagen 20. Soporte de los hombros	69
Imagen 21. Soporte de los hombros	70
Imagen 22. Exoesqueleto ergonómico.....	71
Imagen 23. Desplazamiento de la barra de soporte	71

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

MAESTRÍA EN SEGURIDAD, SALUD E HIGIENE INDUSTRIAL

TEMA: “DISEÑAR UN EXOESQUELETO ERGONÓMICO PARA REDUCIR LA CARGA MECÁNICA EN LOS TRABAJADORES DE COSECHA Y POST COSECHA DE LA FLORÍCOLA GUISHCASHO FARMS DEL CANTÓN LATACUNGA”

AUTOR: Ing. Diego Armando Changalombo

TUTOR: Ing. José Mauricio Salas Montero, Mg

RESUMEN EJECUTIVO

Ecuador ha experimentado un crecimiento significativo en las exportaciones de flores, consolidándose como un líder en este sector. No obstante, este desarrollo ha conllevado un aumento en los riesgos ergonómicos para los trabajadores, quienes frecuentemente deben mantener posturas estáticas y realizar movimientos repetitivos. El objetivo de esta investigación fue el diseño de un exoesqueleto ergonómico destinado a reducir la carga mecánica en los trabajadores de cosecha y post cosecha de la florícola Guishcasho Farms, ubicada en el Cantón Latacunga. El estudio se llevó a cabo siguiendo una metodología propuesta que incluye una evaluación ergonómica mediante el método REBA (Rapid Entire Body Assessment). Posteriormente, se realizaron mediciones antropométricas y un análisis biomecánico que evidenció la variabilidad en las fuerzas aplicadas por los trabajadores. Los resultados obtenidos de las 11 evaluaciones muestran que la mayoría presentan un riesgo ergonómico medio, mientras que solo un porcentaje presenta un nivel de riesgo bajo. Las mediciones antropométricas mostraron un promedio de 1.60 cm de altura, 43.3 cm de anchura máxima del cuerpo y una altura de 49 cm de las rodillas. En el análisis biomecánico, se registró una aplicación de fuerza de 3.14 N en su antebrazo de la primera trabajadora, 25.11 N en la trabajadora que enmalla las rosas y 260.5 N en la trabajadora que traslada las rosas al área de postcosecha. Por otro lado, el rango de movimiento del exoesqueleto abarca de 0 a 90°, con o sin carga, en situaciones estáticas o dinámicas. En cuanto a las características de la barra de nylon, su límite de elasticidad es de 80 MPa, la resistencia máxima a la rotura es de 200 MPa, el módulo de elasticidad es de 3 GPa y el coeficiente de Poisson es de 0.4, lo que indica la relación entre la deformación longitudinal y la deformación lateral. Finalmente, se diseñó y construyó un exoesqueleto ergonómico pasivo con una altura de 91 cm y un ancho de 38 cm. En conclusión, el exoesqueleto construido proporciona beneficios significativos para la espalda de los trabajadores reduciendo la fatiga muscular. Además, el dispositivo ayuda a prevenir la flexión excesiva de torso, promoviendo la adopción de posturas ergonómicas adecuadas durante las actividades laborales.

DESCRIPTORES: Antropometría, Biomecánica, Exoesqueleto, Ergonomía, Reba.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

MAESTRÍA EN SEGURIDAD, SALUD E HIGIENE INDUSTRIAL

THEMA: “DESIGN AN ERGONOMIC EXOSKELETON TO REDUCE THE MECHANICAL LOAD ON HARVEST AND POST-HARVEST WORKERS AT FLOWER INDUSTRY GUISHCASHO FARM IN LATACUNGA”

AUTOR: Ing. Diego Armando Changelombo

TUTOR: Ing. José Mauricio Salas Montero, Mg

ABSTRACT

Ecuador has experienced significant growth in flower exports, consolidating its position as a leader in this sector. However, this development has increased ergonomic risks for workers, who frequently have to maintain static postures and perform repetitive movements. The objective of this research was to design an ergonomic exoskeleton to reduce the mechanical load on harvest and post-harvest workers at the Flower Industry Guishcasho Farms, located in Latacunga. The study was carried out following a proposed methodology that includes an ergonomic evaluation using the REBA (Rapid Entire Body Assessment) method. Subsequently, anthropometric measurements were taken and a biomechanical analysis was performed to show the variability in the forces applied by the workers. The results obtained from the 11 evaluations show that most of them present a medium ergonomic risk, while only a percentage present a low-risk level. Anthropometric measurements showed an average height of 1.60 m, a maximum body width of 43.3 cm, and a knee height of 49 cm. In the biomechanical analysis, a force application of 3.14 N was recorded in the forearm of the first worker, 25.11 N in the worker enameling the roses and 260.5 N in the worker moving the roses to the post-harvest area. On the other hand, the range of movement of the exoskeleton ranges from 0 to 90°, with or without load, in static or dynamic situations. As for the characteristics of the nylon bar, its yield strength is 80 MPa, the maximum breaking strength is 200 MPa, the modulus of elasticity is 3 GPa and the Poisson's coefficient is 0.4, which indicates the relationship between longitudinal deformation and lateral deformation. Finally, a passive ergonomic exoskeleton with a height of 91 cm and a width of 38 cm was designed and constructed. In conclusion, the constructed exoskeleton provides significant benefits for the workers' backs by reducing muscle fatigue. In addition, the device helps prevent excessive torso flexion, promoting the adoption of proper ergonomic postures during work activities.

DESCRIPTORS: Anthropometry, Biomechanics, ergonomics, exoskeleton, Reba

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La industria de la floricultura a nivel mundial goza de una gran fortaleza, impulsada por la fuerte demanda en los mercados internacionales. América Latina se posiciona como la segunda región más importante en la exportación de flores con un aumento del 30% en las ventas. Colombia lidera las exportaciones con un 60%, seguido de cerca por Ecuador con alrededor del 37% (Metroflor, 2022).

En vista de las grandes exportaciones de flores que realizan las empresas a nivel mundial, el sector manufacturero ha experimentado un crecimiento significativo impulsado por los avances tecnológicos para satisfacer las demandas en los mercados internacionales. A pesar de la automatización en muchos procesos, aún se realizan actividades manualmente, como el manejo de cargas, que puede exponer al personal a riesgos de trastornos musculoesqueléticos (Jácome, 2019).

En el sector agrícola Italiano entre 2014 y 2018 se registró alrededor de 11.100 trabajadores con dolores de la espalda, esto debido a hernias y otras patologías causadas por tareas repetitivas y manejo de cargas. Además, en el sector de la florícola, hubo una alta incidencia de trastornos musculoesqueléticos debido al esfuerzo físico por realizar operaciones manuales, movimientos repetitivos y manipulación de cargas (Caselli et al., 2020).

La industria florícola en Ecuador ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años, consolidándose como uno de los principales motores económicos del país. Peláez (2021), indica que actualmente las flores ecuatorianas son reconocidas como una de las mejores del mundo. Es así como las flores en los mercados han permitido que las industrias a nivel nacional se consoliden como una de las fuentes importantes de empleo y desarrollo económico para el país.

En las provincias de Pichincha y Cotopaxi, más de 150 empresas se dedican a esta actividad económica, contribuyendo así al crecimiento y desarrollo de la industria floricultora del país. Como señala Poveda (2021) en su investigación: “la floricultura ha emergido como uno de los pilares económicos fundamentales en las zonas rurales, generando numerosas oportunidades laborales” (pág., 12). A pesar de ello, la falta de conocimiento sobre los riesgos laborales y las posturas incorrectas durante las tareas realizadas por los trabajadores han propiciado la aparición de enfermedades profesionales en este sector.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) alude que los malestares musculoesquelético más comunes a las que están expuestos los trabajadores de las florícolas son la lumbalgia, síndrome de túnel carpiano, dorsalgias, dolores en la espalda etc., esto debido a las actividades constantes durante la siembra, cosecha y postcosecha de las flores, de igual forma a los constantes movimientos repetitivos en la postcosecha y a las posiciones forzadas a las que ejecutan diariamente los trabajadores (Neusa et al., 2023).

La floricultura es un trabajo muy exigente por lo que dichas actividades causarían diversos problemas relacionados con la salud, esto debido a la constante frecuencia con la espalda flexionada y las acciones repetitivas. Hoy en día muchos puestos de trabajo aún siguen requiriendo de operaciones complejas para el desarrollo de ciertos procesos en los que no es posible implementar la automatización (Jain et al. 2018).

En la actualidad existen exoesqueletos pasivos diseñados para mejorar las malas posturas adquiridas por los trabajadores, sin la necesidad de una alimentación externa. Por lo que estos dispositivos son simples en el diseño y están compuestos por estructuras flexibles, resorte y materiales que ayudan a distribuir la carga y reducir la fatiga muscular.

Por otro lado, a pesar de que los exoesqueletos pasivos han demostrado ser eficiente en los entornos industriales, es crucial señalar que las investigaciones en el ámbito de la agricultura son limitadas. Lorenzo (2021) indica que esta aplicación de estos dispositivos flexibles en la agricultura podría contribuir a la salud y seguridad de los trabajadores rurales.

Un estudio realizado por Omoniyi et al., (2020) con quince trabajadores de entre 25 y 70 años, observó que los agricultores experimentaron dificultades en el uso de exoesqueleto,

especialmente en términos de comodidad y flexibilidad al momento de realizar las actividades. A pesar de ello, algunos de los agricultores mencionan que estos dispositivos podrían contribuir a mejorar la salud y la seguridad, reduciendo las molestias musculoesqueléticas.

En la florícola Guishcasho Farms, se ha identificado una carencia de investigaciones relacionadas con los riesgos ergonómicos asociados a las actividades de cosecha y postcosecha, lo que conlleva a la manifestación de dolencias musculoesqueléticas entre los trabajadores. Durante una visita in-situ, se observó que el personal que realiza estas labores de cultivo adopta posturas inadecuadas debido a la ausencia de una mesa de apoyo para facilitar el envolvimiento de las flores en las mallas. Por lo que, aumenta la vulnerabilidad de los empleados a sufrir lesiones musculoesqueléticas.

Además, en el sector rural es común observar un desconocimiento generalizado acerca de los riesgos ergonómicos enfrentados por los trabajadores que realizan diversas actividades bajo invernadero. En este sentido la realización de la presente investigación en este sector se torna esencial, mismo que brinda la oportunidad de diseñar un exoesqueleto que reduzca la carga física o fatiga muscular, mejorando así su bienestar laboral.

Antecedentes

La gestión de riesgos ergonómicos en el ámbito de la seguridad ocupacional es fundamental para garantizar la salud y el bienestar de los trabajadores. Trasierra & Campoblanco (2019), aluden que el esfuerzo físico especialmente de extremidades superiores provoca fatiga muscular, lo cual da como resultado la pérdida de productividad, calidad y competitividad en las actividades laborales.

Un estudio realizado por Piñeda (2019), acerca de los peligros ergonómicos en las trabajadoras del sector florícola, se identificó que las 10 trabajadoras analizadas presentaban molestias en la zona lumbar, manos y piernas, principalmente debido a la actividad manual de corte de flores. Además, estas trabajadoras solían mantener posturas inadecuadas y movimientos repetitivos durante la actividad del corte, lo que ayuda al aumento del riesgo ergonómico.

Silva (2018), a través del método REBA realizado a 18 trabajadores de la florícola de Cotopaxi, evidencia que existen movimientos repetitivos y las dolencias

musculoesqueléticas en las áreas de clasificación y embonche de las flores, asignando una puntuación de 6 lo que conlleva a un riesgo de categoría medio.

Por otro lado, Quilumbango & Pinto (2020), en su investigación realizada a la florícola “Frorecal de Cayambe” señala que el nivel de riesgo debido a posturas forzadas es del 59.8%. De igual manera, observaron una sintomatología relacionada con trastornos musculoesqueléticos en la muñeca y la mano, con un 58.5%, y en la zona dorsal o lumbar, con un 46.3%, por lo que concluye que el área de cultivo presenta un alto riesgo ergonómico.

Mientras que un estudio realizado por Vásquez et al. (2022), sobre los síntomas musculoesqueléticos en los trabajadores de postcosecha de cultivo de flores en Cundinamarca, mediante el método nórdico estandarizado a 135 trabajadores, los resultados mostraron que el 34% de las participantes presentaron síntomas en la muñeca, el 32% en la espalda alta, el 27% en la espalda baja y el 26% en los tobillos. Por lo que, concluyen que el 99% de los trabajadores atribuyen sus síntomas musculoesqueléticos a la actividad laboral.

Bajo estos antecedentes en la actualidad han surgido exoesqueletos pasivos, los trabajadores tanto de la industria como de la agricultura podrían experimentar una reducción en la fatiga muscular, lo que podría ayudar a disminuir lesiones musculoesqueléticas.

Un estudio realizado por Jakob et al. (2023) sobre los beneficios de la utilización de los exoesqueletos pasivos en la industria, muestran que pueden llegar a sostener el tronco reduciendo las cargas musculoesqueléticas durante las tareas manuales. Sin embargo, es importante considerar aspectos como la flexibilidad, comodidad y adaptabilidad de los exoesqueletos al entorno laboral.

Otro estudio analizado por Thamsuwan et al. (2020), sobre las posibles aplicaciones del exoesqueleto para disminuir la tensión muscular a nivel lumbar, durante las labores agrícolas, identificaron que el uso de los exoesqueletos ayuda a la disminución de la carga muscular de la espalda durante las actividades musculares estáticas hasta en un 65% y 48%. Sin embargo, durante las tareas estandarizadas aumentó la actividad muscular en algunos participantes.

La eficacia de los exoesqueletos flexibles para el brazo o la espalda en simulaciones de las tareas laborales son satisfactorios para el personal agrícola. Sin embargo, en una encuesta realizada a 110 expertos durante el taller nacional de capacitación AgrAbility en el 2018, indican que el diseño del exoesqueleto debe ser delgado y no engorroso, además de ser flexible para permitir movimientos como caminar o sentarse. Aproximadamente el 77% de los encuestados mencionaron que un diseño deficiente podría causar estrés en el cuerpo, lo que representa un riesgo potencial (Upasani et al. 2019).

La empresa Guishcasho Farms es una microempresa dedicada al cultivo de flores, incluida la producción de flores cortadas y capullos bajo invernadero, se encuentra ubicada en la provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga en la parroquia Ignacio Flores, la empresa inicia sus actividades aproximadamente hace 6 años con sus actuales dueños quienes se encargan de la supervisión administrativa y logística interna, incluyendo la coordinación de las órdenes de entrega; mientras que el técnico agrónomo es el responsable de los procesos productivos como la siembra, el riego, la fertilización y la fumigación, mismos que se encuentra en constante monitoreo.

La empresa actualmente opera en una extensión de 1,26 hectáreas, dedicada exclusivamente a la siembra de cuatro variedades de rosas: explorer, mundial, inmaaya y brighton, seleccionadas por su demanda tanto a nivel nacional como internacional. El sistema de riego empleado es simple pero efectivo, utilizando un reservorio de agua con una bomba a gasolina que garantiza un eficiente sistema de ferti-irrigación en la zona de producción de rosas.

En cuanto al personal, la empresa cuenta con 8 trabajadores, cuatro personas encargadas de labores de siembra, fumigación y cosecha, y otros 4 en el área de postcosecha. Las instalaciones propias incluyen terrenos con una leve pendiente, invernaderos, bodega, servicios sanitarios, zona de postcosecha y área administrativa.

Cabe mencionar, que en los invernaderos la recolección y transporte de flores cortadas es una tarea que recae en las trabajadoras, quienes cargan a hombro hasta 10 rollos de rosas, cada una con aproximadamente 25 unidades. La razón de esta labor manual es la imposibilidad de utilizar transportes mecánicos, debido a la pendiente del terreno en la que se encuentran algunos de los bloques de los invernaderos, lo que conlleva a afrontar riesgos como las lesiones musculoesqueléticas, fatiga física, posturas forzadas, caídas y tropiezos.

Justificación

En el sector florícola, el personal operativo juega un papel fundamental en las actividades de la empresa. Por lo tanto, la **importancia** de este trabajo radica en la prestación de una alternativa novedosa e innovadora para el control de los riesgos ergonómicos que enfrentan los trabajadores de este sector.

Esto no solo mejora el bienestar de los empleados, sino que también puede mejorar el confort de los puestos de trabajo. Se espera que esta reducción de la fatiga física o dolor en la espalda tenga un **impacto** positivo en la calidad del trabajo. Además, este estudio proporciona una base metodológica sólida para investigaciones posteriores en el ámbito de la ergonomía aplicada a la floricultura, especialmente en relación con las posturas incorrectas adoptadas por el personal operativo.

La propuesta de diseñar un exoesqueleto ergonómico en la florícola será de gran **utilidad**, dado que proporciona soporte y asistencia a los trabajadores, reduciendo el esfuerzo físico requerido para realizar ciertas tareas que habitualmente realizan en la empresa. De esta manera la empresa contribuirá a mejorar la seguridad y salud de los trabajadores.

Los principales **beneficiarios** de esta investigación son los trabajadores de la florícola Guishcasho Farms. La implementación del exoesqueleto ergonómico ayudará a corregir posturas inadecuadas durante las labores de cosecha y postcosecha de las flores, lo que beneficia directamente su salud y bienestar laboral.

Para implementar la propuesta metodológica, contamos con la **factibilidad** del gerente general de la florícola Guishcasho Farms, lo que respalda la viabilidad del proyecto. Además, contamos con los conocimientos necesarios y la orientación brindada por el docente para aplicar cualquier metodología de evaluación pertinente.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar un exoesqueleto ergonómico que reduzca la carga mecánica en los trabajadores de cosecha y post cosecha de la Florícola Guishcasho Farms del Cantón Latacunga.

Objetivos Específicos

- Evaluar el riesgo ergonómico de los trabajadores de cosecha y post cosecha mediante el método REBA determinando el nivel de riesgo.
- Ejecutar un análisis antropométrico mediante la norma INEN 1646, para en función de ello determinar las dimensiones corporales para el diseño del exoesqueleto.
- Realizar un estudio biomecánico de las tareas de cosecha y post cosecha, mediante la determinación de fuerzas que interviene en el trabajador.
- Determinar las características funcionales que requiere el exoesqueleto, incluyendo rango de movimiento, niveles de soporte y ajustabilidad, materiales, peso y durabilidad.
- Construir el prototipo del exoesqueleto en base a las dimensiones antropométricas para el correcto funcionamiento de los trabajadores al momento de realizar las actividades en la florícola.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Identificación de la institución

La florícola Guishcacho Farms se encuentra ubicada en el cantón Latacunga, específicamente en la parroquia Ignacio Flores. Sus coordenadas exactas son 771791.77 al este y 9896408.10 al norte, como se muestra en la imagen 1.

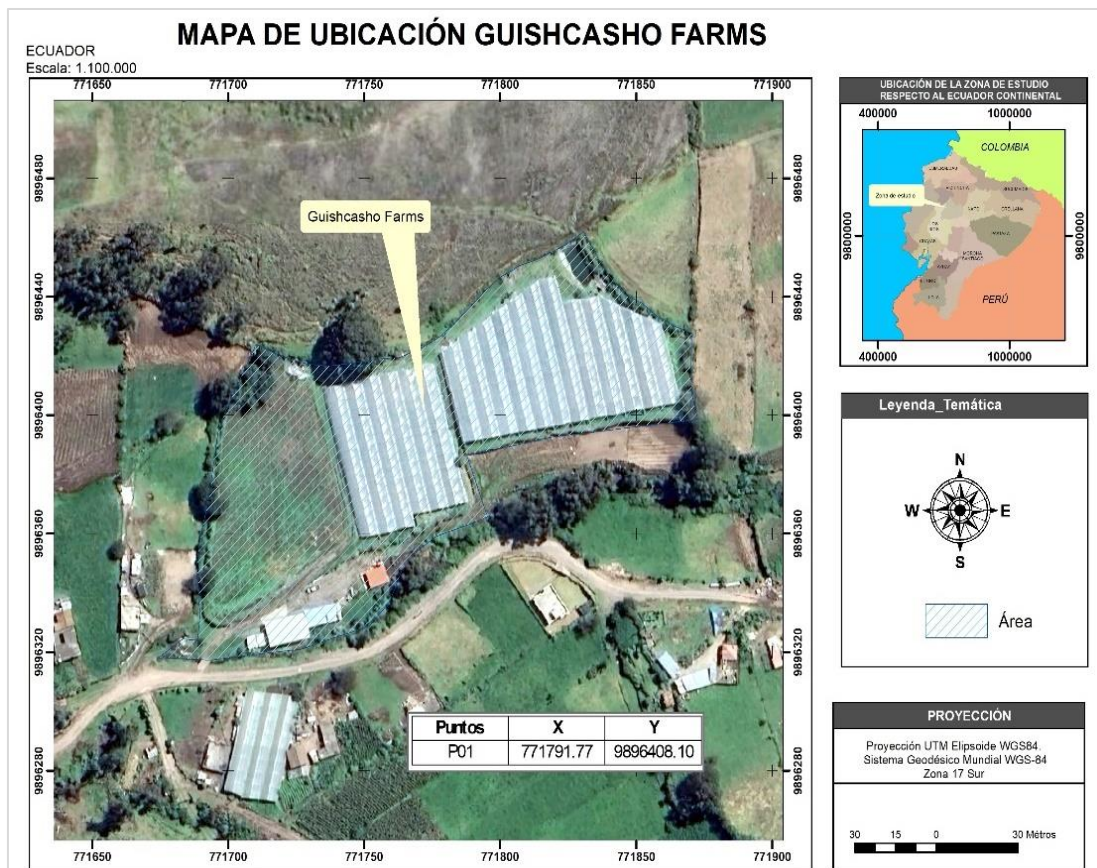


Imagen 1. Ubicación de la empresa Guishcacho Farms
Elaborado por: Changelombo, Diego (2024)

Datos de la institución

Tabla 1. Datos generales de Guishcasho Farms

Empresa:	Guishcasho Farms
Razón Social:	Guishcasho De La Cruz Luis Hernán
Ruc:	0502295975001
Actividad económica principal:	Cultivo De Flores, Incluida La Producción De Flores Cortadas y Capullos.
Dirección:	Latacunga, parroquia Ignacio Flores, barrio Zaragosín
Celular:	0995174558
E- mail:	gerencia.guishcasho.farms@gmail.com
Número de trabajadores:	10
Jornada laboral:	7:00 am a 16:00 pm

Elaborado por: Chagalombo, Diego (2024)

Misión y Visión

Misión

Guishcasho Farms es una florícola productora y comercializadora de 4 variedades de rosas que son exportadas a diferentes mercados nacionales e internacionales, a través de servicios rápidos y efectivos. Trabajamos para satisfacer las necesidades y superar las expectativas de nuestros clientes.

Visión

Proyectamos ser una empresa de excelente alternativa al momento de la adquisición de rosas, en un mercado competitivo ofreciendo nuestro producto de manera oportuna, eficiente y con calidad garantizada, capaz de proporcionar excelentes servicios y promover la responsabilidad social y ambiental.

Organigrama estructural

La estructura funcional de la florícola Guishcasho Farms se compone de la siguiente manera, como se muestra en la Gráfico 1.

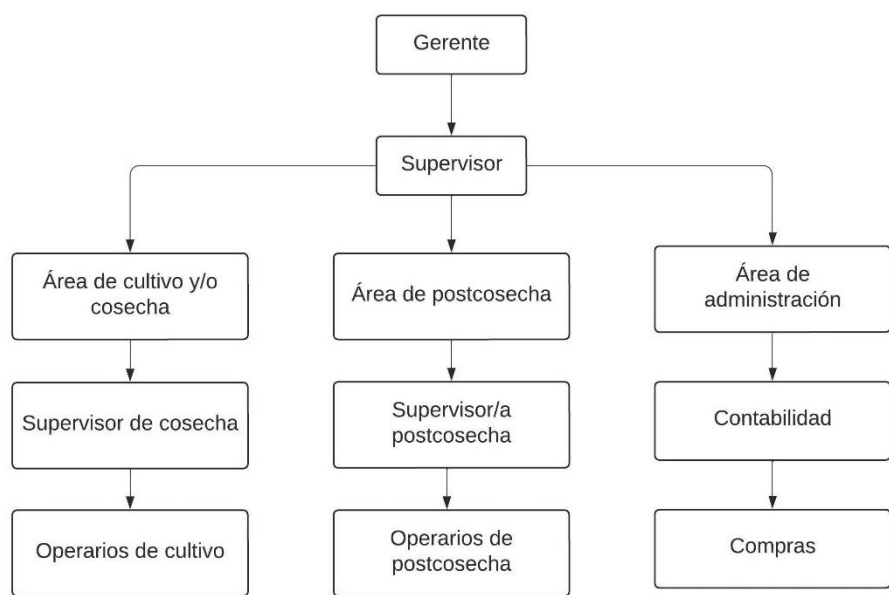


Gráfico 1. Organigrama estructural Guishcasho Farms
Elaborado por: Changelombo, Diego (2024)

Puestos de trabajo

En la actualidad, la florícola cuenta con tres áreas operativas que en conjunto suman 9 puestos de trabajo.

En la tabla 2 se muestran los cargos ocupados por el personal administrativo, los cuales comprenden el área gerencial y el área administrativa (contabilidad, compras y ventas).

Tabla 2 . Personal administrativo

Puesto de trabajo	Función	Género		
		F	M	Total
Gerente General	Es el responsable de coordinar, supervisar y administrar tanto la adquisición como la venta de las cuatro variedades de flores que produce.		X	1
Administración Contabilidad, Compras y ventas	Se encarga del manejo de la información financiera de la empresa.		X	1
Total				2

Elaborado por: Changelombo, Diego (2024)

En la tabla 3 se presentan los roles laborales que incluyen tareas de supervisión, corte de flores, fumigación, fertilización y mantenimiento del sistema de riego, asignado a cada uno de los operarios de la florícola.

Tabla 3. Personal del área de cultivo y/o cosecha

Puesto de trabajo	Función	Género		
		F	M	Total
Supervisor	Es el responsable de supervisar las operaciones diarias de la producción de flores, asegurando que se cumplan los estándares de calidad y productividad.		X	1
Corte de flores	Es la persona que se encarga de la recolección de las flores dentro del invernadero.	X		4
Fumigador	Es la persona que se encarga del proceso de fumigación.		X	1
Fertilizador	Es la persona que prepara los fertilizantes para controlar las plagas o enfermedades de las flores.		X	1
Operador de riego	Es la persona que se encarga del sistema de riego en todos los bloques de los invernaderos.		X	1
Total				8

En la tabla 4 se detallan los roles en el área de postcosecha, que incluyen el puesto de clasificador y bonchador de las cuatro variedades de flores cultivadas en la florícola.

Tabla 4. Personal de postcosecha

Puesto de trabajo	Función	Género		
		F	M	Total
Clasificador	Persona responsable de clasificar las 4 variedades de flores.	X		2
Bonchador	Corta las hojas y tallos de cada flor, arma ramos y finalmente las registra.		X	1
Total				3

Mapa de procesos

En el diagrama del Gráfico 2, se detallan los procesos internos y las fases que conforman la empresa florícola Guishcasho Farms, lo que permite comprender que un proceso es el

resultado de la interacción entre actividades realizadas y los recursos necesarios para satisfacer las necesidades de los clientes.

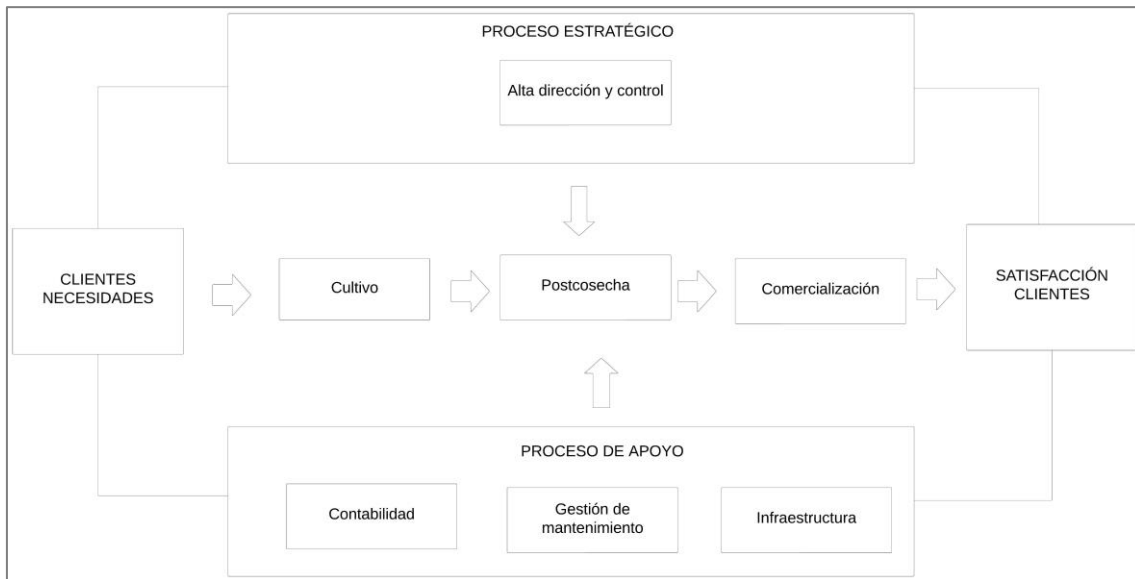


Gráfico 2. Mapa de proceso de la florícola Guishcasho Farms
Elaborado por: Changalombo, Diego (2024)

Proceso operativo del área de estudio

La florícola se divide en tres áreas: cultivo, postcosecha y comercialización, las cuales son fundamentales para asegurar la calidad de las rosas. A continuación, se describe el área de cultivo con su subproceso.

Cultivo

El área de cultivo asegura el cumplimiento de los estándares de calidad y satisface los requisitos establecidos por los clientes. Aunque este proceso no es continuo, concluye con la descarga de las rosas al área de postcosecha. Es importante destacar que el cultivo consta de varios subprocesos, los cuales son:

a) Preparación y siembra

La etapa inicial del cultivo implica la nivelación del suelo, el armado de camas y caminos, y la formación de zanjas para la siembra. Posteriormente se plantan 60 patrones por cuadro, para finalmente realizar el injerto de la variedad de rosas y proceder al riego y el mantenimiento. Es importante señalar que los trabajadores llevan a cabo esta actividad sin tener conocimiento sobre la posición adecuada que deben adoptar para realizarla.

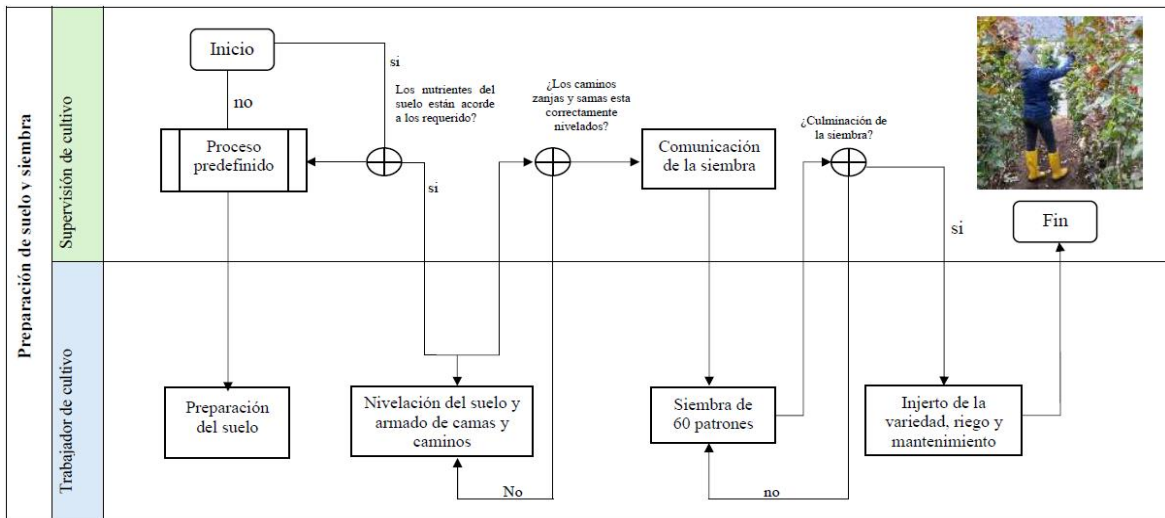


Gráfico 3. Flujograma del subproceso de preparación y siembra
Elaborado por: Changalombo, Diego (2024)

b) Fertilización

El proceso de fertilización se lleva a cabo siguiendo un protocolo específico. Inicialmente, se realiza el muestreo del suelo para determinar sus características y las necesidades que requiere, posteriormente, se procede a la preparación del fertilizante de acuerdo con los resultados del muestreo. Finalmente, se aplica el riego durante el ciclo del cultivo en cada bloque, esto se lo realiza con el personal capacitado y el equipo de protección personal (EPP) correspondiente.

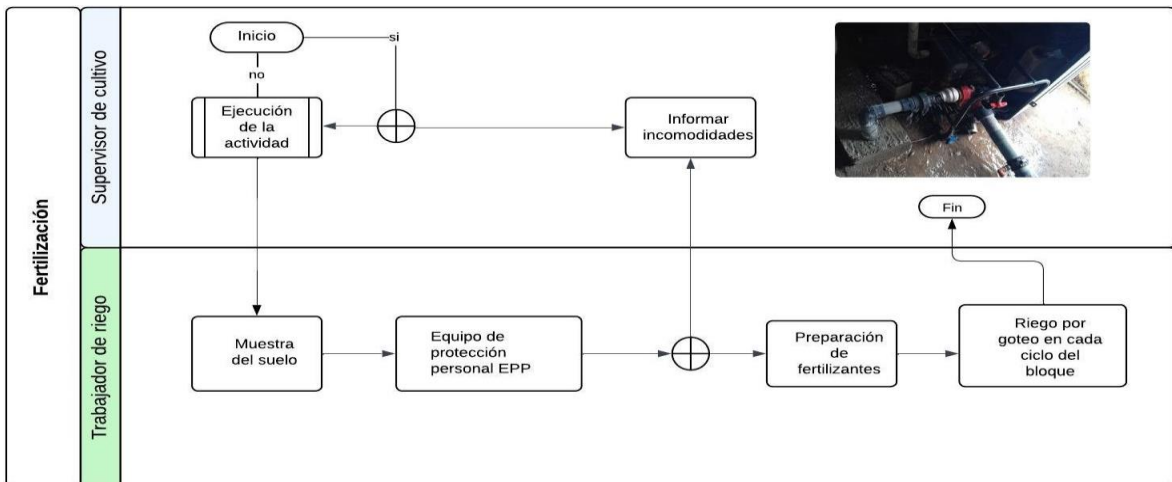


Gráfico 4. Flujograma del subproceso de fertilización
Elaborado por: Changalombo, Diego (2024)

c) Fumigación

La fumigación, consiste en la aplicación de productos químicos para el control de plagas y enfermedades en las plantas, por lo que es supervisado por el ingeniero Paúl Morocho, este profesional elabora un plan semanal detallado para la fumigación. Los productos

químicos utilizados varían según el día de la semana: los lunes aplica votris y tris, los martes aplica el fungicida oídio, los jueves aplica fungicida para ácaros y los días viernes se realiza una aplicación adicional según las necesidades específicas de los cultivos.

Es importante destacar que, en ocasiones, los trabajadores realizan posturas forzadas al jalar las mangueras de las fumigadoras para aplicar productos químicos en el área designada. Durante una visita in-situ se identificó un grave problema, el personal operativo encargado de la fumigación de las rosas no dispone de todo el equipo de protección personal (EPP), lo cual podría afectar su salud a largo plazo.

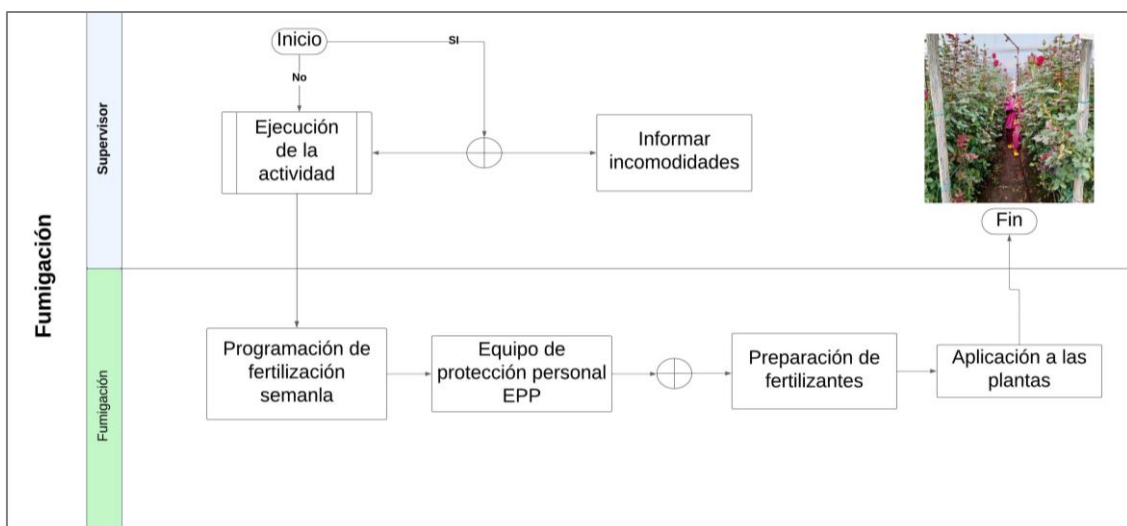


Gráfico 5. Flujograma del subproceso de fumigación

Elaborado por: Changalombo, Diego (2024)

d) Cosecha

La cosecha se realiza considerando la apertura de los pétalos de rosa en cada bloque del invernadero. Una vez determinado el momento óptimo, se procede al corte y enmallado de rosas que van de 20 a 25 tallos. Posteriormente las rosas son trasladadas al área de postcosecha.

El enmallado de las rosas se lleva a cabo en el suelo, lo cual requiere que las trabajadoras adopten posturas forzadas para realizar esta tarea. Además, el traslado de las rosas ya enmalladas al área de postcosecha se realiza al hombro, cargando entre 10 a 12 enmallados por persona. En la Gráfico 6 se ilustra detalladamente el proceso de la cosecha.

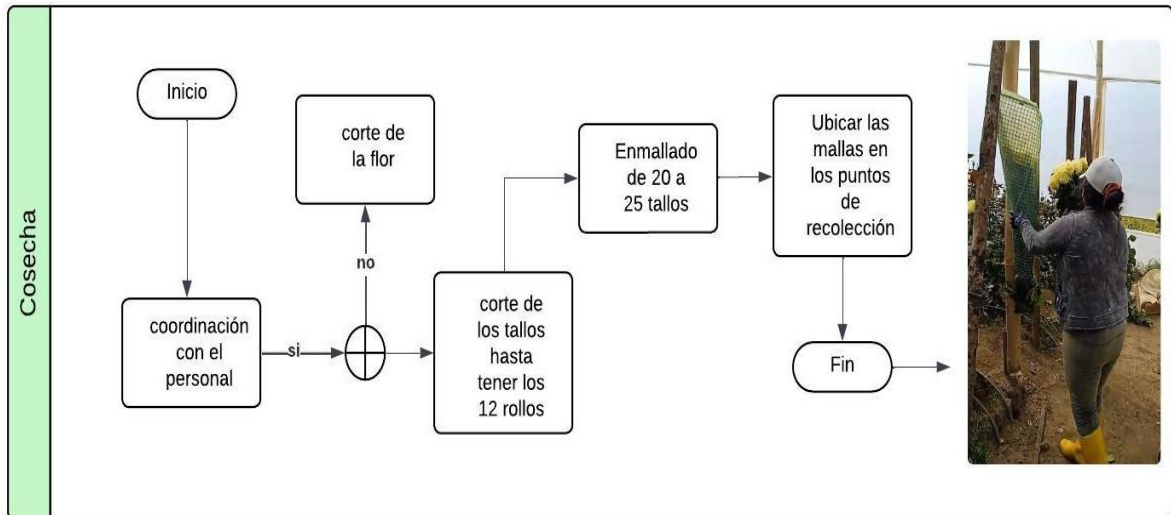


Gráfico 6. Flujograma del subproceso de cosecha
Elaborado por: Changelombo, Diego (2024)

e) Transporte de cosecha

Para transportar las rosas enmalladas, se utiliza coches mecánicos en aquellos lugares donde sea factible su uso. En los bloques donde no sea posible utilizar los coches, el transporte se realiza manualmente por el personal operativo. Esto ocasiona a que el personal adopte posturas inadecuadas.

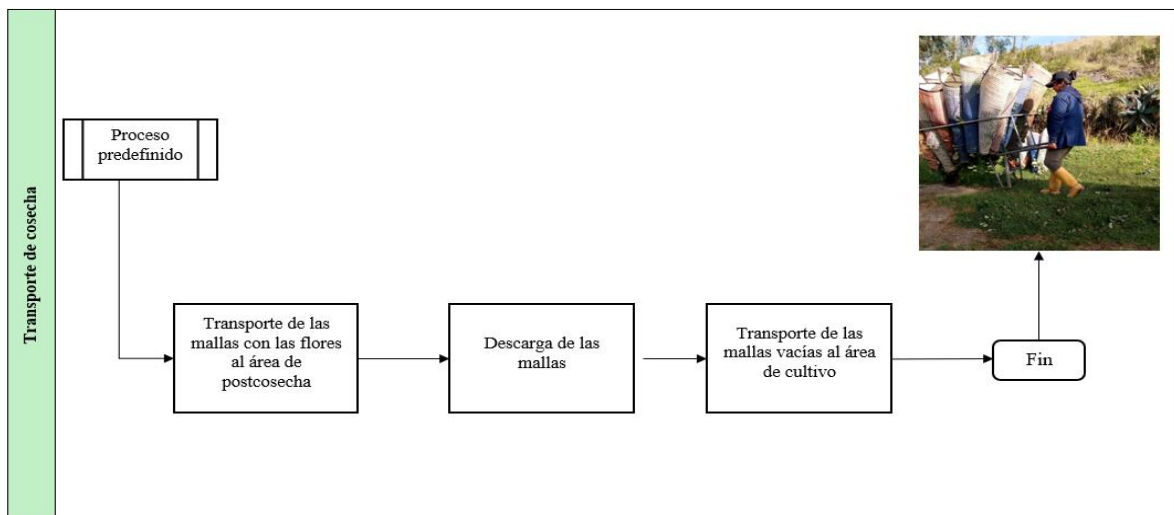


Gráfico 7. Flujograma del subproceso de transporte
Elaborado por: Changelombo, Diego (2024)

Valoración del riesgo ergonómico en los puestos de trabajo


Para valorar el riesgo ergonómico en los diferentes puestos de trabajo de la empresa Guishcasho Farms, se llevó a cabo una visita in-situ donde se pudo observar e identificar los riesgos a los que se encuentran expuestos el personal operativo. También, se tomó en

cuenta el método REBA como evaluación, mismo que permitió realizar un análisis postural y cuantificar de manera objetiva el nivel de riesgo.

Diagnóstico del riesgo ergonómico

Para el diagnóstico ergonómico del puesto de trabajo “área cultivo” se utilizó la normativa NTP 601. Método REBA: Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural.

Tabla 5. Evaluación de la trabajadora 1. Cultivo de las flores

EMPRESA FLORÍCOLA GUSHCASHO FARMS			
Código:	001		
Edad:	30		
Puesto laboral:	Cultivo		
Duración del tiempo que dedica al puesto durante el día:	6		
Horas laborado/Día:	8		
EVALUACIÓN DEL MÉTODO R.E.B.A PUNTUACIONES			
GRUPO A		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del tronco			
Cuerpo inclinado hacia un lado o girado: +1	Tronco erguido	1	1
	Inclinación o estiramiento 0° y 20°	2	
	Doblamiento >20° y ≤60° o estiramiento >20°	3	
	Doblamiento >60°	4	
Calificación del cuello			
Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1	Inclinación entre 0° y 20°	1	2
	Inclinación >20° o alargamiento	2	
Calificación de las piernas			
Doblar una o ambas rodillas entre 30 y 60°: +1 Doblamiento de una o ambas rodillas de más de 60° (excepto en postura sentada): +2	Posición neutra o en movimiento con peso distribuido de manera equilibrada	1	2
	De pie sosteniendo carga ligera y con postura flexible	2	
GRUPO B		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del brazo			
Brazo abducido o brazo rotado: +1 Hombro en posición elevada: +1 Existe un soporte o la postura es	Desde 20° de alargamiento a 20° de doblamiento.	1	3
	Estiramiento >20° o doblamiento >20° y ≤45°	2	
	Doblamiento >45° y ≤90°	3	

favorable a la gravedad: -1	Doblamiento >90°	4	
Calificación del antebrazo			
	Doblamiento entre 60° y 100°	1	1
	Doblamiento <60° o >100°	2	
Clasificación de la muñeca			
Rotación o desviación radial o cubital: +1	Postura neutral	1	2
	Doblamiento o estiramiento > 0° y <15°	1	
	Doblamiento o estiramiento >15°	2	
Calificaciones Parciales			
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas			
Peso o esfuerzo menor a 5 Kg		0	0
Peso o esfuerzo entre 5 y 10 kg		+1	
Peso o esfuerzo mayor de 10 kg		+2	
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas			
Se presenta fuerzas o cargas aplicadas de manera brusca		+1	-
Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.			
Aceptable	El agarre es efectivo y la fuerza de sujeción es de rango intermedio.	0	0
Normal	La sujeción es aceptable, pero no perfecta, o se consigue un agarre aceptable al utilizar otras áreas del cuerpo.	+1	
Inaceptable	Es agarre es viable, pero no es aceptado	+2	
Insuficiente	El agarre es ineficaz y poco seguro; no es posible realizar un agarre manual o el uso de o el uso de otras partes del cuerpo para agarrar es inadecuado.	+3	
Tipo de actividad muscular			
Una o varias extremidades del cuerpo se mantienen estáticas (soportan durante más de un minuto)		+1	1
Se efectúan movimientos reiterativos (repite más de 4 veces por minuto) esto excluyendo la acción de caminar.		+1	
Se presentan modificaciones de postura significativas o se adoptan posturas que no son seguras.		+1	


RESULTADOS	
Calificación Grupo A y B	3
Tipo de tarea	1
PUNTUACIÓN TOTAL C	GRADO DE RIESGO
4	MEDIO

PUNTOS REBA	NIVEL DE RIESGO
1	INSIGNIFICANTE
2 – 3	INFERIOR
4 – 7	NORMAL
8 – 10	ELEVADO
>11	MUY ELEVDO

Fuente: (Diego-Mas & José Antonio, 2015)

Interpretación: Según el análisis de la valoración del método REBA realizado en la tabla 6 para el puesto de trabajo, se obtuvo una puntuación *MEDIO* de 4 puntos. Este puntaje se encuentra en un rango de 4 a 7, mismo que sugiere la necesidad de intervenir.

Tabla 6. Evaluación de la trabajadora 2. Cultivo de las flores

EMPRESA FLORÍCOLA GUSHCASHO FARMS			
Código:	002		
Edad:	38		
Puesto laboral:	Cultivo		
Duración del tiempo que dedica al puesto durante el día:	6		
Horas laborado/Día:	8		
EVALUACIÓN DEL MÉTODO R.E.B.A PUNTUACIONES			
GRUPO A		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del tronco			
Cuerpo inclinado hacia un lado o girado: +1	Tronco erguido	1	2
	Inclinación o estiramiento 0° y 20°	2	
	Doblamiento >20° y ≤60° o estiramiento >20°	3	
	Doblamiento >60°	4	
Calificación del cuello			
Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1	Inclinación entre 0° y 20°	1	1
	Inclinación >20° o estiramiento	2	
Calificación de las piernas			
Doblar una o ambas rodillas entre 30 y 60°: +1 Doblamiento de una o ambas rodillas de más de 60° (excepto en postura sentada): +2	Posición neutra o en movimiento con peso distribuido de manera equilibrada	1	2
	De pie sosteniendo carga ligera y con postura flexible	2	
GRUPO B		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del brazo			
Brazo abducido o brazo rotado: +1 Hombro en posición elevada: +1 Existe un soporte o la postura es favorable a la gravedad: -1	Desde 20° de alargamiento a 20° de doblamiento.	1	2
	Estiramiento >20° o doblamiento >20° y ≤45°	2	
	Doblamiento >45° y ≤90°	3	
	Doblamiento >90°	4	
Calificación del antebrazo			
	Doblamiento entre 60° y 100°	1	1

	Doblamiento <60° o >100°	2	
Calificación de la muñeca			
Rotación o desviación radial o cubital: +1	Postura neutral	1	1
	Doblamiento o estiramiento > 0° y <15°	1	
	Doblamiento o estiramiento >15°	2	
Calificaciones Parciales			
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas			
Peso o esfuerzo menor a 5 Kg		0	0
Peso o esfuerzo entre 5 y 10 kg		+1	
Peso o esfuerzo mayor de 10 kg		+2	
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas			
Se presenta fuerzas o cargas aplicadas de manera brusca		+1	-
Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.			
Bueno	El agarre es efectivo y la fuerza de sujeción es de rango intermedio.	0	1
Regular	La sujeción es aceptable pero no perfecta, o se consigue un agarre aceptable al utilizar otras áreas del cuerpo.	+1	
Malo	Es agarre es viable, pero no es aceptado	+2	
Inaceptable	El agarre es ineficaz y poco seguro; no es posible realizar un agarre manual o el uso de o el uso de otras partes del cuerpo para agarrar es inadecuado.	+3	
Tipo de actividad muscular			
Una o varias extremidades del cuerpo se mantienen estáticas (soportan durante más de un minuto)		+1	1
Se efectúan movimientos reiterativos (repite más de 4 veces por minuto) esto excluyendo la acción de caminar.		+1	
Se presentan modificaciones de postura significativas o se adoptan posturas que no son seguras.		+1	

RESULTADOS	
Puntuación A y B	3
Tipo de tarea	1
PUNTUACIÓN TOTAL C	GRADO DE RIESGO
4	MEDIO


PUNTOS REBA	NIVEL DE RIESGO
1	INSIGNIFICANTE
2 – 3	INFERIOR
4 – 7	NORMAL
8 –10	ELEVADO
>11	MUY ELEVDO

Fuente: (Diego-Mas & José Antonio, 2015)

Interpretación: Según el análisis de la valoración del método REBA realizado en la tabla 7, se obtuvo una puntuación *Normal* de 4 puntos. Este puntaje se encuentra en un rango

de 4 a 7, mismo que sugiere la necesidad de intervenir debido a la presencia de un riesgo medio que podría dar lugar a molestias musculoesqueléticas a corto y mediano plazo.

Tabla 7. Evaluación de la trabajadora 4. Cultivo de las flores

EMPRESA FLORÍCOLA GUSHCASHO FARMS			
Código:	003		
Edad:	34		
Puesto laboral:	Cultivo		
Duración del tiempo que dedica al puesto durante el día:	6		
Horas laborado/Día:	8		
EVALUACIÓN DEL MÉTODO R.E.B.A PUNTUACIONES			
GRUPO A		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del tronco			
Cuerpo inclinado hacia un lado o girado: +1	Tronco erguido	1	3
	Inclinación o estiramiento 0° y 20°	2	
	Doblamiento >20° y ≤60° o estiramiento >20°	3	
	Doblamiento >60°	4	
Calificación del cuello			
Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1	Inclinación entre 0° y 20°	1	1
	Inclinación >20° o alargamiento	2	
Calificación de las piernas			
Doblar una o ambas rodillas entre 30 y 60°: +1 Doblamiento de una o ambas rodillas de más de 60° (excepto en postura sentada): +2	Posición neutra o en movimiento con peso distribuido de manera equilibrada	1	2
	De pie sosteniendo carga ligera y con postura flexible	2	
GRUPO B		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del brazo			
Brazo abducido o brazo rotado: +1 Hombro en posición elevada: +1 Existe un soporte o la postura es favorable a la gravedad: -1	Desde 20° de alargamiento a 20° de doblamiento.	1	1
	Estiramiento >20° o doblamiento >20° y ≤45°	2	
	Doblamiento >45° y ≤90°	3	
	Doblamiento >90°	4	
Calificación del antebrazo			
	Doblamiento entre 60° y 100°	1	1
	Doblamiento <60° o >100°	2	
Calificación de la muñeca			
Rotación o desviación radial o cubital: +1	Postura neutral	1	1
	Doblamiento o estiramiento > 0° y <15°	1	
	Doblamiento o estiramiento >15°	2	
Calificaciones Parciales			

Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas			
Peso o esfuerzo menor a 5 Kg	0	0	
Peso o esfuerzo entre 5 y 10 kg	+1		
Peso o esfuerzo mayor de 10 kg	+2		
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas			
Se presenta fuerzas o cargas aplicadas de manera brusca	+1	-	
Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.			
Aceptable	El agarre es efectivo y la fuerza de sujeción es de rango intermedio.	0	2
Normal	La sujeción es aceptable, pero no perfecta, o se consigue un agarre aceptable al utilizar otras áreas del cuerpo.	+1	
Inaceptable	Es agarre es viable, pero no es aceptado	+2	
Insuficiente	El agarre es ineficaz y poco seguro; no es posible realizar un agarre manual o el uso de o el uso de otras partes del cuerpo para agarrar es inadecuado.	+3	
Tipo de actividad muscular			
Una o varias extremidades del cuerpo se mantienen estáticas (soportan durante más de un minuto)		+1	1
Se efectúan movimientos reiterativos (repite más de 4 veces por minuto) esto excluyendo la acción de caminar.		+1	
Se presentan modificaciones de postura significativas o se adoptan posturas que no son seguras.		+1	


RESULTADOS	
Calificación Grupo A y B	4
Tipo de tarea	1
PUNTUACIÓN TOTAL C	GRADO DE RIESGO
5	MEDIO

PUNTOS REBA	NIVEL DE RIESGO
1	INSIGNIFICANTE
2 – 3	INFERIOR
4 – 7	NORMAL
8 – 10	ELEVADO
>11	MUY ELEVDO

Fuente: (Diego-Mas & José Antonio, 2015)

Interpretación: Según el análisis de la valoración del método REBA realizado en la tabla 9, se obtuvo una puntuación *NORMAL* de 5 puntos. Este puntaje se encuentra en un rango de 4 a 7, mismo que sugiere la necesidad de intervención.

Tabla 8. Evaluación del puesto de trabajo. “Empaque”

EMPRESA FLORÍCOLA GUSHCASHO FARMS		
Código:	004	
Edad:	30	
Puesto laboral:	Empaque	
Duración del tiempo que dedica al puesto durante el día:	3	
Horas laborado/Día:	8	
EVALUACIÓN DEL MÉTODO R.E.B.A PUNTUACIONES		

GRUPO A		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del tronco			
Cuerpo inclinado hacia un lado o girado: +1	Tronco erguido	1	3
	Inclinación o estiramiento 0° y 20°	2	
	Doblamiento >20° y ≤60° o estiramiento >20°	3	
	Doblamiento >60°	4	
Clasificación del cuello			
Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1	Inclinación entre 0° y 20°	1	1
	Inclinación >20° o alargamiento	2	
Clasificación de las piernas			
Doblar una o ambas rodillas entre 30 y 60°: +1 Doblamiento de una o ambas rodillas de más de 60° (excepto en postura sentada): +2	Posición neutra o en movimiento con peso distribuido de manera equilibrada	1	2
	De pie sosteniendo carga ligera y con postura flexible	2	
GRUPO B		PUNTOS	PUNTAJE
Clasificación del brazo			
Brazo abducido o brazo rotado: +1 Hombro en posición elevada: +1 Existe un soporte o la postura es favorable a la gravedad: -1	Desde 20° de alargamiento a 20° de doblamiento.	1	2
	Estiramiento >20° o doblamiento >20° y ≤45°	2	
	Doblamiento >45° y ≤90°	3	
	Doblamiento >90°	4	
Clasificación del antebrazo			
	Doblamiento entre 60° y 100°	1	1
	Doblamiento <60° o >100°	2	
Clasificación de la muñeca			
Rotación o desviación radial o cubital: +1	Postura neutral	1	1
	Doblamiento o estiramiento > 0° y <15°	1	
	Doblamiento o estiramiento >15°	2	
Calificaciones Parciales			
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas			
Peso o esfuerzo menor a 5 Kg		0	0
Peso o esfuerzo entre 5 y 10 kg		+1	
Peso o esfuerzo mayor de 10 kg		+2	
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas			
Se presenta fuerzas o cargas aplicadas de manera brusca		+1	-
Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.			

Aceptable	El agarre es efectivo y la fuerza de sujeción es de rango intermedio.	0	2
Normal	La sujeción es aceptable, pero no perfecta, o se consigue un agarre aceptable al utilizar otras áreas del cuerpo.	+1	
Inaceptable	Es agarre es viable, pero no es aceptado	+2	
Insuficiente	El agarre es ineficaz y poco seguro; no es posible realizar un agarre manual o el uso de o el uso de otras partes del cuerpo para agarrar es inadecuado.	+3	
Tipo de actividad muscular			
Una o varias extremidades del cuerpo se mantienen estáticas (soportan durante más de un minuto)		+1	1
Se efectúan movimientos reiterativos (repiten más de 4 veces por minuto) esto excluyendo la acción de caminar.		+1	
Se presentan modificaciones de postura significativas o se adoptan posturas que no son seguras.		+1	

RESULTADOS	
Calificación Grupo A y B	4
Tipo de tarea	1
PUNTUACIÓN TOTAL C	GRADO DE RIESGO
5	ALTO

PUNTOS REBA	NIVEL DE RIESGO
1	INSIGNIFICANTE
2 – 3	INFERIOR
4 – 7	NORMAL
8 – 10	ELEVADO
>11	MUY ELEVDO


Fuente: (Diego-Mas & José Antonio, 2015)

Interpretación: Según el análisis de la valoración del método REBA realizado en la tabla 9, se obtuvo una puntuación *ELEVADO* de 5 puntos. Este puntaje se encuentra en un rango de 4 a 7, mismo que sugiere la necesidad de intervenir.

La puntuación obtenida se debe a que la persona adopta posturas inadecuadas, como la flexión del tronco entre $>20^\circ$ y $\leq 60^\circ$ o estiramiento $>20^\circ$, y la flexión de ambas rodillas por varios minutos.

Además, se debe a que el enmallado de las flores se realiza en el suelo, es decir que los módulos de los invernaderos carecen de una mesa de apoyo para el enrollamiento del mismo.

Tabla 9. Evaluación del puesto de trabajo. “Transporte”

EMPRESA FLORÍCOLA GUSHCASHO FARMS			
Código:	005		
Edad:	30		
Puesto laboral:	Transporte		
Duración del tiempo que dedica al puesto durante el día:	2		
Horas laborado/Día:	8		
EVALUACIÓN DEL MÉTODO R.E.B.A PUNTUACIONES			
GRUPO A		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del tronco			
Cuerpo inclinado hacia un lado o girado: +1	Tronco erguido	1	1
	Inclinación o estiramiento 0° y 20°	2	
	Doblamiento >20° y ≤60° o estiramiento >20°	3	
	Doblamiento >60°	4	
Calificación del cuello			
Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1	Inclinación entre 0° y 20°	1	1
	Inclinación >20° o alargamiento	2	
Calificación de las piernas			
Doblar una o ambas rodillas entre 30 y 60°: +1 Doblamiento de una o ambas rodillas de más de 60° (excepto en postura sentada): +2	Posición neutra o en movimiento con peso distribuido de manera equilibrada	1	3
	De pie sosteniendo carga ligera y con postura flexible	2	
GRUPO B		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del brazo			
Brazo abducido o brazo rotado: +1 Hombro en posición elevada: +1 Existe un soporte o la postura es favorable a la gravedad: -1	Desde 20° de alargamiento a 20° de doblamiento.	1	1
	Estiramiento >20° o doblamiento >20° y ≤45°	2	
	Doblamiento >45° y ≤90°	3	
	Doblamiento >90°	4	
Calificación del antebrazo			
	Doblamiento entre 60° y 100°	1	1
	Doblamiento <60° o >100°	2	
Calificación de la muñeca			
Rotación o desviación radial o cubital: +1	Postura neutral	1	1
	Doblamiento o estiramiento > 0° y <15°	1	

	Doblamiento o estiramiento >15°	2	
Calificaciones Parciales			
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas			
Peso o esfuerzo menor a 5 Kg		0	1
Peso o esfuerzo entre 5 y 10 kg		+1	
Peso o esfuerzo mayor de 10 kg		+2	
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas			
Se presenta fuerzas o cargas aplicadas de manera brusca		+1	-
Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.			
Acceptable	El agarre es efectivo y la fuerza de sujeción es de rango intermedio.	0	1
Normal	La sujeción es aceptable, pero no perfecta, o se consigue un agarre aceptable al utilizar otras áreas del cuerpo.	+1	
Inaceptable	Es agarre es viable, pero no es aceptado	+2	
Insuficiente	El agarre es ineficaz y poco seguro; no es posible realizar un agarre manual o el uso de o el uso de otras partes del cuerpo para agarrar es inadecuado.	+3	
Tipo de actividad muscular			
Una o varias extremidades del cuerpo se mantienen estáticas (soportan durante más de un minuto)		+1	1
Se efectúan movimientos reiterativos (repiten más de 4 veces por minuto) esto excluyendo la acción de caminar.		+1	
Se presentan modificaciones de postura significativas o se adoptan posturas que no son seguras.		+1	

RESULTADOS	
Calificación Grupo A y B	4
Tipo de tarea	1
PUNTUACIÓN TOTAL	GRADO DE RIESGO
C	RIESGO
5	MEDIO

PUNTOS REBA	NIVEL DE RIESGO
1	INSIGNIFICANTE
2 – 3	INFERIOR
4 – 7	NORMAL
8 –10	ELEVADO
>11	MUY ELEVDO


Fuente: (Diego-Mas & José Antonio, 2015)

Interpretación: Según el análisis de la valoración del método REBA realizado en la tabla 11, se obtuvo una puntuación *NORMAL* de 5 puntos.

Este puntaje se encuentra en un rango de 4 a 7, mismo que sugiere la necesidad de intervenir.

Esta puntuación se origina porque, al transportar los enmallados de las rosas al área de postcosecha, mediante una carreta la trabajadora debe atravesar el terreno con pendiente no mayor a 25%, lo que le obliga a adaptar posturas inestables.

Tabla 10. Evaluación del puesto de trabajo. “Fumigador”

EMPRESA FLORÍCOLA GUSHCASHO FARMS			
Código:	006		
Edad:			
Puesto laboral:	Fumigador		
Duración del tiempo que dedica al puesto durante el día:	5		
Horas laborado/Día:	8		
EVALUACIÓN DEL MÉTODO R.E.B.A PUNTUACIONES			
GRUPO A		PUNTOS	PUNTAJE
Clasificación del tronco			
Cuerpo inclinado hacia un lado o girado: +1	Tronco erguido	1	1
	Inclinación o estiramiento 0° y 20°	2	
	Doblamiento >20° y ≤60° o estiramiento >20°	3	
	Doblamiento >60°	4	
Clasificación del cuello			
Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1	Inclinación entre 0° y 20°	1	1
	Inclinación >20° o alargamiento	2	
Calificación de las piernas			
Doblar una o ambas rodillas entre 30 y 60°: +1 Doblamiento de una o ambas rodillas de más de 60° (excepto en postura sentada): +2	Posición neutra o en movimiento con peso distribuido de manera equilibrada	1	2
	De pie sosteniendo carga ligera y con postura flexible	2	
GRUPO B		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del brazo			
Brazo abducido o brazo rotado: +1 Hombro en posición elevada: +1 Existe un soporte o la postura es favorable a la gravedad: -1	Desde 20° de alargamiento a 20° de doblamiento.	1	2
	Estiramiento >20° o doblamiento >20° y ≤45°	2	
	Doblamiento >45° y ≤90°	3	
	Doblamiento >90°	4	
Calificación del antebrazo			
	Doblamiento entre 60° y 100°	1	1
	Doblamiento <60° o >100°	2	
Calificación de la muñeca			
Rotación o desviación radial o cubital: +1	Postura neutral	1	1
	Doblamiento o estiramiento > 0° y <15°	1	

	Doblamiento o estiramiento >15°	2	
Calificaciones Parciales			
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas			
Peso o esfuerzo menor a 5 Kg		0	1
Peso o esfuerzo entre 5 y 10 kg		+1	
Peso o esfuerzo mayor de 10 kg		+2	
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas			
Se presenta fuerzas o cargas aplicadas de manera brusca		+1	-
Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.			
Aceptable	El agarre es efectivo y la fuerza de sujeción es de rango intermedio.	0	0
Normal	La sujeción es aceptable, pero no perfecta, o se consigue un agarre aceptable al utilizar otras áreas del cuerpo.	+1	
Inaceptable	Es agarre es viable, pero no es aceptado	+2	
Insuficiente	El agarre es ineficaz y poco seguro; no es posible realizar un agarre manual o el uso de o el uso de otras partes del cuerpo para agarrar es inadecuado.	+3	
Tipo de actividad muscular			
Una o varias extremidades del cuerpo se mantienen estáticas (soportan durante más de un minuto)		+1	1
Se efectúan movimientos reiterativos (repiten más de 4 veces por minuto) esto excluyendo la acción de caminar.		+1	
Se presentan modificaciones de postura significativas o se adoptan posturas que no son seguras.		+1	

RESULTADOS	
Calificación Grupo A y B	2
Tipo de tarea	1
PUNTUACIÓN TOTAL C	GRADO DE RIESGO
3	BAJO

PUNTOS REBA	NIVEL DE RIESGO
1	INSIGNIFICANTE
2 – 3	INFERIOR
4 – 7	NORMAL
8 – 10	ELEVADO
>11	MUY ELEVADO

Fuente: (Diego-Mas & José Antonio, 2015)


Interpretación: Según el análisis de la valoración del método REBA realizado en la tabla 12, se obtuvo una puntuación *INFERIOR* de 3 puntos.

Este puntaje se encuentra en un rango de 2 a 3 mismo que puede ser necesario para la actuación.

Esta puntuación se da debido a que el fumigador al momento de realizar la respectiva tarea sostiene el tubo de fumigación de manera vertical.

Esta postura contribuye a mantener una posición erguida de la espalda y los hombros, y lo más importante proporciona un apoyo para los brazos, antebrazos y muñecas.

Tabla 11. Evaluación del puesto de trabajo. “Fertilizador”

EMPRESA FLORÍCOLA GUSHCASHO FARMS			
Código:	007		
Edad:	28		
Puesto laboral:	Fertilizador		
Duración del tiempo que dedica al puesto durante el día:	3		
Horas laborado/Día:	8		
EVALUACIÓN DEL MÉTODO R.E.B.A PUNTUACIONES			
GRUPO A		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del tronco			
Cuerpo inclinado hacia un lado o girado: +1	Tronco erguido	1	2
	Inclinación o estiramiento 0° y 20°	2	
	Doblamiento >20° y ≤60° o estiramiento >20°	3	
	Doblamiento >60°	4	
Calificación del cuello			
Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1	Inclinación entre 0° y 20°	1	2
	Inclinación >20° o alargamiento	2	
Calificación de las piernas			
Doblar una o ambas rodillas entre 30 y 60°: +1 Doblamiento de una o ambas rodillas de más de 60° (excepto en postura sentada): +2	Posición neutra o en movimiento con peso distribuido de manera equilibrada	1	1
	De pie sosteniendo carga ligera y con postura flexible	2	
GRUPO B		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del brazo			
Brazo abducido o brazo rotado: +1 Hombro en posición elevada: +1 Existe un soporte o la postura es favorable a la gravedad: -1	Desde 20° de alargamiento a 20° de doblamiento.	1	1
	Estiramiento >20° o doblamiento >20° y ≤45°	2	
	Doblamiento >45° y ≤90°	3	
	Doblamiento >90°	4	
Calificación del antebrazo			
	Doblamiento entre 60° y 100°	1	1
	Doblamiento <60° o >100°	2	
Calificación de la muñeca			
Rotación o desviación radial o cubital: +1	Postura neutral	1	1
	Doblamiento o estiramiento > 0° y <15°	1	
	Doblamiento o estiramiento >15°	2	
Calificaciones Parciales			
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas			
Peso o esfuerzo menor a 5 Kg		0	1

Peso o esfuerzo entre 5 y 10 kg		+1	
Peso o esfuerzo mayor de 10 kg		+2	
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas			
Se presenta fuerzas o cargas aplicadas de manera brusca		+1	
Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.			
Aceptable	El agarre es efectivo y la fuerza de sujeción es de rango intermedio.	0	0
Normal	La sujeción es aceptable, pero no perfecta, o se consigue un agarre aceptable al utilizar otras áreas del cuerpo.	+1	
Inaceptable	Es agarre es viable, pero no es aceptado	+2	
Insuficiente	El agarre es ineficaz y poco seguro; no es posible realizar un agarre manual o el uso de o el uso de otras partes del cuerpo para agarrar es inadecuado.	+3	
Tipo de actividad muscular			
Una o varias extremidades del cuerpo se mantienen estáticas (soportan durante más de un minuto)		+1	1
Se efectúan movimientos reiterativos (repite más de 4 veces por minuto) esto excluyendo la acción de caminar.		+1	
Se presentan modificaciones de postura significativas o se adoptan posturas que no son seguras.		+1	

RESULTADOS	
Calificación Grupo A y B	3
Tipo de tarea	1
PUNTUACIÓN TOTAL	GRADO DE RIESGO
C	RIESGO
4	MEDIO

PUNTOS REBA	NIVEL DE RIESGO
1	INSIGNIFICANTE
2 – 3	INFERIOR
4 – 7	NORMAL
8 – 10	ELEVADO
>11	MUY ELEVDO


Fuente: (Diego-Mas & José Antonio, 2015)

Interpretación: Según el análisis de la valoración del método REBA realizado en la tabla 13, se obtuvo una puntuación *NORMAL* de 4 puntos.

Este puntaje se encuentra en un rango de 4 a 7, mismo que sugiere la necesidad de intervenir debido a la presencia de un riesgo medio que podría dar lugar a trastornos musculoesqueléticos a corto y mediano plazo.

Esta puntuación se da debido a que el operador realiza sus actividades en un área inclinable, lo que obliga adaptar postura inestable con la columna flexionada.

Tabla 12. Evaluación del puesto de trabajo. “Fertilizador”

EMPRESA FLORÍCOLA GUSHCASHO FARMS			
Código:	008		
Edad:	30		
Puesto laboral:	Operadora de riego		
Duración del tiempo que dedica al puesto durante el día:	3		
Horas laborado/Día:	8		
EVALUACIÓN DEL MÉTODO R.E.B.A PUNTUACIONES			
GRUPO A		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del tronco			
Cuerpo inclinado hacia un lado o girado: +1	Tronco erguido	1	2
	Inclinación o estiramiento 0° y 20°	2	
	Doblamiento >20° y ≤60° o estiramiento >20°	3	
	Doblamiento >60°	4	
Calificación del cuello			
Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1	Inclinación entre 0° y 20°	1	1
	Inclinación >20° o alargamiento	2	
Calificación de las piernas			
Doblar una o ambas rodillas entre 30 y 60°: +1 Doblamiento de una o ambas rodillas de más de 60° (excepto en postura sentada): +2	Posición neutra o en movimiento con peso distribuido de manera equilibrada	1	2
	De pie sosteniendo carga ligera y con postura flexible	2	
GRUPO B		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del brazo			
Brazo abducido o brazo rotado: +1 Hombro en posición elevada: +1 Existe un soporte o la postura es favorable a la gravedad: -1	Desde 20° de alargamiento a 20° de doblamiento.	1	3
	Estiramiento >20° o doblamiento >20° y ≤45°	2	
	Doblamiento >45° y ≤90°	3	
	Doblamiento >90°	4	
Calificación del antebrazo			
	Doblamiento entre 60° y 100°	1	1
	Doblamiento <60° o >100°	2	
Calificación de la muñeca			
	Postura neutral	1	1

Rotación o desviación radial o cubital: +1	Doblamiento o estiramiento > 0° y <15°	1	
	Doblamiento o estiramiento >15°	2	
Calificaciones Parciales			
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas			
Peso o esfuerzo menor a 5 Kg		0	1
Peso o esfuerzo entre 5 y 10 kg		+1	
Peso o esfuerzo mayor de 10 kg		+2	
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas			
Se presenta fuerzas o cargas aplicadas de manera brusca		+1	-
Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.			
Aceptable	El agarre es efectivo y la fuerza de sujeción es de rango intermedio.	0	0
Normal	La sujeción es aceptable, pero no perfecta, o se consigue un agarre aceptable al utilizar otras áreas del cuerpo.	+1	
Inaceptable	Es agarre es viable, pero no es aceptado	+2	
Insuficiente	El agarre es ineficaz y poco seguro; no es posible realizar un agarre manual o el uso de o el uso de otras partes del cuerpo para agarrar es inadecuado.	+3	
Tipo de actividad muscular			
Una o varias extremidades del cuerpo se mantienen estáticas (soportan durante más de un minuto)		+1	1
Se efectúan movimientos reiterativos (repiten más de 4 veces por minuto) esto excluyendo la acción de caminar.		+1	
Se presentan modificaciones de postura significativas o se adoptan posturas que no son seguras.		+1	

RESULTADOS	
Calificación Grupo A y B	4
Tipo de tarea	1
PUNTUACIÓN TOTAL C	GRADODE RIESGO
5	MEDIO


PUNTOS REBA	NIVEL DE RIESGO
1	INSIGNIFICANTE
2 – 3	INFERIOR
4 – 7	NORMAL
8 –10	ELEVADO
>11	MUY ELEVDO

Fuente: (Diego-Mas & José Antonio, 2015)

Interpretación: Según el análisis de la valoración del método REBA realizado en la tabla 14, se obtuvo una puntuación *NORMAL* de 5 puntos.

Este puntaje se encuentra en un rango de 4 a 7, mismo que sugiere la necesidad de intervenir debido a la presencia de un riesgo medio que podría dar lugar a trastornos musculoesqueléticos a corto y mediano plazo.

Tabla 13. Evaluación de la trabajadora 1. “Clasificación”

EMPRESA FLORÍCOLA GUSHCASHO FARMS			
Código:	09		
Edad:	34		
Puesto laboral:	Postcosecha		
Duración del tiempo que dedica al puesto durante el día:	Clasificación		
Horas laborado/Día:	4		
Duración de su jornada laboral:	8		
EVALUACIÓN DEL MÉTODO R.E.B.A PUNTUACIONES			
GRUPO A		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del tronco			
Cuerpo inclinado hacia un lado o girado: +1	Tronco erguido	1	1
	Inclinación o estiramiento 0° y 20°	2	
	Doblamiento >20° y ≤60° o estiramiento >20°	3	
	Doblamiento >60°	4	
Calificación del cuello			
Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1	Inclinación entre 0° y 20°	1	2
	Inclinación >20° o alargamiento	2	
Calificación de las piernas			
Doblar una o ambas rodillas entre 30 y 60°: +1 Doblamiento de una o ambas rodillas de más de 60° (excepto en postura sentada): +2	Posición neutra o en movimiento con peso distribuido de manera equilibrada	1	1
	De pie sosteniendo carga ligera y con postura flexible	2	
GRUPO B		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del brazo			
Brazo abducido o brazo rotado: +1 Hombro en posición elevada: +1 Existe un soporte o la postura es favorable a la gravedad: -1	Desde 20° de alargamiento a 20° de doblamiento.	1	1
	Estiramiento >20° o doblamiento >20° y ≤45°	2	
	Doblamiento >45° y ≤90°	3	
	Doblamiento >90°	4	
Calificación del antebrazo			
	Doblamiento entre 60° y 100°	1	1
	Doblamiento <60° o >100°	2	
Calificación de la muñeca			
	Postura neutral	1	1

Rotación o Desviación radial o cubital: +1	Doblamiento o estiramiento > 0° y <15°	1	
	Doblamiento o estiramiento >15°	2	
Calificaciones Parciales			
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas			
Peso o esfuerzo menor a 5 Kg		0	0
Peso o esfuerzo entre 5 y 10 kg		+1	
Peso o esfuerzo mayor de 10 kg		+2	
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas			
Se presenta fuerzas o cargas aplicadas de manera brusca		+1	-
Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.			
Aceptable	El agarre es efectivo y la fuerza de sujeción es de rango intermedio.	0	0
Normal	La sujeción es aceptable, pero no perfecta, o se consigue un agarre aceptable al utilizar otras áreas del cuerpo.	+1	
Inaceptable	Es agarre es viable, pero no es aceptado	+2	
Insuficiente	El agarre es ineficaz y poco seguro; no es posible realizar un agarre manual o el uso de o el uso de otras partes del cuerpo para agarrar es inadecuado.	+3	
Tipo de actividad muscular			
Una o varias extremidades del cuerpo se mantienen estáticas (soportan durante más de un minuto)		+1	1
Se efectúan movimientos reiterativos (repite más de 4 veces por minuto) esto excluyendo la acción de caminar.		+1	
Se presentan modificaciones de postura significativas o se adoptan posturas que no son seguras.		+1	


RESULTADOS	
Calificación Grupo A y B	1
Tipo de tarea	1
PUNTUACIÓN TOTAL C	GRADO DE RIESGO
2	INFERIOR

PUNTOS REBA	NIVEL DE RIESGO
1	INSIGNIFICANTE
2 – 3	INFERIOR
4 – 7	NORMAL
8 –10	ELEVADO
>11	MUY ELEVDO

Fuente: (Diego-Mas & José Antonio, 2015)

Interpretación: Según el análisis de la valoración del método REBA realizado en la tabla 15 para el puesto de trabajo, se obtuvo una puntuación *INFERIOR* de 2 puntos. Este puntaje se encuentra en un rango de 2 a 3, mismo que sugiere la necesidad de actuación.

Tabla 14. Evaluación de la trabajadora 2. “Clasificación”

EMPRESA FLORÍCOLA GUSHCASHO FARMS			
Código:	010		
Edad:	30		
Puesto laboral:	Postcosecha		
Duración del tiempo que dedica al puesto durante el día:	Clasificación		
Horas laborado/Día:	5		
Duración de su jornada laboral:	8		
EVALUACIÓN DEL MÉTODO R.E.B.A PUNTUACIONES			
GRUPO A		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del tronco			
Cuerpo inclinado hacia un lado o girado: +1	Tronco erguido	1	1
	Inclinación o estiramiento 0° y 20°	2	
	Doblamiento >20° y ≤60° o estiramiento >20°	3	
	Doblamiento >60°	4	
Calificación del cuello			
Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1	Inclinación entre 0° y 20°	1	2
	Inclinación >20° o alargamiento	2	
Calificación de las piernas			
Doblar una o ambas rodillas entre 30 y 60°: +1 Doblamiento de una o ambas rodillas de más de 60° (excepto en postura sentada): +2	Posición neutra o en movimiento con peso distribuido de manera equilibrada	1	1
	De pie sosteniendo carga ligera y con postura flexible	2	
GRUPO B		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del brazo			
Brazo abducido o brazo rotado: +1 Hombro en posición elevada: +1 Existe un soporte o la postura es favorable a la gravedad: -1	Desde 20° de alargamiento a 20° de doblamiento.	1	1
	Estiramiento >20° o doblamiento >20° y ≤45°	2	
	Doblamiento >45° y ≤90°	3	
	Doblamiento >90°	4	
Calificación del antebrazo			
	Doblamiento entre 60° y 100°	1	1
	Doblamiento <60° o >100°	2	
Calificación de la muñeca			
	Postura neutral	1	1

Rotación o Desviación radial o cubital: +1	Doblamiento o estiramiento > 0° y < 15°	1	
	Doblamiento o estiramiento > 15°	2	
Calificaciones Parciales			
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas			
Peso o esfuerzo menor a 5 Kg		0	0
Peso o esfuerzo entre 5 y 10 kg		+1	
Peso o esfuerzo mayor de 10 kg		+2	
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas			
Se presenta fuerzas o cargas aplicadas de manera brusca		+1	
Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.			
Aceptable	El agarre es efectivo y la fuerza de sujeción es de rango intermedio.	0	1
Normal	La sujeción es aceptable, pero no perfecta, o se consigue un agarre aceptable al utilizar otras áreas del cuerpo.	+1	
Inaceptable	Es agarre es viable, pero no es aceptado	+2	
Insuficiente	El agarre es ineficaz y poco seguro; no es posible realizar un agarre manual o el uso de o el uso de otras partes del cuerpo para agarrar es inadecuado.	+3	
Tipo de actividad muscular			
Una o varias extremidades del cuerpo se mantienen estáticas (soportan durante más de un minuto)		+1	1
Se efectúan movimientos reiterativos (repiten más de 4 veces por minuto) esto excluyendo la acción de caminar.		+1	
Se presentan modificaciones de postura significativas o se adoptan posturas que no son seguras.		+1	


RESULTADOS	
Calificación Grupo A y B	2
Tipo de tarea	1
PUNTUACIÓN TOTAL C	GRADO DE RIESGO
3	INFERIOR

PUNTOS REBA	NIVEL DE RIESGO
1	INSIGNIFICANTE
2 – 3	INFERIOR
4 – 7	NORMAL
8 – 10	ELEVADO
>11	MUY ELEVDO

Fuente: (Diego-Mas & José Antonio, 2015)

Interpretación: Según el análisis de la valoración del método REBA realizado en la tabla 16 para el puesto de trabajo, se obtuvo una puntuación *INFERIOR* de 3 puntos. Este puntaje se encuentra en un rango de 4 a 7, mismo que sugiere la necesidad de actuación.

Tabla 15. Evaluación del puesto de trabajo. “Embonchador”

EMPRESA FLORÍCOLA GUSHCASHO FARMS			
Código:	011		
Edad:	28		
Puesto laboral:	Embonchador		
Duración del tiempo que dedica al puesto durante el día:	5		
Horas laborado/Día:	8		
EVALUACIÓN DEL MÉTODO R.E.B.A PUNTUACIONES			
GRUPO A		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación			
Cuerpo inclinado hacia un lado o girado: +1	Tronco erguido	1	1
	Inclinación o estiramiento 0° y 20°	2	
	Doblamiento >20° y ≤60° o estiramiento >20°	3	
	Doblamiento >60°	4	
Calificación del cuello			
Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1	Inclinación entre 0° y 20°	1	2
	Inclinación >20° o alargamiento	2	
Calificación de las piernas			
Doblar una o ambas rodillas entre 30 y 60°: +1 Doblamiento de una o ambas rodillas de más de 60° (excepto en postura sentada): +2	Posición neutra o en movimiento con peso distribuido de manera equilibrada	1	2
	De pie sosteniendo carga ligera y con postura flexible	2	
GRUPO B		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del brazo			
Brazo en alto, girado o con el hombro levantado: +1 Hombro en posición elevada: +1 Existe un soporte o la postura es favorable a la gravedad: -1	Desde 20° de alargamiento a 20° de doblamiento.	1	2
	Estiramiento >20° o doblamiento >20° y ≤45°	2	
	Doblamiento >45° y ≤90°	3	
	Doblamiento >90°	4	
Calificación del antebrazo			
	Doblamiento entre 60° y 100°	1	1
	Doblamiento <60° o >100°	2	
Calificación de la muñeca			

Rotación o desviación radial o cubital: +1	Postura neutral	1	2
	Doblamiento o estiramiento > 0° y <15°	1	
	Doblamiento o estiramiento >15°	2	
Calificaciones Parciales			
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas			
Peso o esfuerzo menor a 5 Kg		0	0
Peso o esfuerzo entre 5 y 10 kg		+1	
Peso o esfuerzo mayor de 10 kg		+2	
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas			
Se presenta fuerzas o cargas aplicadas de manera brusca		+1	
Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.			
Aceptable	El agarre es efectivo y la fuerza de sujeción es de rango intermedio.	0	0
Normal	La sujeción es aceptable, pero no perfecta, o se consigue un agarre aceptable al utilizar otras áreas del cuerpo.	+1	
Inaceptable	Es agarre es viable, pero no es aceptado	+2	
Insuficiente	El agarre es ineficaz y poco seguro; no es posible realizar un agarre manual o el uso de o el uso de otras partes del cuerpo para agarrar es inadecuado.	+3	
Tipo de actividad muscular			
Una o varias extremidades del cuerpo se mantienen estáticas (soportan durante más de un minuto)		+1	1
Se efectúan movimientos reiterativos (repite más de 4 veces por minuto) esto excluyendo la acción de caminar.		+1	
Se presentan modificaciones de postura significativas o se adoptan posturas que no son seguras.		+1	

RESULTADOS	
Calificación Grupo A y B	2
Tipo de tarea	1
PUNTUACIÓN TOTAL C	GRADO DE RIESGO
3	MEDIO

PUNTOS REBA	NIVEL DE RIESGO
1	INSIGNIFICANTE
2 – 3	INFERIOR
4 – 7	NORMAL
8 –10	ELEVADO
>11	MUY ELEVDO

Fuente: (Diego-Mas & José Antonio, 2015)

Interpretación: la evaluación del método REBA en la tabla 17 arrojó un puntaje medio de 3 puntos para el puesto de trabajo.

La puntuación se sitúa entre 2 y 3, lo que indica la necesidad de intervención.

Área de estudio

Tabla 16. Campo de estudio

Campo de estudio	Definición del objetivo de estudio
Dominio:	Tecnología y Sociedad
Línea de Investigación:	Seguridad, salud laboral y ambiente
Campo:	Ingeniería Industrial
Área:	Seguridad, salud laboral y ambiente
Aspecto:	Riesgos ergonómicos
Objetivo	Diseñar un exoesqueleto ergonómico para reducir la carga mecánica en los trabajadores de cosecha y post cosecha de la Florícola Guishcasho Farms del Cantón Latacunga.
Período de análisis	Agosto 2023 – Septiembre 2024

Modelo operativo

En la Gráfico 8 se puede observar el modelo operativo de la propuesta metodológica de la presente investigación.

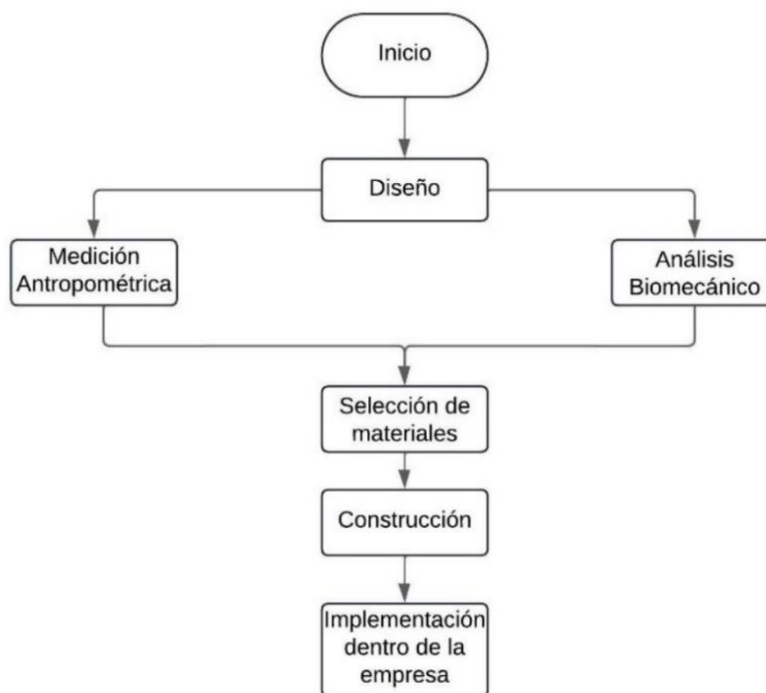


Gráfico 8. Modelo operativo

Elaborado por: Changalombo, Diego (2024)

Desarrollo del modelo operativo

A continuación, se describe el desarrollo del modelo operativo empleado en el diseño y construcción del exoesqueleto ergonómico. Esta propuesta fue evaluada en función del diagnóstico ergonómico y su capacidad para mejorar la ergonomía en los diferentes puestos de trabajo.

Medición antropométrica

El estudio de la antropometría permite identificar los requerimientos físicos necesarios al momento de considerar el diseño de los equipos y herramientas apropiados para los trabajadores de la florícola.

Protocolo de medición

Para la recolección de datos antropométricos, se emplearon los planos de referencia establecidos para el cuerpo humano, los cuales son fundamentales en el análisis de las posturas de trabajo (Armas, 2020).

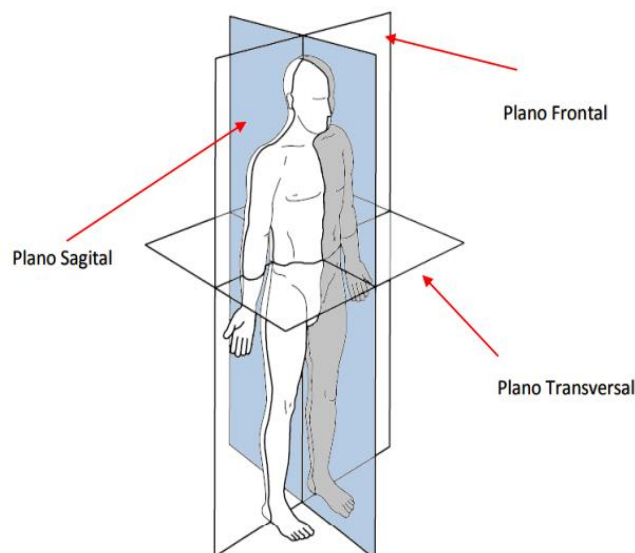


Imagen 2. Plano Sagital
Fuente: (Armas, 2020)

Para la valoración antropométrica del personal operativo de la empresa florícola Guishcasho Farms, se tomó en cuenta las medidas antropométricas básicas que se establecen en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1646, donde se midió únicamente la estatura, alcance lateral del brazo, alcance vertical de asimiento, anchura máxima del

cuerpo, altura del codo, altura de los ojos y la altura de la rodilla, como se muestra en la imagen 3.

- **Altura.**- Es la altura de una persona de pie con la cabeza erguida y mirando hacia adelante, la medida se toma desde el suelo hasta la parte más alta de su cabeza.
- **Alcance lateral del brazo.**- Es la distancia medida desde el eje central del cuerpo hasta la superficie externa distal del tercer dedo (Armas, 2020).
- **Alcance vertical de asimiento.**- Se mide desde el suelo hasta la barra horizontal, sostenida a la mayor altura posible sin sentir ningún tipo de incomodidad (Armas, 2020).
- **Anchura del cuerpo.**- Es la distancia horizontal máxima del cuerpo, considerando también los brazos (Armas, 2020).
- **Altura del codo.**- Es la altura medida desde el punto de unión entre brazos y el antebrazo hasta el suelo (Armas, 2020).
- **Altura de los ojos.**- Corresponde a la altura desde el piso hasta los ojos, cuando una persona está de pie y mirando al frente (Armas, 2020).
- **Altura de rodilla.**-es la altura desde el suelo hasta la rodilla.

Por otro lado, las herramientas y equipos que se utilizaron fueron una ficha antropométrica, cámara fotográfica y un flexómetro.

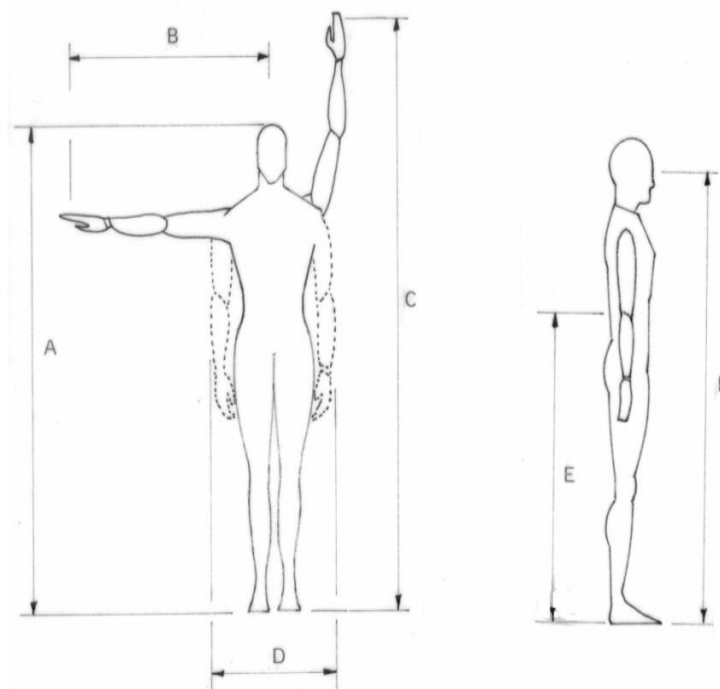


Imagen 3. Medidas antropométricas
Fuente: INEN 1646

Análisis biomecánico

Según Armas (2020), la biomecánica determina posturas o esfuerzos que puedan causar sobrecarga en las partes del sistema musculoesquelético. (pág. 103)

Para el análisis biomecánico de los trabajadores de la empresa florícola, se realizó una visita in-situ en los diferentes puestos de trabajo, donde se tomó fotografías y/o grabación, para posteriormente ingresar al software Kinovea y lograr analizar los datos sobre las dimensiones corporales de los trabajadores.

Esto ayudó a recopilar datos sobre las dimensiones corporales y los rangos de movimientos relevantes para el diseño del exoesqueleto, proporcionando una correcta adaptabilidad y soporte adecuado de quien lo utilice.

Es importante destacar que este análisis se realizó considerando la frecuencia con la que los trabajadores realizan los esfuerzos en las diversas actividades de la florícola, mismos que se clasifican en esfuerzos estáticos (mantiene más de un minuto), esfuerzo que se repite con regularidad (más de una vez cada 3 minutos) y aquellos que se repiten con menos frecuencia, es decir, menos de una vez cada 5 minutos.

Movimientos biomecánicos

Los movimientos claves considerados para el diseño del exoesqueleto son los siguientes:

- **Flexión:** es un movimiento que reduce el ángulo entre dos partes del cuerpo. Según Estrada (2018), este movimiento es fundamental en numerosas actividades laborales especialmente en aquellas que requieren agacharse, levantar objetos o manipular herramientas en posiciones bajas.
- **Extensión:** se refiere a la acción muscular y articular que separa dos huesos en lugar de acercarlos en contraposición a la flexión (Gama et al., 2022).
- **Abducción:** es la acción de desplazar un segmento del cuerpo hacia fuera de su punto central (Gama et al., 2022).
- **Aducción:** se puede describir como el movimiento en el que una parte del cuerpo se acerca hacia la línea media, siendo el opuesto de la abducción (Gama et al., 2022).
- **Rotación:** Es la Rotación alrededor de un eje longitudinal de un hueso que lleva más cerca de la línea media del cuerpo (Acero, 2013).

- **Pronación:** Un giro específico del antebrazo que posiciona la mano con el dorso hacia arriba (Estrada, 2018).
- **Supinación:** Se refiere a un giro específico del antebrazo que coloca la mano con la palma hacia arriba (Estrada, 2018).

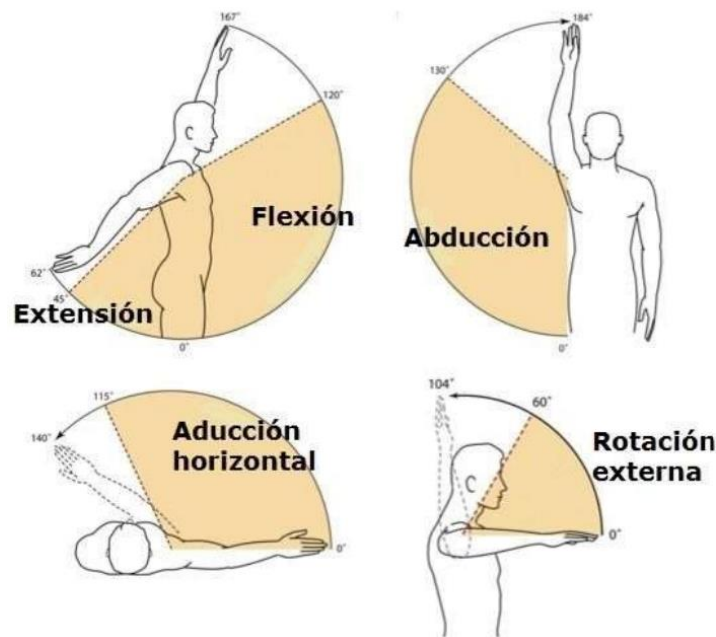


Imagen 4. Movimientos biomecánicos
Fuente: (Gama et al., 2022)

Por otro lado, para el análisis de los movimientos que realiza el personal operativo, se establecen los siguientes criterios:

- **Evaluación cervical:** Consiste en evaluar la flexión, extensión y el giro de la cabeza hacia un lado.
- **Evaluación radial:** Consiste en evaluar la flexión y extensión del codo.
- **Estiloide:** Consiste en evaluar la flexión y extensión de la muñeca durante un agarre.
- **Evaluación ilioespinal:** Consiste en evaluar la flexión, extensión y el giro de la columna vertebral de los trabajadores.
- **Evaluación tibial medial:** Consiste en evaluar la flexión del tobillo hacia abajo, acercando la punta del pie al suelo.

Selección de materiales

Según Acuña et al. (2023), los principales criterios de selección de materiales que se debe considerar para un diseño del exoesqueleto ergonómico son: la compatibilidad y

adaptabilidad de los materiales a las características antropométricas del usuario, la seguridad mecánica, los materiales ligeros con un alto coeficiente de rigidez y flexibilidad, el fácil ensamblado, accesibilidad y disponibilidad de los materiales en el mercado local y el precio. (pág. 34)

Para diseñar el prototipo de exoesqueleto ergonómico, que mejore la capacidad física humana sin necesidad de energía externa, es crucial tener en cuenta ciertas características. Estas incluyen un diseño ajustable que se adapte al cuerpo del usuario para brindar un ajuste personalizado y cómodo.

El exoesqueleto debe ofrecer soporte biomecánico durante actividades específicas, como caminar, levantar objetos o mantener la postura, lo que contribuye a mejorar la funcionalidad del cuerpo humano. Es fundamental que el exoesqueleto sea fácil de usar y colocar sin complicaciones para el usuario (Martínez & Venegas, 2020).

Los planos diseñados del diseño del exoesqueleto fueron a escala 1:100 y el código de dibujo técnico-mecánico que establece las disposiciones referentes a la presentación en dibujos de piezas mecánicas que se encuentran en el Código Práctica Ecuatoriano CPE INEN 003:1989.

Construcción

El diseño abarca la etapa final, que engloba los planos constructivos y la construcción, comenzando con la adquisición de todos los materiales previamente seleccionados. Posteriormente, se procede al ensamblaje correspondiente del exoesqueleto.

Una vez ensamblado el exoesqueleto se procede a la revisión técnica de la estructura del exoesqueleto y las pruebas de funcionamiento, esto con la finalidad de garantizar su correcto funcionamiento, y finalmente se procede a la implementación en la empresa florícola Guishcasho Farms.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

La evaluación antropométrica y biomecánica únicamente se los realizó a las personas que principalmente permanecen en un solo puesto de trabajo, dado que algunas personas realizan por lo menos dos actividades al día.

Presentación de la propuesta

Este apartado se fundamenta en el diagrama de flujo del proceso operativo mencionado anteriormente. La propuesta incluye el diseño de un prototipo de exoesqueleto ergonómico destinado a reducir la carga y la fatiga de la espalda durante la manipulación de objetos desde el suelo y al adoptar posturas inadecuadas.

Antes del proceso del diseño del exoesqueleto ergonómico. Se llevó a cabo la toma de mediciones antropométricas y biomecánicas de cada uno de los trabajadores pertenecientes en la florícola. El objetivo principal de este procedimiento fue obtener datos exactos sobre las siguientes medidas de los trabajadores: estatura, alcance lateral y vertical del brazo, capacidad vertical para agarrar objetos, ancho del cuerpo, altura del codo, distancia vertical hasta los ojos y la altura de la rodilla.

Es fundamental tener en cuenta que la altura, la anchura del cuerpo y la altura de la rodilla del individuo son datos de gran relevancia en el diseño del exoesqueleto. Estos parámetros permiten la elaboración de un diseño ajustable que se adapte a la morfología de cada usuario durante su utilización.

La información antropométrica evaluada se presenta de manera organizada y sistemática para facilitar la comprensión e interpretación. Estas medidas antropométricas se basaron en la norma INEN 1646, que establece las medidas básicas a considerar para el diseño.

Tabla 17. Medidas antropométricas de la enmalladora

Medición Antropométrica			
Código	002	Cargo	Enmalladora de las flores
Este puesto de trabajo consiste en cortar las cuatro variedades de flores y transportar al área de postcosecha.			
Dimensión antropométrica		Medida	
Altura		1,50 cm	
Extensión lateral del brazo		63 cm	
Ancho del cuerpo		41 cm	
Altura del codo en relación al suelo		86 cm	
Distancia vertical hasta los ojos		1,38 cm	
Distancia vertical hasta la rodilla		47 cm	
Observación: Las dimensiones obtenidas corresponden a una trabajadora que la mayor parte permanecen en el área de cultivo.			

En la Tabla 18 se presentan las mediciones antropométricas correspondientes a la persona que se encuentra realizando labores del enmallado de las flores en el área de cultivo.

Tabla 18. Medidas antropométricas de la operadora de corte de flores

Medición Antropométrica			
Código	005	Cargo	corte de las flores
Este puesto de trabajo consiste en cortar las cuatro variedades de flores y transportar al área de postcosecha, cabe mencionar que rara vez lo utilizan el coche para el traslado de las flores.			
Dimensión antropométrica		Medida	
Altura		1,58 cm	
Extensión lateral del brazo		74 cm	
Ancho del cuerpo		40 cm	
Altura del codo en relación al suelo		90 cm	
Distancia vertical hasta los ojos		1,44 cm	
Distancia vertical hasta la rodilla		50 cm	
Observación: Las dimensiones obtenidas corresponden a una trabajadora que la mayor parte permanecen en el área de cultivo.			

En la Tabla 19 se presentan las mediciones antropométricas correspondientes a la persona que se encuentra realizando labores de corte de las flores en el área de cultivo.

Tabla 19. Medidas antropométricas de la operadora y transporte de flores

Medición Antropométrica			
Código	006	Cargo	Transporte de las flores
Este puesto de trabajo consta en cortar las cuatro variedades de flores y transportar al área de postcosecha			
Dimensión antropométrica		Medida	
Altura		1,62 cm	
Extensión lateral del brazo		75 cm	
Ancho del cuerpo		47 cm	
Altura del codo en relación al suelo		1 m	
Distancia vertical hasta los ojos		1,53	
Distancia vertical hasta la rodilla		53 cm	
Observación: Las dimensiones obtenidas corresponde a una trabajadora que la mayor parte permanecen en el área de cultivo			

En la Tabla 20 se presentan las mediciones antropométricas correspondientes a la persona que se encuentra realizando transporte de flores en el área de cultivo. Cabe indicar, que el transporte de las flores lo realizan en coche muy rara vez, sin embargo, se tomó en cuenta para la evaluación.

Tabla 20. Medidas antropométricas de la operadora clasificación de las flores

Medición Antropométrica			
Código	010	Cargo	Clasificación de las flores
Este puesto de trabajo es el área de postcosecha, misma que realiza la clasificación y el embonche de las flores.			
Dimensión antropométrica		Medida	
Altura		1,56 cm	
Extensión lateral del brazo		73 cm	
Ancho del cuerpo		45 cm	
Altura del codo en relación al suelo		90 cm	

Distancia vertical hasta los ojos	1,43 cm
Distancia vertical hasta la rodilla	47 cm
Observación: Las dimensiones obtenidas corresponde a una trabajadora que la mayor parte permanecen en el área de postcosecha	

En la Tabla 21 se presentan las mediciones antropométricas correspondientes a la persona que se encuentra realizando labores de clasificación y embonche de las flores en el área de postcosecha.

Análisis biomecánico

Para el análisis biomecánico de las posturas y movimientos de los trabajadores de la florícola Guishcasho Farms, se empleó el software Kinovea, una herramienta especializada en análisis de movimientos durante la realización de tareas habituales.

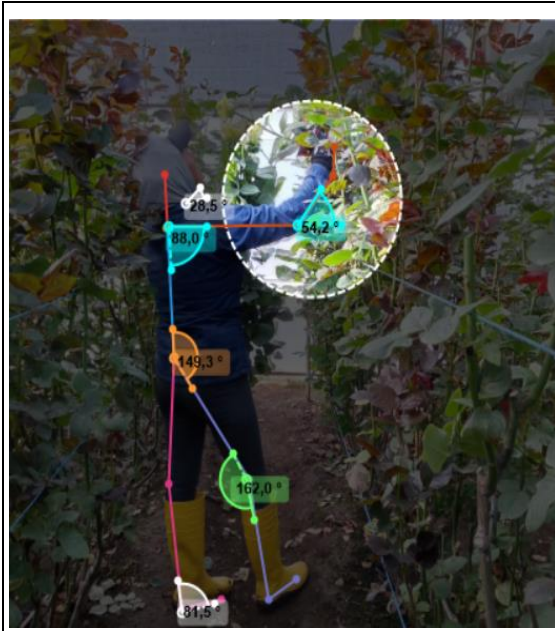
Por ende, los riesgos ergonómicos se identificaron de acuerdo a los puestos de trabajo y las tareas que presentan mayores riesgos, tales como las posturas inadecuadas, la fuerza y los movimientos repetitivos.

Los resultados del análisis biomecánico fueron útiles al momento del diseño y construcción del exoesqueleto.

A continuación, se detallan los resultados del análisis biomecánico realizado a los trabajadores de la florícola en el software Kinovea.

Tabla 21. Análisis biomecánico de la trabajadora de cultivo

Análisis Biomecánico	
Cargo del trabajador: Cortes de las flores	
Descripción: La trabajadora lleva a cabo sus actividades de corte de las flores en posición erguida, lo que implica que las cargas posturales varíen constantemente. Además, el corte de las flores se realiza por encima de los hombros, y el agarre de las mismas se efectúan con el brazo abducido.	
Representación Biomecánico	Caracterización de los movimientos



- **Cervical**

Flexión del cuello a 28,5°

- **Radial**

El brazo lateral derecho se encuentra extendidos a 88°

- **Estiloide**

La muñeca derecha con flexión de 28.2°

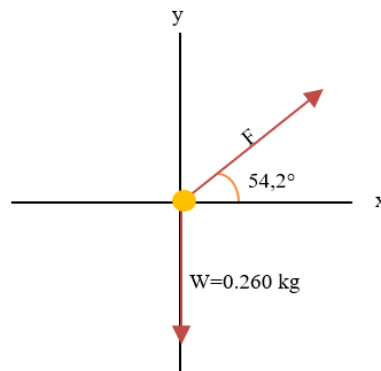
- **Ilioespinal**

La columna se encuentra erguida

- **Tibial medial**

Posición de las rodillas es de 162°.

Diagrama de cuerpo libre



Análisis de fuerza

Tijera (m) = 0.260 kg

$$F_{tijera} = m * g$$

$$F_{tijera} = 0.260 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{tijera} = 2.55 \text{ N}$$

Fuerza ejercida por el Antebrazo

$$F_y = F * \text{seno} (54.2^\circ)$$

$$F_y = F_{tijera}$$

$$F * \text{seno} (54.2^\circ) = 2.55 \text{ N}$$

$$F = \frac{2.55 \text{ N}}{\text{seno} (54.2^\circ)}$$

$$F = 3.14 \text{ N}$$

La fuerza que ejerce el antebrazo derecho para cortar las rosas es de 3.14 N, es importante considerar que esta fuerza que ejerce la persona puede variar en función de la altura a la que se encuentren las rosas.

Tabla 22. Análisis biomecánico de la entalladora de las flores


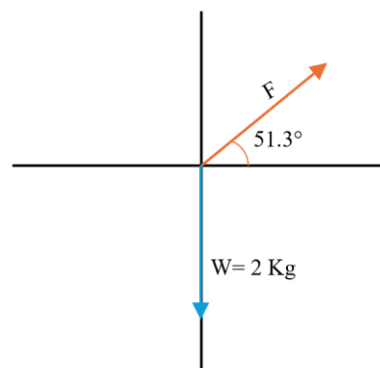
Análisis Biomecánico	
Cargo del trabajador: Enmalladora de las flores	
Descripción: La trabajadora realiza sus actividades de enmallado de flores en posición agachada, lo que resulta en una postura poco adecuada.	
Representación Biomecánico	Caracterización de los movimientos
	<ul style="list-style-type: none"> - Cervical Flexión del cuello a 20° - Radial El brazo lateral derecho se encuentra extendidos a 69° - Estiloide La muñeca derecha con flexión de 48.9° - Ilioespinal La columna se encuentra erguida - Tibial medial La posición de la rodilla se encuentra a 172°.

Diagrama de cuerpo libre



Análisis de fuerza

$$\text{Enmallado (m)} = 2 \text{ kg}$$

$$F_{\text{malla}} = m * g$$

$$F_{\text{malla}} = 2 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Fuerza ejercida por el Antebrazo

$$F_y = F * \text{seno} (51.3^\circ)$$

$$F_y = F_{\text{malla}}$$

$$F * \text{seno} (51.3^\circ) = 19.6 \text{ N}$$

$$F_{malla} = 19.6 N$$

$$F = \frac{19.6 N}{\text{seno } (51.3^\circ)}$$

$$F = 25.11 N$$

La fuerza que se requiere la trabajadora en el antebrazo para el enmallado de las rosas, mismas que van a ser transportadas al área de postcosecha es de aproximadamente 25.13 N.

Tabla 23. Análisis biomecánico de la transportadora de las flores


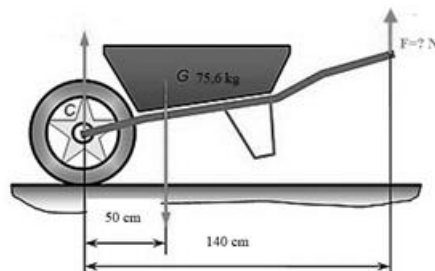
Análisis Biomecánico	
Cargo del trabajador: Transporte de las flores	
Descripción: La trabajadora lleva a cabo sus actividades de transporte de las flores en posición erguida, sin embargo, en algunas ocasiones adoptan posturas inadecuadas debido a la pendiente del terreno.	
Representación Biomecánico	Caracterización de los movimientos
	<ul style="list-style-type: none"> - Cervical Flexión del cuello a 60° - Radial El brazo lateral izquierdo se encuentra a 24° - Estiloide El agarre de la muñeca es normal - Ilioespinal La columna se encuentra erguida - Tibial medial La posición de la rodilla se encuentra flexionada a 10°.

Diagrama de cuerpo libre



$$F_o \times d - W_c \times d = 0$$

$$F_o \times 1.42m - 75.5 \times 9.8 \frac{m}{s^2} \times 0,50 m = 0$$

$$F_o \times 1.42m = 75.5 \times 9.8 \frac{m}{s^2} \times 0,50 m$$

$$F_o \times 1.42m = 368.95 N$$

$$F_o = \frac{368.95}{1.42}$$

$$F_o = 260.52 N$$

La fuerza que necesita la trabajadora para llevar a cabo la actividad del traslado de las flores al área de postcosecha es de 260.52 N. Este resultado refleja la carga biomecánica a la que se ve sometida el sistema musculoesquelético del individuo durante la ejecución de la tarea, requiriendo de un esfuerzo específico para mantener la postura.

Tabla 24. Análisis biomecánico de la clasificadora de las flores


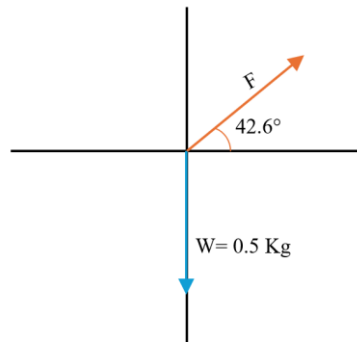
Análisis Biomecánico	
Cargo del trabajador: Clasificación de las flores	
Descripción: La trabajadora lleva a cabo sus actividades de clasificación de las flores en posición erguida, lo que implica que las cargas posturales varíen constantemente.	
Representación Biomecánico	Caracterización de los movimientos
	<ul style="list-style-type: none"> - Cervical Flexión del cuello a 27° - Radial El brazo lateral derecho se encuentra flexionado a 108° - Estiloide La muñeca se encuentra ligeramente abducido - Ilioespinal La columna se encuentra erguida - Tibial medial Posición normal de las rodillas.

Diagrama de cuerpo libre



Análisis de fuerza

Peso de la rosa (m) = 0.5 kg

$$F_{tigeria} = m * g$$

$$F_{tigeria} = 0.5 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{tigeria} = 4.9 \text{ N}$$

Fuerza ejercida por el Brazo

$$F_y = F * \text{seno} (42.6^\circ)$$

$$F_y = F_{tigeria}$$

$$F * \text{seno} (42.6^\circ) = 4.9 \text{ N}$$

$$F = \frac{4.9 \text{ N}}{\text{seno} (42.6^\circ)}$$

$$F = 7.23 \text{ N}$$

La fuerza que necesita la trabajadora para llevar a cabo la actividad en la clasificación de las rosas es de 7.23 N. Este resultado refleja la carga biomecánica a la que se ve sometida el sistema musculoesquelético del individuo durante la ejecución de la tarea.

Diseño del exoesqueleto

El exoesqueleto propuesto en la presente investigación constituye un prototipo innovador, diseñado para disminuir la carga y la fatiga de la espalda, al levantar objetos desde el suelo o adoptar posiciones inadecuadas. Su diseño se fundamenta en principios biomecánicos y ergonómicos, con el fin de prevenir lesiones y optimizar el bienestar del personal operativo de la florícola Guishcasho Farms.

Para la elaboración del exoesqueleto ergonómico se utilizó el software Autodesk Inventor 2021, este software permite diseñar piezas mecánicas, elaboración de documentos y simulación de los productos. El diseño empieza con la modelación de un prototipo humano que permite diseñar sobre el mismo la estructura del exoesqueleto ergonómico. Es importante destacar que el diseño se basa en las mediciones antropométricas previamente tomadas, con el objetivo de lograr un diseño personalizado para el personal operativo.

En cuanto a las restricciones y parámetros a seguir para la construcción del diseño se debe considerar los siguientes criterios:

- La herramienta y materiales deben ser adaptables a los parámetros antropométricos antes evaluados.
- El diseño del exoesqueleto no debe poseer ningún tipo de accionamiento eléctrico, electrónico o neumáticos.
- Debe disminuir la carga y la fatiga de la espalda al momento de levantar desde el suelo o adoptar posiciones inadecuadas.
- Su estructura debe ser a base de polifoam cubierta de tela y la varilla de fibra de vidrio u otro material que llegue a cumplir las mismas características de la varilla.
- La colocación del dispositivo debe ser posible realizarla por la persona sin ayuda de alguien más.

A continuación, se visualiza el diseño del exoesqueleto ergonómico.

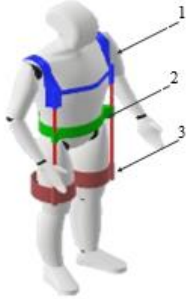





Imagen 5. Prototipo virtual del exoesqueleto
Elaborado por: Chagalombo, Diego (2024)

En imagen 5 se observa el diseño del exoesqueleto, que está compuesta de tres componentes principales: el soporte de los hombros, el soporte de las caderas y el soporte de las piernas.

Se describe las especificaciones y funcionalidades de los tres componentes principales del exoesqueleto ergonómico.

Tabla 25. Especificaciones de los componentes principales

Componentes			
			
Nº	Nombre	Especificación	Imagen
1	Soporte de los hombros	Ofrece protección y estabilidad al utilizar el exoesqueleto, con un ajuste ergonómico diseñado para adaptarse de manera efectiva a los hombros.	
2	Soporte de la cadera	Ofrece soporte a la cadera al proporcionar estabilidad a la columna vertebral, gracias a sus correas ajustables que permiten personalizar el ajuste según la morfología del usuario.	
3	Soporte de las piernas	Este soporte de la pierna ofrece apoyo para las varillas de nylon, misma que es ajustable a la morfología del usuario.	

En la tabla 26 se describe las especificaciones y funcionalidades de cada parte del exoesqueleto ergonómico. Cada una de estas partes están ensambladas a la varilla de nylon que proporciona una resistencia o flexionamiento al momento de realizar alguna actividad, además en la parte posterior los componentes están unidas a un resorte

antropométricas están en función de las personas evaluadas con mayor estatura, de esta manera se busca garantizar que el diseño tenga la capacidad de adaptarse a la morfología de las personas evaluadas en la florícola.

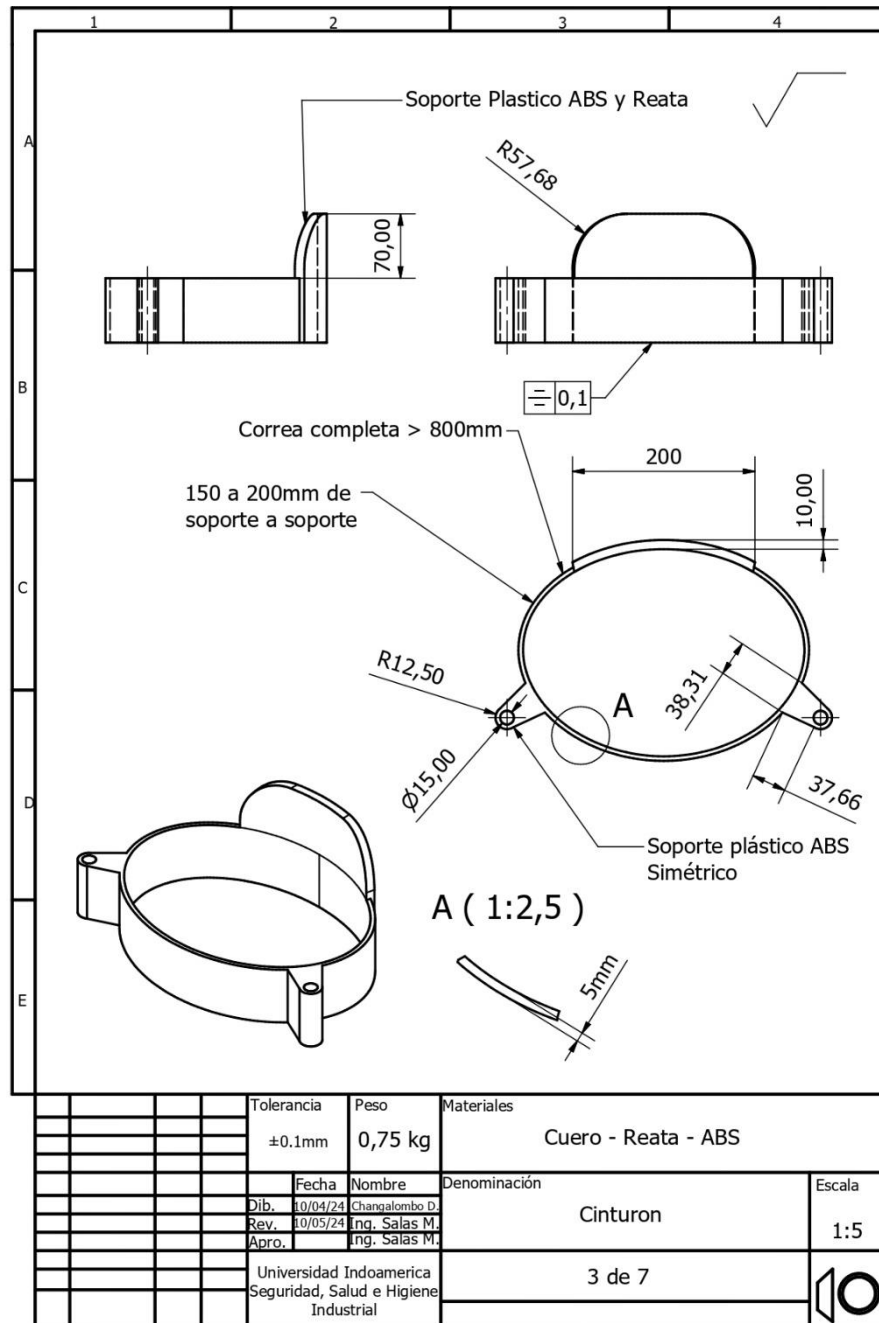


Imagen 7. Planos del cinturón del exoesqueleto

En la imagen 7 se observa las vistas frontal y lateral del cinturón del exoesqueleto. El soporte de plástico ABS que permite el paso de la varilla de nylon es de 4 mm con un radio de 12,5 mm, la reata tiene una altura de 7 cm. El cinturón completo del exoesqueleto es de 80 cm. Sin embargo, esto puede variar debido a que el cinturón cuenta con un

mecanismo de extensión que permite su acoplamiento personalizado a cada usuario que lo utilice.

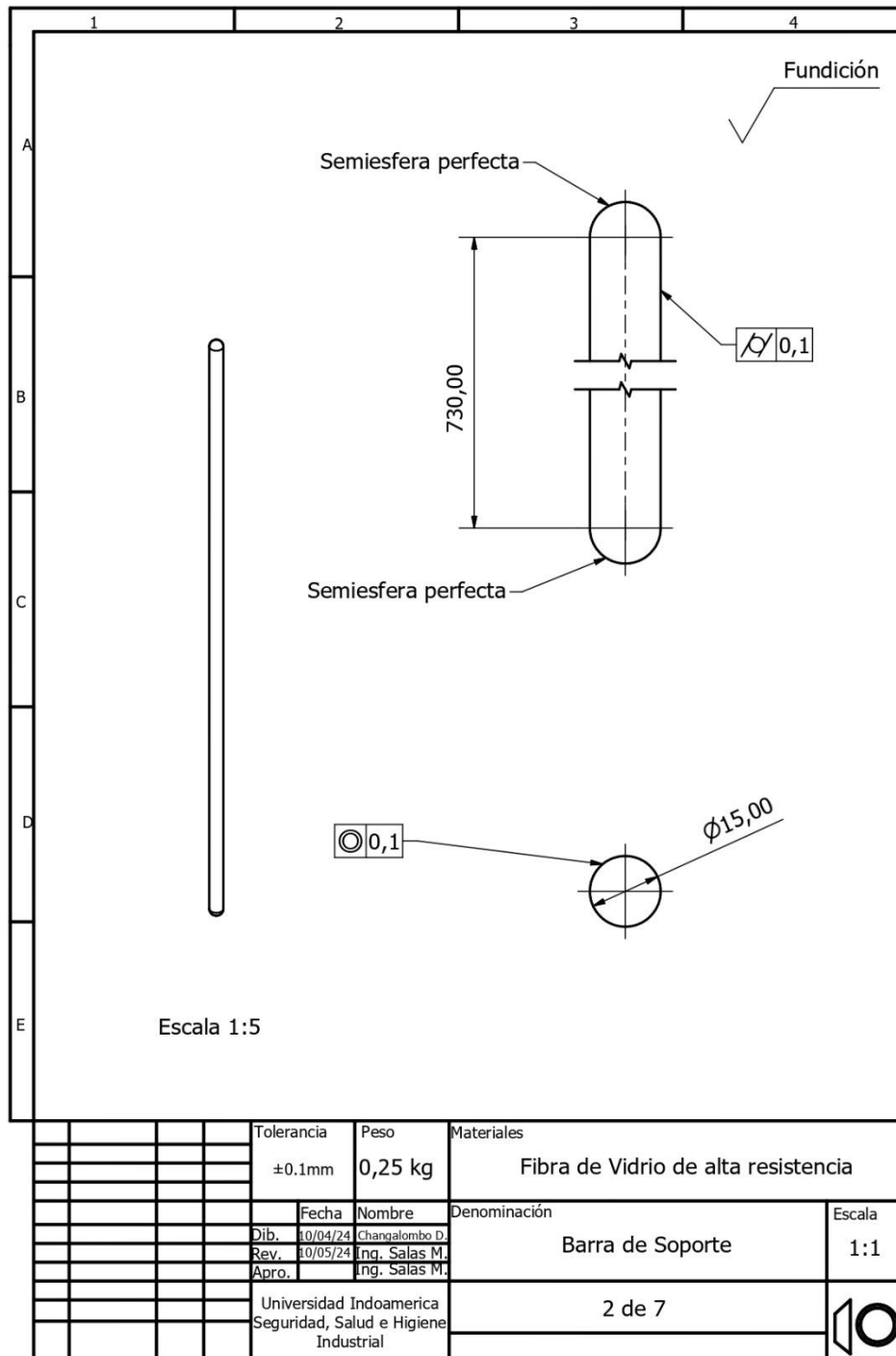


Imagen 8. Planos de la barra de soporte

En la imagen 8 se presenta la barra de soporte, un componente clave en la estructura del sistema del exoesqueleto. La barra cuenta con un radio de 15 mm y una altura de 73 cm, lo que permite el flexionamiento y la resistencia. Su peso es de 0,25 kg, lo que indica que está construido de un material ligero pero resistente.

El plano de referencia ha sido desarrollado con una escala de 1:5 y una tolerancia de ± 0.1 mm, garantizando una presión en el diseño.

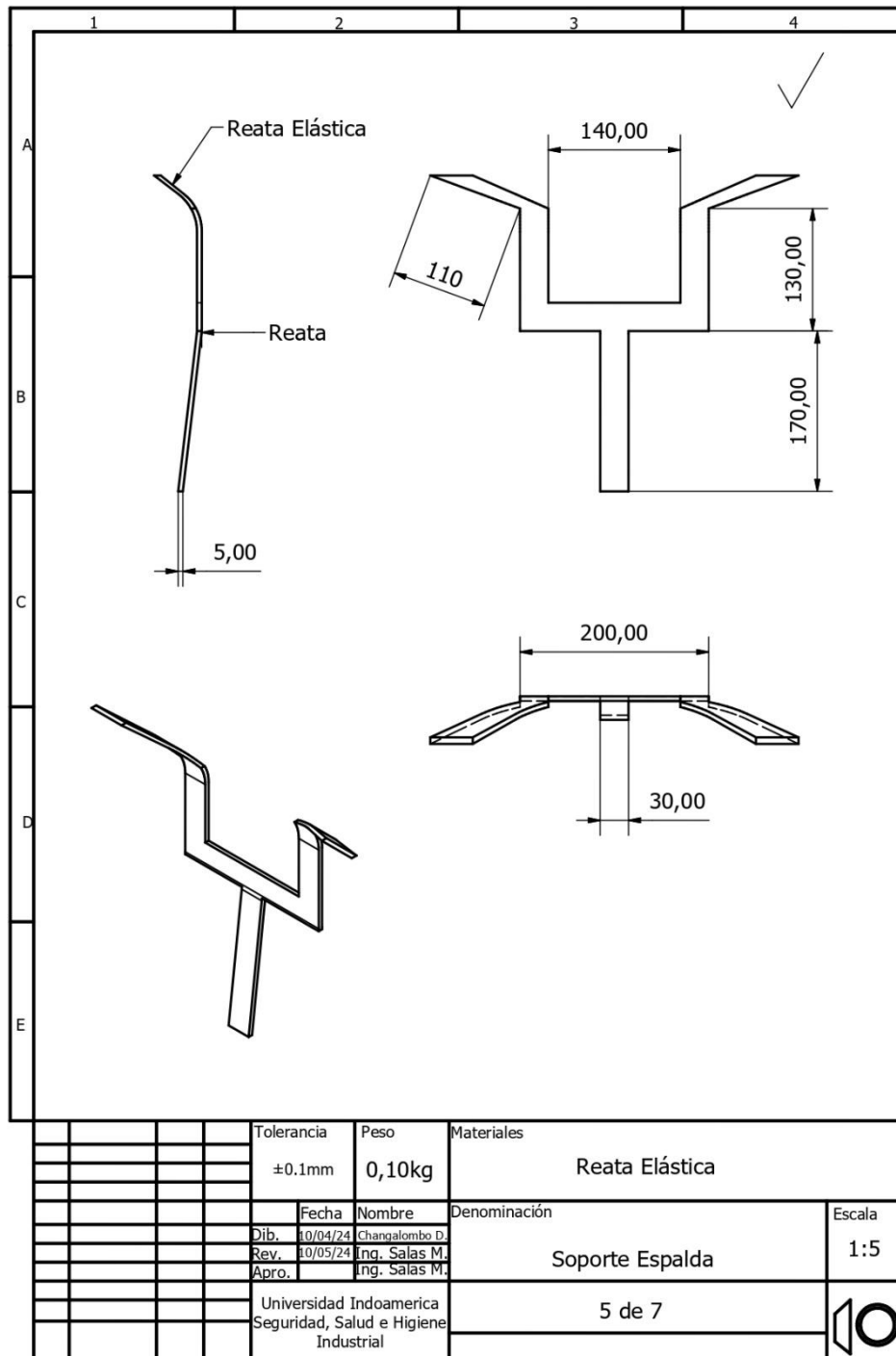


Imagen 9. Planos del soporte de la espalda

En la imagen 9 se puede observar varios componentes estructurales, destacando dos perfiles con dimensiones específicas. Uno de ellos tiene un ancho de 14 cm y una altura de 130 mm, con un brazo lateral de 11 cm. Los planos de soporte ubicados en la parte trasera están diseñados con un material elástico que favorece la adaptabilidad y el confort

del usuario. Estos planos están unidos al cinturón y a las hombreras, permitiendo al exoesqueleto adaptarse a las diferentes estructuras del cuerpo del usuario.

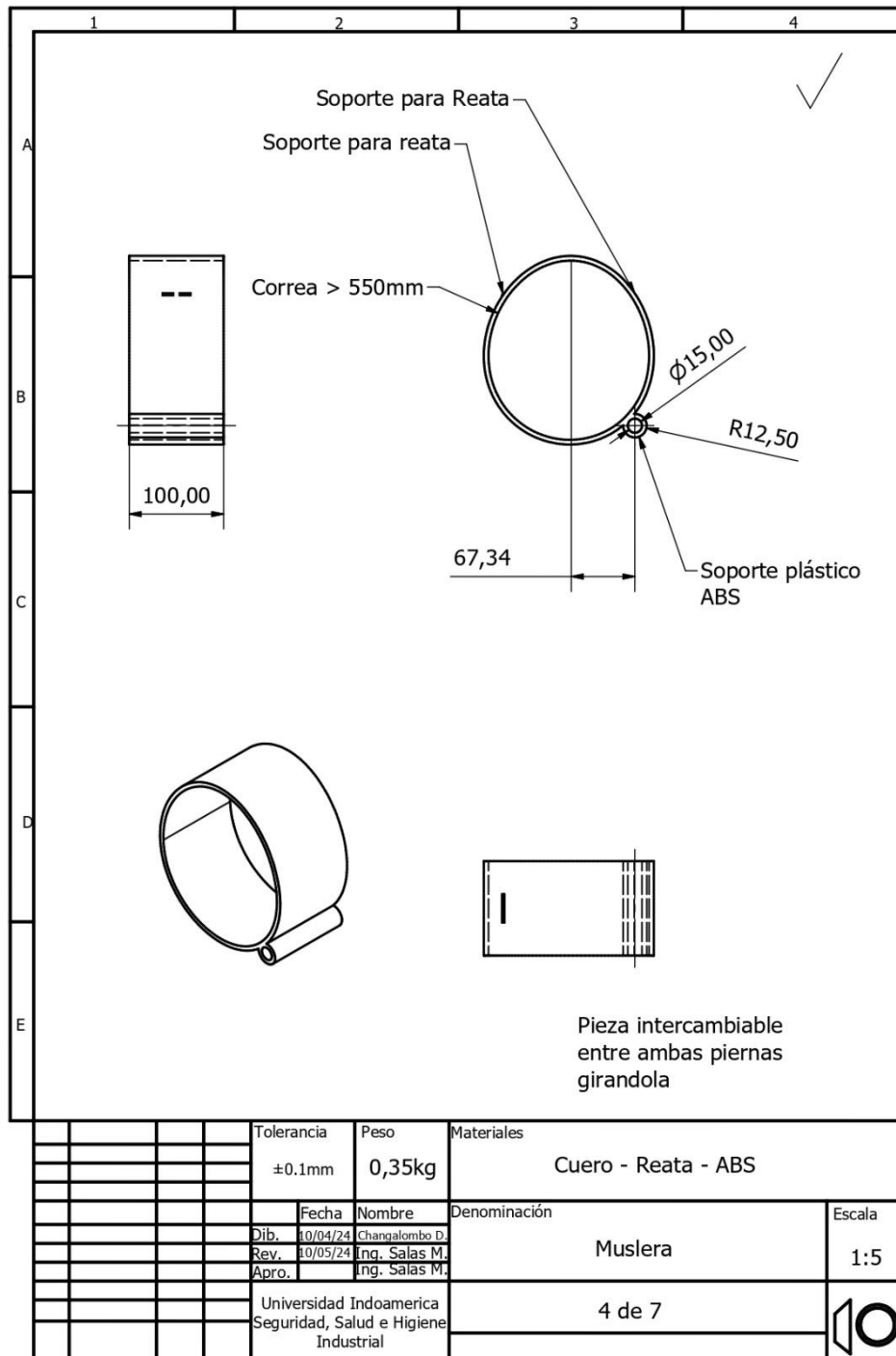


Imagen 10. Planos de la muslera

En la imagen 10 se puede observar el plano de las vistas de la muslera para las rodillas. El diseño muestra que el ancho de la muslera es de 10 cm, mientras que la longitud total de la muslera alcanza 55 cm.

eficiente a la anatomía del usuario, brindando así un mayor confort y soporte en las rodadillas.

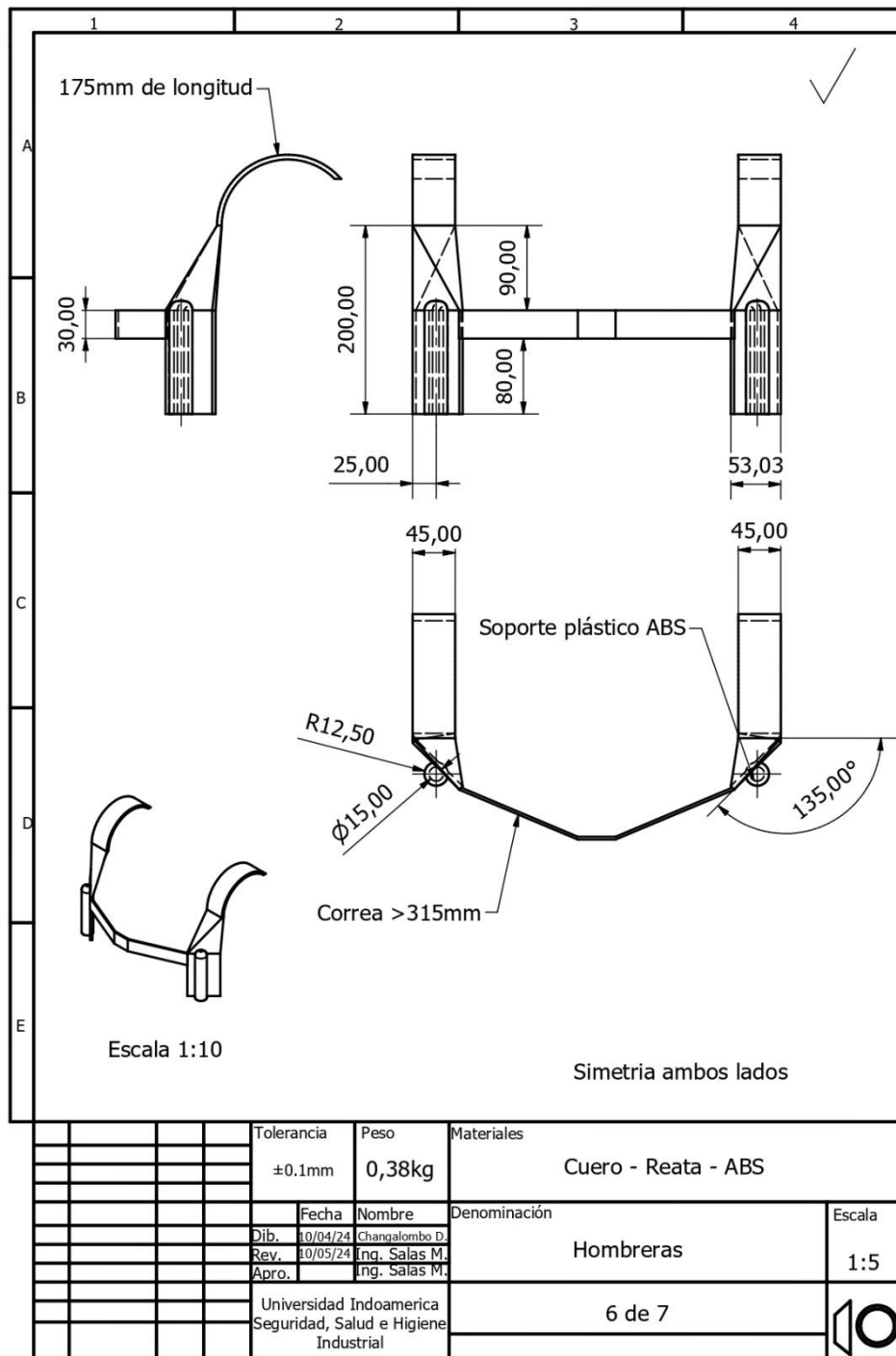


Imagen 12. Planos de las hombreras

En la imagen 12 podemos observar las vistas frontal y lateral de los planos de las hombreras del exoesqueleto. Estas hombreras tienen un ancho de 7 cm y una longitud

total de 50 cm. Por otro lado, el diseño contempla un soporte de plástico ABS de 5 cm de alto con un radio de 12,5 mm el cual facilita la conexión de la barrilla de nylon, permitiendo una mayor estabilidad del exoesqueleto hacia el usuario.

Descripción de los componentes

Para el diseño es importante encontrar una convergencia entre el diseño, la viabilidad del ensamblaje y la disponibilidad de materiales en el mercado. Este enfoque evita el desperdicio de tiempo y recurso en la construcción, además asegura una mayor eficiencia en el desarrollo del prototipo, alineando las expectativas del diseño con las posibilidades reales de construcción.

Para el diseño del exoesqueleto se debe tomar en cuenta que uno de los elementos más importante es la varilla fibra de vidrio flexible, es un componente que ofrece una combinación única de propiedades como; la flexibilidad, la resistencia y el peso. No obstante, ante la falta de disponibilidad de la varilla de fibra de vidrio con un diámetro de 6 mm, se investigaron otras opciones para satisfacer los requisitos establecidos.

De acuerdo a las fuentes bibliográficas, se identificó que la varilla de nylon de 12 mm con un peso de 0,212 kg puede ofrecer características similares, aunque con la desventaja potencial de una menor durabilidad y flexionamiento.



Imagen 13. Varilla de nylon

En cuanto a los materiales textiles empleados en la construcción del exoesqueleto ergonómico se utilizaron los siguientes:

Textiles transpirables

Los textiles transpirables como el nylon o el poliéster fueron seleccionados para las correas y el acolchado del exoesqueleto. Estos materiales tienen la capacidad de permitir la ventilación, lo cual es crucial para evitar la acumulación de calor en las zonas de contacto con el cuerpo.

Además, estos textiles constituyen significativamente a la comodidad del usuario, al reducir la sensación de calor y humedad durante el uso prolongado del exoesqueleto.

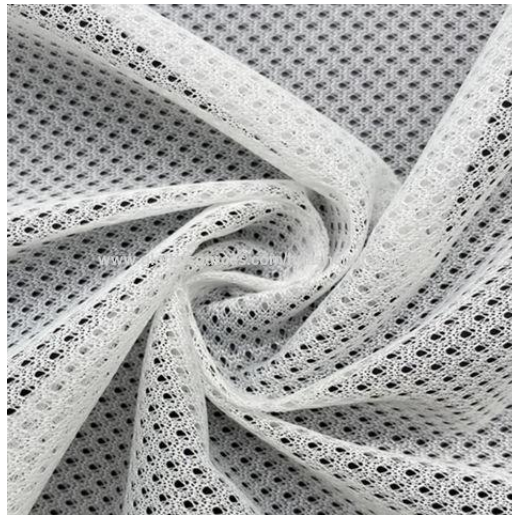


Imagen 14. Textil transparente

Acolchado de esponja

El acolchado de la esponja de alta densidad ha sido seleccionado para áreas de contacto con el cuerpo, como la cintura y los hombros. Este acolchado distribuye la presión de manera uniforme reduciendo la incomodidad y previniendo la irritación en la piel durante su uso.



Imagen 15. Esponja acolchada

Cierres y hebillas

Los cierres y hebillas duraderos y ajustables se utilizaron para asegurar el exoesqueleto al cuerpo del usuario. Debe ser fácil de usar y proporcionar un ajuste seguro y personalizado.



Imagen 16. Hebillas de seguridad

Resorte reforzado

La incorporación del resorte en el diseño del exoesqueleto permite brindar asistencia y apoyo en diversos movimientos, como levantar, doblar y extender. Además, almacena y libera energía de forma pasiva, eliminando la necesidad de fuentes de energía externas.



Imagen 17. Resortes reforzados

La selección de materiales es fundamental para el éxito del exoesqueleto. Por ende, al utilizar materiales de alta calidad, incorporar mecanismos pasivos eficientes y considerar factores como el peso ligero, la comodidad, la flexibilidad y la seguridad, se puede crear un exoesqueleto que contribuya significativamente a la reducción de la tensión lumbar para de esta manera mejorar el bienestar de los trabajadores.

Resultados esperados

El propósito de esta investigación es desarrollar y construir un exoesqueleto ergonómico, el cual se implementará en la empresa florícola Guishcasho Farms. El diseño contribuirá a la mejora de las posturas deficientes que adoptan el personal operativo al momento de realizar el enrollamiento y clasificado de las flores, lo que puede resultar en la disminución del dolor de la espalda y otras molestias musculoesqueléticas. Además, se espera que el exoesqueleto contribuya a la reducción de la fatiga y el dolor de espalda, así como proporcionar un soporte adicional, especialmente en actividades que demandan fuerza física.

A continuación, se muestra el cronograma de actividades que sustenta el desarrollo de la propuesta metodológica

Cronogramas de actividades

Mes		Planificación																							
		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
Actividad		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
1	Desarrollo bibliográfico																								
2	Desarrollo del trabajo escrito																								
3	Diagnostico de la empresa.																								
4	Diseño del prototipo en Autodesk inventor 2010																								
5	Evaluación del diagnóstico de la situación actual de la empresa.																								
6	Construcción del exoesqueleto ergonómico.																								
7	Pruebas de funcionamiento.																								
8	Análisis de resultados																								

Análisis de costos

La correlación entre el análisis de costos y el tiempo de ejecución de la propuesta metodológica junto con la construcción del exoesqueleto se expone de manera detalla a continuación.

Tabla 26. Análisis de costo de la construcción del exoesqueleto

N° meses	Detalle	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
1	Diseño del exoesqueleto	Diseño de prototipo en Autodesk Inventor 2010	1	100 \$	100\$
2	Transporte	Movilidad para conseguir los materiales.	1	40\$	40\$
3	Materiales para la construcción del exoesqueleto	Tela negra cordura taiwuan y tela plomo huracán.	1	7 \$	77.8\$
		Reata china	1	2 \$	
		Bluce para reata	2	0.30\$	
		Cartón plástico que va en medio de malla y material	1	3\$	
		Malla esponja negra	4	0.30 \$	
		Hebillas de seguridad	4	1 \$	
		Hebillas reguladoras	4	0.50\$	
		Poliespanded para acolchado	1	2 \$	
		Resortes reforzados	4	1 \$	
		Piezas en 3D para adaptación de la barra de nylon	4	3 \$	
		Barra de nylon	4	10\$	
4	Mano de obra para el diseño	Construcción y/o ensamblaje del exoesqueleto	1	50\$	50\$
5	Servicios Básicos	Uso de la luz	3 meses	12	98.4\$
		Uso del internet	3 meses	20.8	
Subtotal					326.2
Imprevisto 10%					32.62
Valor total					358.82

En la tabla 27 muestra los valores económicos para la construcción del exoesqueleto ergonómico. Para la elaboración se dividió en cinco categorías principales: diseño del exoesqueleto, transporte, materiales para la construcción, mano de obra y servicios básicos.

El diseño del exoesqueleto empieza con la creación del prototipo utilizando el software Autodesk Inventor 2010, con un costo de diseño de 100\$. En la categoría de transporte, el costo de movilidad para conseguir todos los materiales asciende a 40\$. En la categoría de materiales para la construcción del exoesqueleto, el costo total de los materiales utilizados asciende a 77.8\$. Para la construcción y/o ensamblaje del exoesqueleto ergonómico, la mano de obra tiene un costo de 50\$, lo que incluye las modificaciones pertinentes establecidas durante el proceso de diseño. Finalmente, los servicios básicos, como el uso de internet y electricidad, tienen un costo de 98.4\$ para un periodo de tres meses.

El subtotal de los costos asociados a la propuesta del proyecto es de 326,2\$. Se agrega un 10% para imprevistos durante la construcción del exoesqueleto, lo que representa un valor adicional. Finalmente, la tabla muestra que el valor total de la propuesta asciende a 358.82 dólares.

Curva S

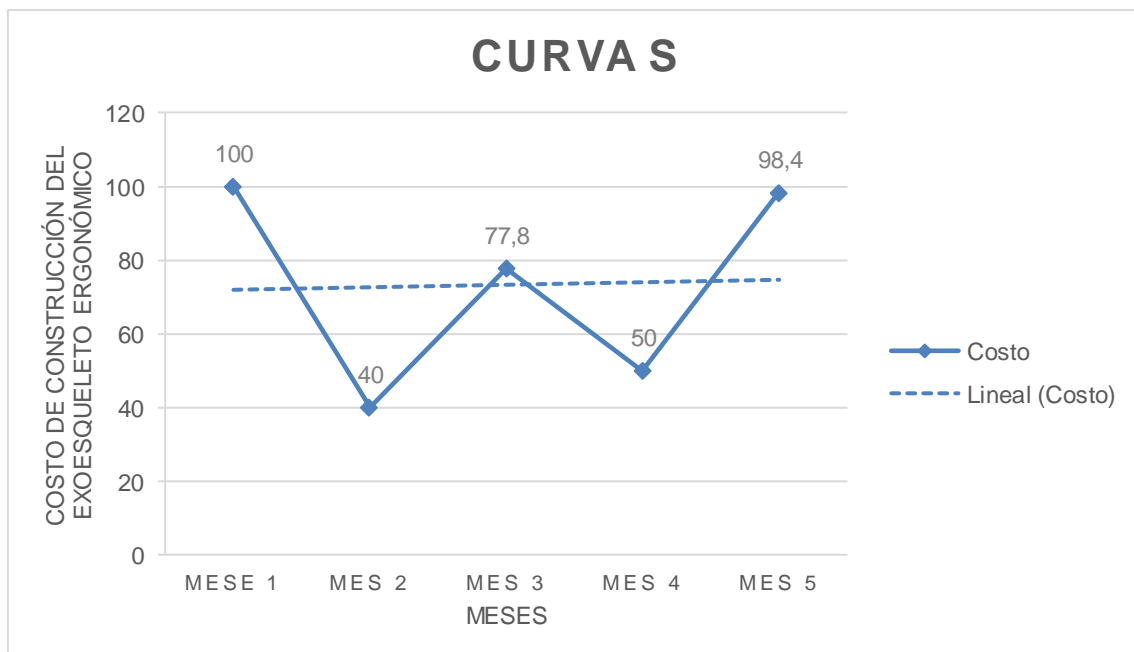


Gráfico 9. Curva del costo del exoesqueleto ergonómico

CAPÍTULO IV

EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS OBTENIDOS

Desarrollo y seguimiento

Para el desarrollo del exoesqueleto ergonómico se detalla dos etapas de construcción misma que se menciona a continuación:

Primera etapa:

En la primera etapa de construcción del exoesqueleto ergonómico, se incluye la creación de moldes que serán utilizados como base para la elaboración de cada una de las partes del exoesqueleto.



Imagen 18. Moldes para la estructura del exoesqueleto ergonómico

Segunda etapa:

En la segunda etapa de construcción se encuentra el ensamblaje de todas las partes del diseño, misma que consiste en ensamblar el soporte de los hombros, el soporte de la cadera y el soporte de las rodillas, esto con todos los materiales antes mencionados en el capítulo 3 tabla 27 (lista de materiales).



Imagen 19. Soporte de cadera

EL soporte de la cadera que forma parte del exoesqueleto ergonómico (Imagen 19) es un cinturón diseñado específicamente para proporcionar soporte y alivio a la zona lumbar, reduciendo la carga y la tensión sobre la espalda de los trabajadores de la florícola. Este componente se caracteriza por su estructura acolchada que se adapta a la forma de la parte baja de la espalda, ofreciendo un soporte suave y confortable.

Las correas de sujeción y hebillas permiten asegurar el soporte firmemente alrededor de la cintura del usuario, garantizando un ajuste personalizado. Además, el material resistente y duradero con el que está construido brinda protección efectiva durante la ejecución de tareas laborales que involucran movimientos repetitivos o cargas pesadas.



Imagen 20. Soporte de los hombros

El soporte de los hombros que se muestra en la imagen 20 está diseñado específicamente para brindar comodidad y estabilidad en esa área del cuerpo. Construido con materiales

duraderos como plástico de alta calidad y tela resistente, este soporte cuenta con una estructura curvada que se adapta de forma confortable a la anatomía de los hombros del usuario.

Además, incluye puntos de ajuste y sujeción, como correas y hebillas que permiten personalizar el ajuste y asegurar una colocación firme y estable. Estos sistemas de soporte en los hombros son esenciales para distribuir adecuadamente el peso y la carga sobre el cuerpo, reduciendo la tensión y mejorando la comodidad durante la realización de diversas tareas en el entorno de la florícola.



Imagen 21. Soporte de las rodillas

El soporte de las rodillas que se observa en la imagen 21, es una estructura curvada y acolchada que se adapta cómodamente a la anatomía de la rodilla del usuario. Los puntos de ajuste y sujeción como correas y hebillas permiten una personalización de ajuste para asegurar una colocación firme y estable.

Este sistema de soporte es fundamental, contribuye de manera efectiva a distribuir el peso y la carga sobre las articulaciones del usuario, promoviendo una mayor comodidad y funcionalidad.

Resultado obtenido

Una vez construido el exoesqueleto ergonómico, se realiza la visita in-situ a la empresa Guishcasho Farms con el fin de reevaluar los puestos de trabajo. Cabe destacar que se utilizó la misma normativa NTP 601 "Método REBA" para llevar a cabo esta evaluación.



Imagen 22. Exoesqueleto ergonómico

En la imagen 22 se presenta el diseño y ensamblaje del exoesqueleto ergonómico, caracterizado por una estructura ligera y soportes adaptables. Este diseño está destinado a mejorar la movilidad y ofrecer soporte a las personas durante diversas actividades en la florícola. Es importante destacar que el exoesqueleto permite un rango de movimiento de 0° a 90° , ya sea con o sin carga, en situaciones estáticas o dinámicas.

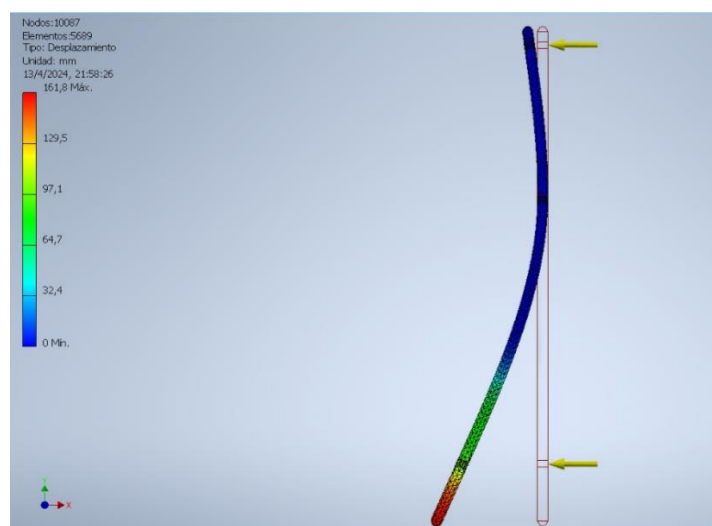


Imagen 23. Desplazamiento de la barra de soporte

En la imagen 23, se observa el análisis de tensión de la barra de soporte o resistencia de 12 mm. La barra se extiende a lo largo de un eje horizontal y presenta una curva con diferentes colores que indican el nivel de resistencia o capacidad de carga.

Esta simulación de la barra de soporte, realizado en el software Autodesk Inventor 2010 puede soportar 100 kg. La parte azul de la curva representa la zona de mayor resistencia, donde la barra puede soportar el peso máximo sin problemas. A medida que la curva se desplaza hacia la izquierda, los colores van cambiando a verde, amarillo y rojo, lo que indica una disminución progresiva en la capacidad de la carga soportada por la barra.

A continuación, se presenta las características de la barra de nylon:

Tabla 27.- Características del material de nylon

Nombre	Barra de nylon	
General	Densidad de masa	1.15 g/cm ³
	Límite de elasticidad	80 MPA
	Resistencia máximo a rotura	200 MPA
Tensión	Módulo de elasticidad	3 GPa
	Coefficiente de poisson	0.4
	Modulo cortante	2.5 GPa

Según la tabla 28, se puede observar las características del material de la barra de nylon misma que presenta varias propiedades físicas y mecánicas claves. Su densidad de masa es de 1.15 g/cm³, lo que la convierte en un material relativamente ligero. En cuanto a su resistencia, el límite de elasticidad es de 80 MPa, lo que indica el nivel máximo de tensión que puede soportar sin deformarse permanentemente. La resistencia máxima a la rotura de la barra de nylon es de 200 MPa, lo que significa que puede soportar cargas considerables antes de fallar. Además, el módulo de elasticidad, que refleja la rigidez del material, es de 3 GPa. El coeficiente de Poisson es de 0.4, lo que proporciona información sobre la relación entre la deformación longitudinal y la deformación lateral. Por último, el módulo cortante de la barra es de 2.5 GPa, lo que indica su resistencia a la deformación bajo cortante. Estas propiedades hacen que la barra de nylon sea adecuada para utilizar en el diseño del exoesqueleto, donde se requiere un material ligero pero resistente.


Evaluación de la ejecución

Durante la visita de campo, se realizaron observaciones y mediciones al personal operativo haciendo uso del exoesqueleto, esto con la finalidad de comparar los niveles de riesgo ergonómico antes y después de la implementación del exoesqueleto.

La reevaluación implicó identificar posturas forzadas, movimientos repetitivos y otros elementos claves según la normativa NTP 601. Al analizar los datos de manera comparativa se puede determinar si el exoesqueleto ergonómico contribuye significativamente a mejorar las condiciones laborales y a disminuir los riesgos detectados en las evaluaciones anteriores.

Es importante mencionar que la evaluación ergonómica, que implica la utilización del exoesqueleto por parte del personal operativo de la florícola, tiene una duración de 2 a 3 horas.

Tabla 28. Evaluación de la trabajadora 1. Cultivo de las flores

EMPRESA FLORÍCOLA GUSHCASHO FARMS			
Código:	002		
Edad:	38		
Puesto laboral:	Cultivo		
Duración del tiempo que dedica al puesto durante el día:	6		
Horas laborado/Día:	8		
EVALUACIÓN DEL MÉTODO R.E.B.A PUNTUACIONES			
GRUPO A		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del tronco			
Cuerpo inclinado hacia un lado o girado: +1	Tronco erguido	1	2
	Inclinación o estiramiento 0° y 20°	2	
	Doblamiento >20° y ≤60° o estiramiento >20°	3	
	Doblamiento >60°	4	
Calificación del cuello			
Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1	Inclinación entre 0° y 20°	1	1
	Inclinación >20° o estiramiento	2	
Calificación de las piernas			
Doblar una o ambas rodillas entre 30 y 60°: +1 Doblamiento de una o ambas rodillas de más de 60° (excepto en postura sentada): +2	Posición neutra o en movimiento con peso distribuido de manera equilibrada	1	1
	De pie sosteniendo carga ligera y con postura flexible	1	
GRUPO B		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del brazo			
Brazo abducido o brazo rotado: +1	Desde 20° de alargamiento a 20° de doblamiento.	1	1

Hombro en posición elevada: +1 Existe un soporte o la postura es favorable a la gravedad: -1	Estiramiento >20° o doblamiento >20° y <=45°	2	
	Doblamiento >45° y <=90°	3	
	Doblamiento >90°	4	
Calificación del antebrazo			
	Doblamiento entre 60° y 100°	1	1
	Doblamiento <60° o >100°	2	
Calificación de la muñeca			
Rotación o desviación radial o cubital: +1	Postura neutral	1	1
	Doblamiento o estiramiento > 0° y <15°	1	
	Doblamiento o estiramiento >15°	2	
Calificaciones Parciales			
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas			
	Peso o esfuerzo menor a 5 Kg	0	0
	Peso o esfuerzo entre 5 y 10 kg	+1	
	Peso o esfuerzo mayor de 10 kg	+2	
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas			
	Se presenta fuerzas o cargas aplicadas de manera brusca	+1	
Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.			
Bueno	El agarre es efectivo y la fuerza de sujeción es de rango intermedio.	0	1
Regular	La sujeción es aceptable pero no perfecta, o se consigue un agarre aceptable al utilizar otras áreas del cuerpo.	+1	
Malo	Es agarre es viable, pero no es aceptado	+2	
Inaceptable	El agarre es ineficaz y poco seguro; no es posible realizar un agarre manual o el uso de o el uso de otras partes del cuerpo para agarrar es inadecuado.	+3	
Tipo de actividad muscular			
	Una o varias extremidades del cuerpo se mantienen estáticas (soportan durante más de un minuto)	+1	1
	Se efectúan movimientos reiterativos (repite más de 4 veces por minuto) esto excluyendo la acción de caminar.	+1	
	Se presentan modificaciones de postura significativas o se adoptan posturas que no son seguras.	+1	


RESULTADOS	
Calificación Grupo A y B	2
Tipo de Actividad	1
PUNTUACIÓN TOTAL C	RANGO DE RIESGO
3	MEDIO

PUNTOS REBA	NIVEL DE RIESGO
1	INSIGNIFICANTE
2 – 3	INFERIOR
4 – 7	NORMAL
8 – 10	ELEVADO
>11	MUY ELEVDO

Interpretación: Según el análisis de la valoración del método REBA utilizando el exoesqueleto, se obtuvo una puntuación *Buena* de 3 puntos. Este puntaje se encuentra en un rango de 2 a 3.

Por otro lado, es fundamental destacar la expectativa del uso del exoesqueleto por parte de la encuestada. La encuestada ha señalado que el exoesqueleto proporciona un soporte significativo para la espalda, contribuyendo a la reducción de la fatiga y el dolor lumbar. Además, menciona que el dispositivo limita la flexión excesiva del torso, lo cual es beneficioso y promueve la adopción de posturas ergonómicas adecuadas durante las tareas laborales. No obstante, indica una limitación significativa: el exoesqueleto dificulta la movilidad al caminar, lo que podría afectar la eficiencia y comodidad de la trabajadora en el desempeño de sus actividades.

Tabla 29. Evaluación de la trabajadora 2. Cultivo de las flores

EMPRESA FLORÍCOLA GUSHCASHO FARMS			
Código:	005		
Edad:	30		
Puesto laboral:	Cultivo		
Duración del tiempo que dedica al puesto durante el día:	6		
Horas laborado/Día:	8		
EVALUACIÓN DEL MÉTODO R.E.B.A PUNTUACIONES			
GRUPO A		PUNTOS	PUNTAJE
Clasificación del tronco			
Cuerpo inclinado hacia un lado o girado: +1	Tronco erguido	1	3
	Inclinación o estiramiento 0° y 20°	2	
	Doblamiento >20° y ≤60° o estiramiento >20°	3	
	Doblamiento >60°	4	
Clasificación del cuello			
Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1	Inclinación entre 0° y 20°	1	1
	Inclinación >20° o alargamiento	2	
Clasificación de las piernas			
Doblar una o ambas rodillas entre 30 y 60°: +1 Doblamiento de una o ambas rodillas de más de 60° (excepto en	Posición neutra o en movimiento con peso distribuido de manera equilibrada	1	1
	De pie sosteniendo carga ligera y con postura flexible	2	

postura sentada): +2			
GRUPO B		PUNTOS	PUNTAJE
Clasificación del brazo			
Brazo abducido o brazo rotado: +1 Hombro en posición elevada: +1 Existe un soporte o la postura es favorable a la gravedad: -1	Desde 20° de alargamiento a 20° de doblamiento.	1	1
	Estiramiento >20° o doblamiento >20° y <=45°	2	
	Doblamiento >45° y <=90°	3	
	Doblamiento >90°	4	
Calificación del antebrazo			
	Doblamiento entre 60° y 100°	1	1
	Doblamiento <60° o >100°	2	
Calificación de la muñeca			
Rotación o desviación radial o cubital: +1	Postura neutral	1	1
	Doblamiento o estiramiento > 0° y <15°	1	
	Doblamiento o estiramiento >15°	2	
Calificaciones Parciales			
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas			
Peso o esfuerzo menor a 5 Kg		0	0
Peso o esfuerzo entre 5 y 10 kg		+1	
Peso o esfuerzo mayor de 10 kg		+2	
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas			
Se presenta fuerzas o cargas aplicadas de manera brusca		+1	
Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.			
Aceptable	El agarre es efectivo y la fuerza de sujeción es de rango intermedio.	0	1
Normal	La sujeción es aceptable, pero no perfecta, o se consigue un agarre aceptable al utilizar otras áreas del cuerpo.	+1	
Inaceptable	Es agarre es viable, pero no es aceptado	+2	
Insuficiente	El agarre es ineficaz y poco seguro; no es posible realizar un agarre manual o el uso de o el uso de otras partes del cuerpo para agarrar es inadecuado.	+3	
Tipo de actividad muscular			
Una o varias extremidades del cuerpo se mantienen estáticas (soportan durante más de un minuto)		+1	1
Se efectúan movimientos reiterativos (repiten más de 4 veces por minuto) esto excluyendo la acción de caminar.		+1	
Se presentan modificaciones de postura significativas o se adoptan posturas que no son seguras.		+1	


RESULTADOS		PUNTOS REBA	NIVEL DE RIESGO
Calificación Grupo A y B	2	1	INSIGNIFICANTE
Tipo de Actividad	1	2 – 3	INFERIOR

PUNTUACIÓN TOTAL C	GRADO DE RIESGO			
			4 – 7	NORMAL
3	MEDIO		8 –10	ELEVADO
			>11	MUY ELEVDO

Interpretación: Según el análisis de la valoración del método REBA utilizando el exoesqueleto, se obtuvo una puntuación *BAJO* de 3 puntos. Este puntaje se encuentra en un rango de 2 a 3.

Según la entrevistadora, durante las dos horas de uso del exoesqueleto, este dispositivo resultó efectivo en la mejora de la postura de la espalda al evitar la sobre flexión y fomentar posturas más ergonómicas. No obstante, se identificó una limitación en la comodidad al caminar y menciona molestias en la zona de los hombros por la utilización del exoesqueleto.

Tabla 30. Evaluación de la trabajadora 3. Transporte de las rosas

EMPRESA FLORÍCOLA GUSHCASHO FARMS			
Código:	006		
Edad:	30		
Puesto laboral:	Cultivo		
Duración del tiempo que dedica al puesto durante el día:	6		
Horas laborado/Día:	8		
EVALUACIÓN DEL MÉTODO R.E.B.A PUNTUACIONES			
GRUPO A		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del tronco			
Cuerpo inclinado hacia un lado o girado: +1	Tronco erguido	1	3
	Inclinación o estiramiento 0° y 20°	2	
	Doblamiento >20° y ≤60° o estiramiento >20°	3	
	Doblamiento >60°	4	
Calificación del cuello			
Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1	Inclinación entre 0° y 20°	1	2
	Inclinación >20° o alargamiento	2	
Calificación de las piernas			
Doblar una o ambas rodillas entre 30 y 60°: +1 Doblamiento de una o ambas rodillas de más de 60° (excepto en	Posición neutra o en movimiento con peso distribuido de manera equilibrada	1	1
	De pie sosteniendo carga ligera y con postura flexible	2	

postura sentada): +2			
GRUPO B		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del brazo			
Brazo abducido o brazo rotado: +1 Hombro en posición elevada: +1 Existe un soporte o la postura es favorable a la gravedad: -1	Desde 20° de alargamiento a 20° de doblamiento.	1	2
	Estiramiento >20° o doblamiento >20° y <=45°	2	
	Doblamiento >45° y <=90°	3	
	Doblamiento >90°	4	
Calificación del antebrazo			
	Doblamiento entre 60° y 100°	1	1
	Doblamiento <60° o >100°	2	
Calificación de la muñeca			
Rotación o desviación radial o cubital: +1	Postura neutral	1	1
	Doblamiento o estiramiento > 0° y <15°	1	
	Doblamiento o estiramiento >15°	2	
Calificaciones Parciales			
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas			
Peso o esfuerzo menor a 5 Kg		0	0
Peso o esfuerzo entre 5 y 10 kg		+1	
Peso o esfuerzo mayor de 10 kg		+2	
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas			
Se presenta fuerzas o cargas aplicadas de manera brusca		+1	
Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.			
Aceptable	El agarre es efectivo y la fuerza de sujeción es de rango intermedio.	0	1
Normal	La sujeción es aceptable, pero no perfecta, o se consigue un agarre aceptable al utilizar otras áreas del cuerpo.	+1	
Inaceptable	Es agarre es viable, pero no es aceptado	+2	
Insuficiente	El agarre es ineficaz y poco seguro; no es posible realizar un agarre manual o el uso de o el uso de otras partes del cuerpo para agarrar es inadecuado.	+3	
Tipo de actividad muscular			
Una o varias extremidades del cuerpo se mantienen estáticas (soportan durante más de un minuto)		+1	1
Se efectúan movimientos reiterativos (repite más de 4 veces por minuto) esto excluyendo la acción de caminar.		+1	
Se presentan modificaciones de postura significativas o se adoptan posturas que no son seguras.		+1	

RESULTADOS		PUNTOS REBA	NIVEL DE RIESGO
Calificación Grupo A y B	4	1	INSIGNIFICANTE
Tipo de Actividad	1	2 – 3	INFERIOR


PUNTUACIÓN TOTAL C	GRADO DE RIESGO	4 – 7	NORMAL
5	MEDIO	8 – 10	ELEVADO
		>11	MUY ELEVDO

Interpretación: Según el análisis de la valoración del método REBA utilizando el exoesqueleto, se obtuvo una puntuación *NORMAL* de 5 puntos. Este puntaje se encuentra en un rango de 4 a 7.

Según la encuestada indican que el exoesqueleto ayuda de manera confortable a la espalda, permitiendo mantenerla erguida en diversas situaciones. Además, destaca que no le dificulta el movimiento al caminar, sino que proporciona una buena estabilidad y apoyo al momento de cargar objetos pesados, como en el caso de llevar rosas al área de postcosecha.

La encuestada ha expresado su disposición y entusiasmo por utilizar el exoesqueleto en sus labores diarias, dado que brinda la posibilidad de adoptar posturas más adecuadas, lo cual se traduce en una menor fatiga física y un menor riesgo de lesiones relacionadas con el trabajo.

Tabla 31. Evaluación de la trabajadora 4. Postcosecha

EMPRESA FLORÍCOLA GUSHCASHO FARMS			
Código:	010		
Edad:	34		
Puesto laboral:	Postcosecha		
Duración del tiempo que dedica al puesto durante el día:	Postcosecha		
Horas laborado/Día:	6		
Duración de su jornada laboral:	8		
EVALUACIÓN DEL MÉTODO R.E.B.A PUNTUACIONES			
GRUPO A		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del tronco			
Cuerpo inclinado hacia un lado o girado: +1	Tronco erguido	1	1
	Inclinación o estiramiento 0° y 20°	2	
	Doblamiento >20° y ≤60° o estiramiento >20°	3	
	Doblamiento >60°	4	
Calificación del cuello			
Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1	Inclinación entre 0° y 20°	1	2
	Inclinación >20° o alargamiento	2	
Calificación de las piernas			

Doblar una o ambas rodillas entre 30 y 60°: +1 Doblamiento de una o ambas rodillas de más de 60° (excepto en postura sentada): +2	Posición neutra o en movimiento con peso distribuido de manera equilibrada	1	1
	De pie sosteniendo carga ligera y con postura flexible	2	
GRUPO B		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del brazo			
Brazo abducido o brazo rotado: +1 Hombro en posición elevada: +1 Existe un soporte o la postura es favorable a la gravedad: -1	Desde 20° de alargamiento a 20° de doblamiento.	1	2
	Estiramiento >20° o doblamiento >20° y <=45°	2	
	Doblamiento >45° y <=90°	3	
	Doblamiento >90°	4	
Calificación del antebrazo			
	Doblamiento entre 60° y 100°	1	1
	Doblamiento <60° o >100°	2	
Calificación de la muñeca			
Rotación o Desviación radial o cubital: +1	Postura neutral	1	1
	Doblamiento o estiramiento > 0° y <15°	1	
	Doblamiento o estiramiento >15°	2	
Calificaciones Parciales			
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas			
Peso o esfuerzo menor a 5 Kg		0	0
Peso o esfuerzo entre 5 y 10 kg		+1	
Peso o esfuerzo mayor de 10 kg		+2	
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas			
Se presenta fuerzas o cargas aplicadas de manera brusca		+1	
Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.			
Aceptable	El agarre es efectivo y la fuerza de sujeción es de rango intermedio.	0	1
Normal	La sujeción es aceptable, pero no perfecta, o se consigue un agarre aceptable al utilizar otras áreas del cuerpo.	+1	
Inaceptable	Es agarre es viable, pero no es aceptado	+2	
Insuficiente	El agarre es ineficaz y poco seguro; no es posible realizar un agarre manual o el uso de o el uso de otras partes del cuerpo para agarrar es inadecuado.	+3	
Tipo de actividad muscular			
Una o varias extremidades del cuerpo se mantienen estáticas (soportan durante más de un minuto)		+1	1
Se efectúan movimientos reiterativos (repite más de 4 veces por minuto) esto excluyendo la acción de caminar.		+1	
Se presentan modificaciones de postura significativas o se adoptan posturas que no son seguras.		+1	

RESULTADOS	
Clasificación Grupo A y B	1
Tipo de Actividad	1
PUNTUACIÓN TOTAL C	GRADODE RIESGO
2	INFERIOR


PUNTOS REBA	NIVEL DE RIESGO
1	INSIGNIFICANTE
2 – 3	INFERIOR
4 – 7	NORMAL
8 – 10	ELEVADO
>11	MUY ELEVDO

Interpretación: Según el análisis de la valoración del método REBA utilizando el exoesqueleto, se obtuvo una puntuación *INFERIOR* de 2 puntos. Este puntaje se encuentra en un rango de 2 a 3, mismo que puede ser necesario la actuación.

La encuestada destaca que el uso del exoesqueleto resultó beneficioso para la espalda, proporciona un soporte significativo que reduce la fatiga y el dolor lumbar. Además, menciona que el dispositivo ayuda a prevenir la flexión excesiva del torso, promoviendo la adopción de posturas ergonómicas adecuadas durante las actividades laborales.

No obstante, señala que experimenta dificultades al caminar debido al uso del exoesqueleto.

Tabla 32. Evaluación del trabajador. Postcosecha

EMPRESA FLORÍCOLA GUSHCASHO FARMS			
Código:	011		
Edad:	31		
Puesto laboral:	Postcosecha		
Duración del tiempo que dedica al puesto durante el día:	5		
Horas laborado/Día:	8		
EVALUACIÓN DEL MÉTODO R.E.B.A PUNTUACIONES			
GRUPO A		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del tronco			
Cuerpo inclinado hacia un lado o girado: +1	Tronco erguido	1	2
	Inclinación o estiramiento 0° y 20°	2	
	Doblamiento >20° y ≤60° o estiramiento >20°	3	
	Doblamiento >60°	4	
Calificación del cuello			
	Inclinación entre 0° y 20°	1	1

Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1	Inclinación >20° o alargamiento	2	
Calificación de las piernas			
Doblar una o ambas rodillas entre 30 y 60°: +1 Doblamiento de una o ambas rodillas de más de 60° (excepto en postura sentada): +2	Posición neutra o en movimiento con peso distribuido de manera equilibrada	1	1
	De pie sosteniendo carga ligera y con postura flexible	2	
GRUPO B		PUNTOS	PUNTAJE
Calificación del brazo			
Brazo abducido o brazo rotado: +1 Hombro en posición elevada: +1 Existe un soporte o la postura es favorable a la gravedad: -1	Desde 20° de alargamiento a 20° de doblamiento.	1	2
	Estiramiento >20° o doblamiento >20° y <=45°	2	
	Doblamiento >45° y <=90°	3	
	Doblamiento >90°	4	
Calificación del antebrazo			
	Doblamiento entre 60° y 100°	1	1
	Doblamiento <60° o >100°	2	
Calificación de la muñeca			
Rotación o Desviación radial o cubital: +1	Postura neutral	1	1
	Doblamiento o estiramiento > 0° y <15°	1	
	Doblamiento o estiramiento >15°	2	
Calificaciones Parciales			
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas			
Peso o esfuerzo menor a 5 Kg		0	0
Peso o esfuerzo entre 5 y 10 kg		+1	
Peso o esfuerzo mayor de 10 kg		+2	
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas			
Se presenta fuerzas o cargas aplicadas de manera brusca		+1	
Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.			
Aceptable	El agarre es efectivo y la fuerza de sujeción es de rango intermedio.	0	0
Normal	La sujeción es aceptable, pero no perfecta, o se consigue un agarre aceptable al utilizar otras áreas del cuerpo.	+1	
Inaceptable	Es agarre es viable, pero no es aceptado	+2	
Insuficiente	El agarre es ineficaz y poco seguro; no es posible realizar un agarre manual o el uso de o el uso de otras partes del cuerpo para agarrar es inadecuado.	+3	
Tipo de actividad muscular			
Una o varias extremidades del cuerpo se mantienen estáticas (soportan durante más de un minuto)		+1	1

Se efectúan movimientos reiterativos (repiten más de 4 veces por minuto) esto excluyendo la acción de caminar.	+1	
Se presentan modificaciones de postura significativas o se adoptan posturas que no son seguras.	+1	

RESULTADOS	
Calificación Grupo A y B	1
Tipo de Actividad	1
PUNTUACIÓN TOTAL	GRADO DE RIESGO
C	
2	INFERIOR

PUNTOS REBA	NIVEL DE RIESGO
1	INSIGNIFICANTE
2 – 3	INFERIOR
4 – 7	NORMAL
8 – 10	ELEVADO
>11	MUY ELEVDO

Interpretación: Según el análisis de la valoración del método REBA utilizando el exoesqueleto, se obtuvo una puntuación *BAJO* de 2 puntos. Este puntaje se encuentra en un rango de 4 a 7, mismo que sugiere la necesidad de intervenir la actuación debido a la presencia de un riesgo medio.

Según lo expresado por el encuestado, la utilización del exoesqueleto durante un lapso de 3 horas resulta beneficioso para mantener la espalda erguida de manera cómoda en diversas circunstancias, promoviendo la adopción de posturas adecuadas.

Además, destaca que el exoesqueleto no genera molestias al caminar y su colocación es fácil. A pesar de que inicialmente experimentó incomodidades en la zona del hombro al usar el exoesqueleto, a medida que pasaba el tiempo su cuerpo se adaptaba gradualmente, eliminando las molestias y experimentando una sensación positiva al utilizar el exoesqueleto durante su actividad laboral.

Análisis comparativo de la situación inicial de la empresa

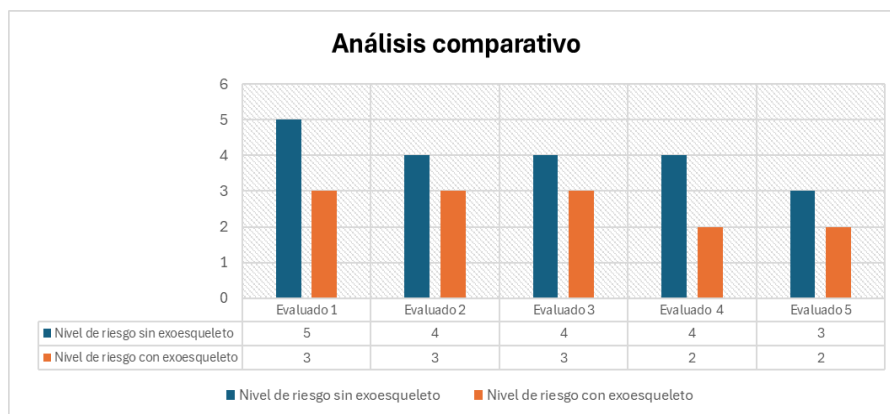


Gráfico 10. Análisis comparativo

En la gráfica 10 se puede apreciar que el nivel de riesgo al que se expone el personal operativo de la florícola Guishcasho Farms disminuye gradualmente al utilizar el exoesqueleto. Para obtener un análisis más detallado sobre las ventajas y desventajas del uso del exoesqueleto, es necesario realizar evaluaciones durante al menos dos meses, período en el cual los encuestados deberán llevar puesto el dispositivo durante las ocho horas de trabajo. De esta forma, se podrá determinar su nivel de seguridad y comodidad, garantizando así que no genere riesgos adicionales como el estrés.

Aunque las pruebas de evaluación se llevaron a cabo con cinco personas, quienes afirmaron que el exoesqueleto proporciona un apoyo eficaz a su columna vertebral y que experimentaron una mejora significativa en su espalda al usarlo, la mayoría de los participantes señalaron que les resultaba difícil caminar con el exoesqueleto, lo que podría dificultar la realización de sus tareas diarias.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La evaluación de los riesgos ergonómicos ejecutada en la florícola Guishcasho Farms ha expuesto que las trabajadoras identificadas con los códigos 001, 002, 003, 004, 005, 007, y 008 presenta un nivel de riesgo medio (rango de 4 a 7), lo que indica la necesidad de intervención para prevenir trastornos musculoesqueléticos a corto y mediano plazo. A diferencia de los trabajadores con código 006, 009, 010 y 011 que presenta un nivel de riesgo bajo (rango de 2 a 3), indicando una menor exposición a riesgos ergonómicos.

La ejecución del análisis antropométrico conforme a la norma INEN 1646 ha permitido la recolección y el análisis de datos esenciales sobre las dimensiones corporales del personal operativo de la florícola Guishcasho Farms. A través de la recolección de medidas como la estatura, la anchura del cuerpo y la altura de las rodillas, se obtuvo una estatura promedio de 1.60 m, una anchura máxima del cuerpo de 43.3 cm y una altura de las rodillas de 49 cm. Esto garantiza que el dispositivo se adapte de manera óptima a la morfología del usuario.

Los resultados del estudio biomecánico realizado sobre las tareas de cosecha y postcosecha a las personas seleccionadas revelan una notable variabilidad en las fuerzas aplicadas por las trabajadoras en sus funciones específicas. A través del análisis con el software Kinovea y el análisis de fuerza, se identificó que la trabajadora encargada del corte de flores ejerce una fuerza de 3.14 N en su antebrazo, mientras que la que realiza el enmallado aplica una fuerza significativamente mayor de 25.13 N. En contraste, la trabajadora responsable del traslado de las rosas al área de postcosecha genera una fuerza considerable de 260.53 N, lo que indica el esfuerzo físico requerido en esta etapa. Por último, la trabajadora en el área de clasificación presenta una fuerza mínima de 7.23 N. Este análisis no solo proporciona una comprensión clara de las demandas físicas de cada tarea, sino que también es esencial para el diseño de intervenciones ergonómicas que optimicen el rendimiento y reduzcan el riesgo de lesiones en el personal operativo.

La identificación de las características funcionales del exoesqueleto ergonómico es esencial para su implementación en el entorno laboral de la florícola. Se ha determinado que la barra de nylon es un material óptimo para este diseño, gracias a sus propiedades

físicas y mecánicas. Con una densidad de 1.15 g/cm³ y una resistencia máxima a la rotura de 200 MPa, el nylon garantiza un exoesqueleto ligero y robusto. Además, su límite de elasticidad de 80 MPa y un módulo de elasticidad de 3 GPa proporcionan una adecuada combinación de rigidez y capacidad de deformación controlada, lo que permite un rango de movimiento de 0 a 90° de movimiento adecuado y un soporte eficaz.

La construcción del prototipo del exoesqueleto, ajustado a las dimensiones antropométricas de los trabajadores, es esencial para optimizar su desempeño en las actividades de la florícola Guishcasho Farms. Este diseño no solo favorece una postura adecuada de la espalda, sino que también previene la sobre flexión, promoviendo posturas más ergonómicas durante las labores.

Recomendaciones

Se sugiere implementar programas de capacitación y ergonomía específicos para las trabajadoras con niveles de riesgo normal, a fin de fomentar prácticas laborales más seguras y eficientes. Además, se recomienda realizar evaluaciones periódicas del riesgo ergonómico para monitorear la eficacia de las intervenciones y ajustar las medidas preventivas según sea necesario.

Se recomienda emplear los datos antropométricos obtenidos para desarrollar otros prototipos del exoesqueleto, garantizando un ajuste personalizado que maximice la comodidad y funcionalidad, al mismo tiempo que minimiza el riesgo de lesiones en el personal operativo de la florícola Guishcasho Farms.

Se recomienda que el exoesqueleto utilice la varilla de fibra de vidrio, ya que este material posee características que le permiten regresar rápidamente a su forma natural. Esto facilitará que los trabajadores puedan adaptar fácilmente el exoesqueleto a sus diferentes posturas y movimientos durante sus actividades diarias.

Se sugiere ajustar continuamente las características funcionales del exoesqueleto, aprovechando las propiedades del nylon, para asegurar un diseño que ofrezca un rango de movimiento adecuado y soporte eficaz, mejorando así la ergonomía y comodidad del personal en su entorno laboral.

Llevar a cabo evaluaciones a lo largo de un período mínimo de dos meses, en el cual los participantes deberán utilizar el dispositivo durante las ocho horas de su jornada laboral.

Esta evaluación nos permitirá evaluar de forma exhaustiva su seguridad y comodidad, asegurando que no se generen riesgos adicionales durante su uso.

LITERATURA CITADA

- Acero, J. (2013). Los Movimientos Básicos del Ser Humano. Grupo Sobre Entrenamiento (G-SE). <https://g-se.com/los-movimientos-basicos-del-ser-humano-bp-m57cfb26e65a54>
- Acuña, J. F. M., Rueda, A. S. M., & Ardila, S. M. V. (2023). Desarrollo de un prototipo de exoesqueleto neumático de miembro superior enfocado en las articulaciones del codo, muñeca y mano para la ejecución de movimientos en rehabilitación de pacientes con hemiplejía.
- Armas, A. G. (2020). Diseño de exoesqueleto superior para prevenir sobreesfuerzo en el hombro.
- Caselli, U., Nappi, F., & Vallerga, R. (2020). OSHA-INAIL, Discussion Paper Musculoskeletal disorders in agriculture: From identifying the risks to adopting preventive measures Examples of projects financed by INAIL, october 2020. https://olympus.uniurb.it/index.php?option=com_content&view=article&id=23957&catid=98&Itemid=126
- Diego-Mas, D., & José Antonio. (2015). Evaluación postural mediante el método REBA. online: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
- Estrada, Y. C. (2018). Biomecánica: De la física mecánica al análisis de gestos deportivos. Universidad Santo Tomas. <https://doi.org/10.15332/li.lib.2018.00090>
- Gama, C., Stefano, K., Echenique, Q., & Pierre, J. (2022). Diseño de un exoesqueleto de extremidades superiores para la rehabilitación asistida en pacientes con grado de discapacidad motriz moderada.
- Jácome, J. (2019). Evaluación del manejo manual de cargas en la empresa de distribución de telas intertextas. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28814/1/Tesis_%20t1491id.pdf
- Jain, R., Meena, M. L., Dangayach, G. S., & Bhardwaj, A. K. (2018). Association of risk factors with musculoskeletal disorders in manual-working farmers. Archives of Environmental & Occupational Health, 73(1), 19-28. <https://doi.org/10.1080/19338244.2017.1289890>

- Jakob, M., Balaguier, R., Park, H., & Trask, C. (2023). Addressing Exoskeleton Implementation Challenges: Case Studies of Non-Acceptance in Agriculture. *Journal of Agromedicine*, 28(4), 784-796. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2023.2236605>
- Lorenzo, E. E. (2021). Los exoesqueletos y sus funcionalidades en la sociedad.
- Martínez, J., & Venegas, A. (2020). Diseño y construcción de un prototipo de exoesqueleto ergonómico para apoyar los miembros superiores. https://dcbi.azc.uam.mx/media/Licenciaturas/Mecanica/RevisionPPI/PPI-017-20-PT-JOSHUA_MARTINEZ+ABRAHAM_VENEGAS_E1.pdf
- Metroflor -agro. (2022, julio 7). Evolución del mercado global de flores, su desarrollo por región y las oportunidades de Colombia en los principales países y regiones importadoras. Metroflor. <https://www.metroflorcolombia.com/evolucion-del-mercado-global-de-flores-su-desarrollo-por-region-y-las-oportunidades-de-colombia-en-los-principales-paises-y-regiones-importadoras/>
- Neusa, G., Jiménez, J., & Navarrete, E. (2023). Riesgo laboral y sus patologías ocupacionales derivadas en el sector florícola de Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales*. <https://doi.org/10.31876/rcs.v29i2.39984>
- Omoniyi, A., Trask, C., Milosavljevic, S., & Thamsuwan, O. (2020). Farmers' perceptions of exoskeleton use on farms: Finding the right tool for the work(er). *International Journal of Industrial Ergonomics*, 80, 103036. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.103036>
- Peláez, B. (2021). Producción y exportación crece en sector floricultor en Ecuador – Sofos. <https://sofoscorp.com/2019/05/produccion-exportacion-crecen-sector-floricultor-ecuador/>
- Piñeda, A. (2019). Riesgo ergonómico en trabajadoras de cultivo de flores. *REVISTA INGENIERÍA*, 1.
- Poveda, L. M. (2021). Sector florícola ecuatoriano y afectación en mercado internacional a causa del covid19: Ecuadorian flower sector and impact on the international market due to covid19. *South Florida Journal of Development*, 2(3), 4609-4621. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n3-061>
- Quilumbango, M. D. M., & Pinto, D. A. Z. (2020). Evaluación del factor de riesgo ergonómico en los trabajadores del área de cultivo de la empresa florícola “Florecal” de Cayambe, 2019-2020.

- Silva, D. (2018). Estudio de los movimientos repetitivos y su incidencia en la generación de lesiones musculoesqueléticas en los trabajadores del área de postcosecha de la empresa flores del Cotopaxi S.A.
- Thamsuwan, O., Milosavljevic, S., Srinivasan, D., & Trask, C. (2020). Potential exoskeleton uses for reducing low back muscular activity during farm tasks. *American Journal of Industrial Medicine*, 63(11), 1017-1028. <https://doi.org/10.1002/ajim.23180>
- Tresierra, C. E. V., & Campoblanco, J. E. C. (2019). Nivel de conocimiento sobre riesgos ergonómicos en relación a síntomas de trastornos músculo esqueléticos en personal sanitario. 28.
- 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 Ergonomics and Human Factors*, 7(3-4), 222-229. <https://doi.org/10.1080/24725838.2019.1575930>
- Vásquez, M. M. O., Ramírez, Y. C. Z., & Guzmán, N. R. C. (2022). Sintomatología musculoesquelética en trabajadores de postcosecha de un cultivo de flores de Cundinamarca. 31.

ANEXOS

Anexo 1. Registro fotográfico

Trabajadores sin exoesqueletos



Anexo 2. Registro fotográfico

Capacitación de la colocación del exoesqueleto



Trabajadores utilizando el exoesqueleto



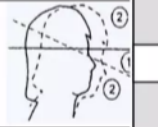


Anexo 2. Método REBA

Grupo A: Análisis de cuello, piernas y tronco

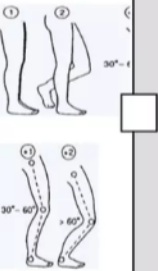
CUELLO

Movimiento	Punt	Correc.
0°-20° flexión	1	Añadir + 1 si hay torsión o inclinación lateral
>20° flexión o extensión	2	



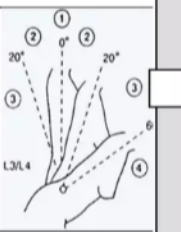
PIERNAS

Movimiento	Punt.	Correc.
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir + 1 si hay flexión de rodillas entre 30° y 60°
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	Añadir + 2 si las rodillas están flexionadas + de 60° (salvo postura sedente)



TRONCO

Movimiento	Punt	Correcc.
Erguido	1	
0°-20° flexión	2	Añadir + 1 si hay torsión o inclinación lateral
0°-20° extensión		
20°-60° flexión	3	
>20° extensión		
> 60° flexión	4	



CARGA / FUERZA

0	1	2	+ 1
< 5 Kg.	5 a 10	> 10 Kg.	Instauración rápida o

TABLA A

PIERNAS		TRONCO			
		1	2	3	4
1	1	1	2	2	3
	2	2	3	4	5
	3	3	4	5	6
	4	4	5	6	7
2	1	1	3	4	5
	2	2	4	5	6
	3	3	5	6	7
	4	4	6	7	8
3	1	3	4	5	6
	2	3	5	6	7
	3	5	6	7	8
	4	6	7	8	9

TABLA B

MUÑECA		BRAZO				
		1	2	3	4	5
1	1	1	1	3	4	6
	2	2	2	4	5	7
	3	2	3	5	5	8
2	1	1	2	4	5	7
	2	2	3	5	6	8
	3	3	4	5	7	8

TABLA C

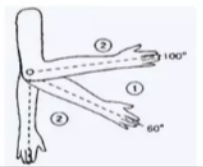
		Puntuación B										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7		
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7		
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8		
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9		
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9		
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	11	
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Corrección: Añadir + 1 si:
 Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ej. aguantadas más de 1 min.
 Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 ves/min.
 Cambios posturales importantes o posturas inestables

Grupo B: Análisis de brazos, antebrazos y muñecas

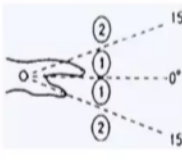
ANTEBRAZOS

Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
<60° flexión >100° flexión	2



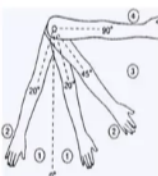
MUÑECAS

Movimiento	Punt	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir + 1 si hay torsión o desviación lateral
>15° flexión/ extensión		



BRAZOS

Posición	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión/ extensión	1	Añadir: + 1 si hay abducción o rotación. + 1 si hay elevación del hombro. -1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad.
>20° extensión		
20°-45° flexión	3	
>90° flexión	4	



Resultado TABLA A


Resultado TABLA B

PUNTUACIÓN FINAL


Anexo 2. Evaluación del método REBA a los trabajadores

MÉTODO R.E.B.A HOJA DE CAMPO


Movimiento	Punt	Correc.
Flexión entre 0° y 20°	1	Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1
Flexión >20° o extensión	2	



Movimiento	Punt	Correc.
Soñado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1	Flexión de una o ambas rodillas entre 20° y 60°: +1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable 1	2	Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura soñada): +2



Movimiento	Punt	Correc.
Tronco erguido	1	
Flexión e inclinación entre 0° y 20°	2	Tronco con inclinación lateral o rotación: +1
Flexión >20° y <60° o inclinación >20°	3	
Flexión >60°	4	




Tronco	Cargas											
	1				2				3			
	Pemas			Pemas			Pemas			Pemas		
1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
3	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
4	4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7
5	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8


Brazo	Muñeca					
	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	6	7
3	3	4	5	6	7	8
4	4	5	6	7	8	9
5	5	6	7	8	9	10
6	6	7	8	9	10	11

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12


Movimiento	Punt	Correc.
Flexión entre 0° y 100°	1	
Flexión <0° o >100°	2	



Movimiento	Punt	Correc.
Flexión entre 0° y 20°	1	Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1
Flexión >20° o extensión	2	



Movimiento	Punt	Correc.
Inicio 20° de extensión a 20° de flexión	1	
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2	Tronco con inclinación lateral o rotación: +1
Flexión <45° y >90°	3	
Flexión >90°	4	



Puntuaciones Parciales	
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas.	
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas.	
Existen fuerzas y cargas aplicados bruscamente	+1

Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas.		
Buena	El agarre es fuerte y la fuerza de agarre de rango medio	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable	+1
Mala	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo	+3
Tipo de actividad muscular		
+1	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto	1
+1	Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo, repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar)	
+1	Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	

Nivel de Actuación

Actuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Empresa: Florencia Guishecho Farms


Puesto de trabajo: Embranchador

Nombre: Kleber Sanchez Edad: 28

MÉTODO R.E.B.A HOJA DE CAMPO

Cuello

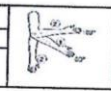
Movimiento	Punt.	Correc.
Flexión entre 0° y 20°	1	Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1
Flexión >20° o extensión	2	



Tronco	Cuello											
	Punt. A				Punt. B				Punt. C			
1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
3	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
4	4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7
5	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8

Antebrazos

Movimiento	Punt.	Correc.
Flexión entre 0° y 100°	1	
Flexión <0° o >100°	2	



Piernas

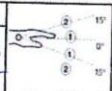
Movimiento	Punt.	Correc.
Contado, andado o de pie con soporte bilateral simétrico	1	Flexión de una o ambas rodillas entre 30° y 60°: +1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable 1	2	Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (sólo posturas sedentarias): +2



Brazo	Antebrazo					
	Muñeca			Muñeca		
1	1	2	3	1	2	3
2	2	3	4	2	3	4
3	3	4	5	3	4	5
4	4	5	6	4	5	6
5	5	6	7	5	6	7
6	6	7	8	6	7	8


Muñecas

Movimiento	Punt.	Correc.
Flexión entre 0° y 20°	1	Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1
Flexión >20° o extensión	2	



Tronco

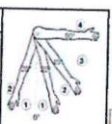
Movimiento	Punt.	Correc.
Tronco erguido	1	
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2	Tronco con inclinación lateral o rotación: +1
Flexión >20° y <100° o extensión >20°	3	
Flexión >60°	4	



Punt. A	Punt. B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
11	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
12	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

Brazo

Movimiento	Punt.	Correc.
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1	
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2	Tronco con inclinación lateral o rotación: +1
Flexión >45° y <90°	3	
Flexión >90°	4	



Puntuaciones Parciales		
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas.		
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1	
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2	
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas.		
Existen fuerzas o cargas aplicadas bruscamente	+1	

Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas.			
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	0	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable	+1	
Malo	El agarre es posible pero no aceptable	+2	
Inaceptable	El agarre es imposible o inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo	+3	
Tipo de actividad muscular			
Una o más partes del cuerpo musculares estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto	+1	1	
Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo, repetidos más de 4 veces por minuto (incluyendo caminar)	+1		
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas involuntarias	+1		

Nivel de Actuación

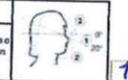
Actuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Empresa: Florícola Guichancho Farms.
Puesto de trabajo: Postcosecha
Nombre: Elsa Rojas **Edad:** 34

MÉTODO R.E.B.A HOJA DE CAMPO

Cuello

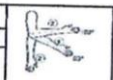
Movimiento	Punt	Correc.
Flexión entre 0° y 20°	1	Cabeza rotada o con inclinación lateral +1
Flexión >20° o extensión	2	



Tronco	Cuello		
	1	2	3
1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5
4	4	5	6
5	5	6	7

Antebrazos

Movimiento	Punt	Correc.
Flexión entre 0° y 100°	1	
Flexión <0° o >100°	2	



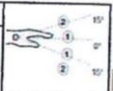
Piernas

Movimiento	Punt	Correc.
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1	Flexión de una o ambas rodillas entre 30° y 60°. +1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable 1	2	Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (sólo postura sedente) +2




Muñecas

Movimiento	Punt	Correc.
Flexión entre 0° y 20°	1	Cabeza rotada o con inclinación lateral +1
Flexión >20° o extensión	2	



Tronco

Movimiento	Punt	Correc.
Tronco erguido	1	
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2	Tronco con inclinación lateral o rotación +1
Flexión >20° y <60° o extensión >20°	3	
Flexión >60°	4	

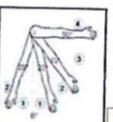


Brazo	Antebrazo	
	Muñeca	Muñeca
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	5
5	5	6
6	6	7

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
8	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
9	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
10	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
12	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
13	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

Brazo

Movimiento	Punt	Correc.
Flexión 20° de extensión a 20° de flexión	1	Tronco con inclinación lateral o rotación +1
Cabeza >20° o flexión >20° y <=45°	2	
Flexión >45° y <=90°	3	
Flexión >90°	4	



Puntuaciones Parciales	
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas.	
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas breves.	
Existen fuerzas o cargas aplicadas brevemente	+1

Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas.		
Buena	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable	+1
Mala	El agarre es precario pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo	+3
Tipo de actividad muscular		
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto	+1	1
Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo, repetidos más de 4 veces por minuto (incluyendo caminar)	+1	
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	+1	

Nivel de Actuación

Actuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Empresa: Fleacole Guishcasho Farms
Puesto de trabajo: Cultivo
Nombre: Glacia Sánchez **Edad:** 38

MÉTODO R.E.B.A HOJA DE CAMPO

Cuello

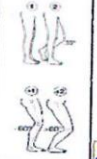
Movimiento	Punt.	Correc.
Flexión entre 0° y 20°	1	Cabeza rotada o con inclinación lateral +1
Flexión >20° o extensión	2	



2

Piernas

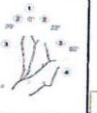
Movimiento	Punt.	Correc.
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1	Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura invertida 1	2	Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (sólo postura sedente) +2



2

Tronco

Movimiento	Punt.	Correc.
Tronco erguido	1	
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2	Tronco con inclinación lateral o rotación +1
Flexión >20° y <90° o extensión >20°	3	
Flexión >90°	4	



3

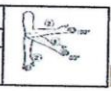
Tronco	Cuello											
	1			2			3			4		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

Brazo	Muñeca					
	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6
2	1	2	3	4	5	6
3	1	2	3	4	5	6
4	1	2	3	4	5	6
5	1	2	3	4	5	6
6	1	2	3	4	5	6

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Antebrazos

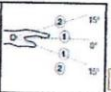
Movimiento	Punt.	Correc.
Flexión entre 60° y 100°	1	
Flexión <60° o >100°	2	



2

Muñecas

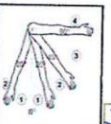
Movimiento	Punt.	Correc.
Flexión entre 0° y 20°	1	Cabeza rotada o con inclinación lateral +1
Flexión >20° o extensión	2	



1

Brazo

Movimiento	Punt.	Correc.
Desplaz 20° de extensión a 20° de flexión	1	
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2	Tronco con inclinación lateral o rotación +1
Flexión <45° y <90°	3	
Flexión >90°	4	



3

Puntuaciones Parciales	
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas.	
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas.	
Existen fuerzas o cargas aplicadas bruscamente	+1

Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas.		
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable	+1
Mala	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo	+3
Tipo de actividad muscular		
	Una o más partes del cuerpo presentan espasmos tetánicos, por ejemplo, reportados durante más de 1 minuto	+1
	Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo, repetidos más de 4 veces por minuto (incluyendo caminar)	+1
	Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	+1

Nivel de Actuación

Actuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Empresa:
 Flericala Guishcasho Forms


Puesto de trabajo:
 Transporte

Nombre: Naama de la Cruz **Edad:** 30

MÉTODO R.E.B.A HOJA DE CAMPO

Cuello


Movimiento	Punt	Correc.
Flexión entre 0° y 20°	1	
Flexión >20° o extensión	2	Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1



Tronco	Cuello											
	Piernas				Piernas				Piernas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2	1	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Antebrazos

Movimiento	Punt
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2



Piernas


Movimiento	Punt	Correc.
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1	Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°: +1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable 1	2	Flexión >60° una o ambas rodillas de más de 60° (sólo postura sedente): +2



Brazo	Antebrazo						
	Muñeca			Muñeca			
	1	2	3	1	2	3	
1	1	2	3	1	2	3	
2	1	2	3	4	2	3	4
3	1	2	3	4	5	3	4
4	1	2	3	4	5	6	4
5	1	2	3	4	5	6	7
6	1	2	3	4	5	6	7

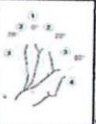
Muñecas

Movimiento	Punt	Correc.
Flexión entre 0° y 20°	1	
Flexión >20° o extensión	2	Cabeza rotada o con inclinación lateral: +1



Tronco

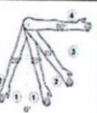
Movimiento	Punt	Correc.
Tronco erguido	1	
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2	
Flexión >20° y <60° o extensión >20°	3	Tronco con inclinación lateral o rotación: +1
Flexión >60°	4	



Puntuación A	Puntuación B											
	Muñeca						Muñeca					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	4	5	6	7	7	8	8	9	9
4	3	4	4	5	6	7	8	9	9	10	10	11
5	4	4	5	6	7	8	9	10	10	11	11	12
6	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	12	12
7	5	6	7	8	9	10	11	12	12	13	13	13
8	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13	14	14
9	6	7	8	9	10	11	12	13	14	14	15	15
10	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15	16
11	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16	17
12	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	17

Brazo

Movimiento	Punt	Correc.
Distorsión >20° de extensión a 20° de flexión	1	
Extensión >20° o flexión >20° y <=45°	2	
Flexión >45° y <=90°	3	Tronco con inclinación lateral o rotación: +1
Flexión >90°	4	



Puntuaciones Parciales		
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas.		
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1	
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2	
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas brazos.		
Existen fuerzas o cargas aplicadas bruscamente	+1	0

Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas.			
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	0	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable	+1	
Malo	El agarre es posible pero no aceptable	+2	
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo	+3	
Tipo de actividad muscular			
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, repetidos durante más de 1 minuto	+1	1	
Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo, repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar)	+1		
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	+1		

Nivel de Actuación

Actuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Empresa: Florícola Guishecho Farms

Puesto de trabajo: Cultivo

Nombre: Sonia Pardo Edad: 30