

**EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES  
BIOMECÁNICAS QUE AFECTAN LA DEMANDA  
MUSCULAR Y POSTURAL EN LA RECOLECCIÓN  
MANUAL DE CAFÉ, CASO DE ESTUDIO**

**Sebastián Alberto Peláez Gómez**

**Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito  
Decanatura de Ingeniería Industrial  
Maestría en Ingeniería Industrial  
Bogotá D.C., Colombia  
2018**

# **EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES BIOMECÁNICAS QUE AFECTAN LA DEMANDA MUSCULAR Y POSTURAL EN LA RECOLECCIÓN MANUAL DE CAFÉ, CASO DE ESTUDIO**

**Sebastián Alberto Peláez Gómez**

Trabajo de investigación para optar al título de  
Magíster en Ingeniería Industrial

Director  
Luis Eduardo Rodríguez Cheu  
PhD Ingeniería Biomédica

Codirector  
Ricardo A Vásquez A  
Magíster en Administración de Empresas

**Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito  
Decanatura de Ingeniería Industrial  
Maestría en Ingeniería Industrial  
Bogotá D.C., Colombia  
2018**

© Únicamente se puede usar el contenido de las publicaciones para propósitos de información. No se debe copiar, enviar, recortar, transmitir o redistribuir este material para propósitos comerciales sin la autorización de la Escuela Colombiana de Ingeniería. Cuando se use el material de la Escuela se debe incluir la siguiente nota "Derechos reservados a Escuela Colombiana de Ingeniería" en cualquier copia en un lugar visible. Y el material no se debe notificar sin el permiso de la Escuela.

Publicado en 2018 por la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Avenida 13 No 205-59 Bogotá. Colombia  
TEL: +57 – 1 668 36 00

## Reconocimiento o Agradecimientos

En primera instancia quiero agradecer a mis padres, hermanos por toda la confianza, por creer en mi y en mis capacidades, al ingeniero Leonardo Augusto Quintana Jiménez que gracias a el fortalecí mi interés en la investigación y en la búsqueda constante de mejorar las condiciones de trabajo y ergonomía. Al Coronel (r) German Parra, por abrir las puertas de la investigación en las condiciones de trabajo en los recolectores de café y por prestar el apoyo como representante del comité de cafeteros de Marsella. Un reconocimiento a Laura María Zambrano por estar allí acompañandome y brindándome fuerza para siempre mejorar.

Agradezco a la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito por permitir formarme allí, un especial agradecimiento a los ingenieros Luis Eduardo Rodríguez Cheu, Ricardo Vásquez y a Alexander Sierra por todo el apoyo brindado.

Brindo un reconocimiento especial a los recolectores de café por el apoyo y la disposición en la recolección de información.

Finalmente, optar por el título de Magister en Ingeniería Industrial será un honor para mi y sere un representante de esta institución con todo el mérito que esto representa.

## **Resumen**

*La agricultura es una de las actividades económicas con mayor riesgo laboral en la generación de Desórdenes Músculo Esqueléticos (DME) especialmente en miembros superiores y espalda, la evaluación de la demanda muscular y postural son factores de riesgo que impactan en este desarrollo DME. Es por lo esto que se realizó una evaluación de lo mencionado anteriormente en la recolección de café, ya que este tipo de actividad tiene una gran presencia en el país; la realización de este estudio de caso permitió identificar los aspectos que generan mayor impacto en el cuerpo humano concentrándose en miembros superiores y espalda. La metodología se basó en auto reportes, herramientas observacionales y herramientas de medición directa. Los sujetos de investigación que participaro fueron recolectores de café que tuviesen experiencia en la ejecución de la actividad de recolección del grano de café, de Marsella, Risaralda, Colombia.*

## **Abstract**

*Nowadays, one of the riskiest in the musculoskeletal disorders is the agriculture sector, especially in upper limb and back. The muscular and postural factors impact the development of musculoskeletal disorders. Therefore, this research has an evaluation in the coffee harvesting activity, because in Colombia this kind of crop is the one with most impact. Making this kind of research allowed to identify several factors that generate more issues in the human body. The experimental procedure was based in auto reports, observational analysis and direct measurement. The sample used in the research was coffee harvesters from Marsella, Risaralda, Colombia.*

# Tabla de contenido

<b>LISTA DE ILUSTRACIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>10</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
1.1. PROBLEMÁTICA (JUSTIFICACIÓN) .....	12
1.2. OBJETIVOS Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	14
1.3. ALCANCE Y LIMITACIONES .....	15
1.4. METODOLOGÍA.....	17
1.4.1. Herramientas .....	17
1.4.2. Participantes .....	20
<b>2 BÚSQUEDA SISTEMÁTICA DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>22</b>
2.1. HALLAZGOS DE LA REVISIÓN DE LA LITERATURA .....	23
2.2. DESARROLLO DE LA CARTILLA .....	23
<b>3 RESULTADOS DEL CASO DE ESTUDIO .....</b>	<b>25</b>
3.1. PRIMER NIVEL .....	27
3.1.1. Filtro de Riesgos .....	28
3.1.2. Análisis CopSoq versión Corta .....	29
3.1.3. Análisis del cuestionario nórdico .....	30
3.1.4. Consolidado del análisis del cuestionario nórdico .....	38
3.2. SEGUNDO NIVEL .....	39
3.2.1. Rapid Upper Limb Assessment RULA .....	39
3.2.2. Ovako Working Analysis System OWAS.....	41
3.2.3. Antropometría .....	45
3.3. TERCER NIVEL.....	47
3.3.1. Electromiografía.....	47
3.3.2. Análisis de Componentes Principales entre músculos.....	50
3.3.3. Análisis Postural por medio de inerciales .....	51
<b>4 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS .....</b>	<b>56</b>
4.1. CONCLUSIONES .....	56
4.1.1. Recomendaciones .....	58
4.2. TRABAJOS FUTUROS.....	63
<b>5 BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>65</b>
<b>6 ABREVIACIONES.....</b>	<b>70</b>
<b>7 ANEXO 1 EXTRACCIÓN ELEMENTOS APLICABLES PARA LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>71</b>
<b>8 ANEXO 2. PROTOCOLO DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>82</b>
INTRODUCCIÓN.....	82
GENERALIDADES .....	82

<i>Metodología Primer Nivel</i> .....	83
<i>Metodología Segundo Nivel</i> .....	85
<i>Metodología Tercer Nivel</i> .....	86
<i>Protocolos de Aplicación de Herramientas de Tercer Nivel</i> .....	88
<i>Ubicación de electrodos y Métodos para la hallar la contracción máxima voluntaria para cada músculo</i> .....	89
<b>9 CONSENTIMIENTO INFORMADO</b> .....	<b>96</b>
<b>10 FORMATOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</b> .....	<b>98</b>
10.1. FORMATO DE INFORMACIÓN GENERAL Y CONSENTIMIENTO .....	98
10.1.1. <i>Filtro de Riesgos</i> .....	99
10.1.2. <i>Formato de recolección de información de antropometría</i> .....	105
10.1.3. <i>Filtro de Riesgos</i> .....	106
10.1.4. <i>Cuestionario Nórdico</i> .....	108
10.2. RESULTADOS SEGUNDO NIVEL .....	109

## Lista de Ilustración

Ilustración 1 Artículo de Café .....	16
Ilustración 2 Cartilla para desarrollar un diagnóstico de ergonomía en la agricultura .....	24
Ilustración 3 Finca Grande .....	25
Ilustración 4 Finca Mediana.....	26
Ilustración 5 Finca Pequeña.....	26
Ilustración 6 Reporte de Incomodidad General .....	34
Ilustración 7 Reporte de Incomodidad Femenino .....	35
Ilustración 8 Reporte de Incomodidad Masculino.....	36
Ilustración 9 Ejemplo de RULA.....	39
Ilustración 10 Porcentaje de riesgo evaluado según el RULA.....	41
Ilustración 11 Ejemplo de OWAS .....	43
Ilustración 12 Porcentaje de riesgo evaluado según el OWAS .....	45
Ilustración 13 Porcentaje de la Contracción Máxima Voluntaria por sujeto .....	49
Ilustración 14 Gráfico de components .....	50
Ilustración 15 Desviación lateral de espalda .....	51
Ilustración 16 Flexión y extensión de espalda .....	52
Ilustración 17 Flexión y Extensión del Brazo .....	53
Ilustración 18 Supinación y Pronación del Antebrazo / Flexión y Extensión del Brazo	55
Ilustración 19 Elementos para transportar carga.....	59
Ilustración 20 Evaluación de la carga a transportar.....	59
Ilustración 21 Alcances funcionales .....	59
Ilustración 22 Movimientos de la mano .....	61
Ilustración 23 Ejercicios de estiramiento para la mano .....	62
Ilustración 24 Levantamiento de carga.....	63
Ilustración 25 Actividades Generales en la agricultura .....	71
Ilustración 26 Aspectos a considerar en los cultivos .....	72

Ilustración 27 Circulo económico de la Enfermedad .....	73
Ilustración 28 Metodología COSU .....	74
Ilustración 29 Quality Function Deployment .....	75
Ilustración 30 Metodología WISE .....	76
Ilustración 31 Tipos de Riesgos en la Agricultura.....	81
Ilustración 32. Pirámide de los Niveles de Medición .....	82
Ilustración 33 Ubicación Extensor Carpi Radialis .....	89
Ilustración 34 Ubicación Extensor Carpi Ulnaris.....	90
Ilustración 35 Ubicación Carpi Radialis .....	90
Ilustración 36 Flexor Carpi Ulnaris .....	91
Ilustración 37 Ubicación Biceps Braquis .....	91
Ilustración 38 Ubicación Deltoide Medio .....	92
Ilustración 39 Ubicación de Trapecio .....	92
Ilustración 40 Personas instrumentadas .....	93

## Lista de Tablas

Tabla 1 Muestra Estadística .....	20
Tabla 2 Muestra según el nivel.....	21
Tabla 3 Resumen Búsqueda Sistemática de Información .....	22
Tabla 4 Datos demográficos.....	27
Tabla 5 Filtro de Riesgos Recolectores de Café .....	28
Tabla 6 Análisis CopSoq .....	29
Tabla 7 Reporte de molestias en parte del cuerpo.....	31
Tabla 8 Reporte de molestias según tiempo .....	31
Tabla 9 Reporte de molestias en los últimos 12 meses .....	31
Tabla 10 Reporte de duración de molestias en los últimos 12 meses.....	31
Tabla 11 Reporte de duración de la molestia .....	32
Tabla 12 Reporte tiempo de molestia que le haya impedido laborar al recolector de café.....	32
Tabla 13 Reporte sobre tratamiento médico a molestias .....	32
Tabla 14 Reporte molestias en los últimos siete días .....	32
Tabla 15 Convenciones de color según porcentaje de incomodidad .....	33
Tabla 16 Consolidado de la evaluación del Rapid Upper Limb Assessment .....	39
Tabla 17 Consolidado de la evaluación del Ovako Working Analysis System .....	43
Tabla 18 Medidas Antropométricas Recolectores de Café .....	46
Tabla 19 Descriptivos de los resultados de EMG's .....	47
Tabla 20 Vectores propios componentes principales .....	50
Tabla 21 Porcentaje de Tiempo En rangos articulares para la desviación lateral que permanecen en la actividad de recolección de café. ....	51
Tabla 22 Porcentaje de Tiempo en rangos articulares para la flexión y extensión de espalda en la actividad de recolección de café.....	52
Tabla 23 Porcentaje de permanencia en rangos articulares de la flexión y extensión del brazo. ....	53
Tabla 24 Abducción y Aducción del Brazo .....	54
Tabla 25 Porcentaje de permanencia en rangos articulares en cuanto a la abducción y aducción del brazo .....	54

Tabla 26 Porcentaje de permanencia en rangos articulares en cuanto a los movimientos del antebrazo .....	55
Tabla 27 Herramientas de Primer Nivel .....	83
Tabla 28 Herramientas de Segundo Nivel.....	85
Tabla 29 Herramienta de Tercer Nivel .....	86
Tabla 30 Equipos para el tercer nivel .....	93
Tabla 31 Insumos para realizar la medición del tercer nivel.....	94

# 1 Introducción

## 1.1. Problemática (Justificación)

En la actualidad, la demanda de alimentos a nivel mundial ha ido creciendo conforme al aumento de la población. Colombia es un país en vía de desarrollo y con bastante biodiversidad, se destaca porque uno de los aspectos con mayor potencial de trabajo está en el campo la agricultura y especialmente en el cultivo del café. Según datos de la Oficina Internacional del Trabajo (ILO), la mitad de la fuerza laboral a nivel mundial se encuentra en el sector agrícola; sumándole que la agricultura es una de las actividades más peligrosa por las condiciones y riesgos en las que los trabajadores se encuentran expuestos; junto con otros dos motores importantes de la economía como lo son la minería y la construcción. Siguiendo un lineamiento general de la ILO encaminada a una agricultura socialmente sostenible con la bandera de garantizar condiciones de trabajo seguras y sanas. Esta investigación tendrá un foco dirigido al sector agrícola (Oficina Internacional del Trabajo s.f.).

Basado en las anteriores consideraciones se identifica que, autores como Fathallah (2010) Meyerts et. Al (2000), Kirkhorn, Earle-Richardson & Banks (2010), consideran que los trabajadores se encuentran expuestos a condiciones que generan riesgos en desordenes musculoesqueléticos (DME) en su actividad diaria. Según Bureau of Labor Statistics (2015) (BLS) en el 2014 se reportaron 33.8 casos de enfermedades relacionadas con DME por cada 1.000 trabajadores. Para el caso de la República de Colombia según datos reportados por el ministerio de trabajo en 2013 el 9.47% de las enfermedades laborales calificadas se encuentran en el sector de la agricultura, ganadería, caza y silvicultura. Asimismo, la tasa de enfermedades laborales para el sector de la agricultura Se estima que la tasa de enfermedades laborales corresponde a una tasa de 169.73 por cada 1000 afiliados, y se encuentran 37 enfermedades laborales calificadas que corresponden específicamente a la actividad de siembra, cultivo y recolección. (Ministerio del Trabajo 2015).

La agricultura es un sector de interés internacional y de gran impacto económico en Colombia. Según datos oficiales el Producto Interno Bruto (PIB) de la República de Colombia en el 2015, el sector de la agricultura tuvo un aporte del 6,24% al PIB cifra tomada del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2016). Por lo tanto, es importante realizar una investigación de ergonomía en el sector de la agricultura que contribuya a generar un cambio en el pensamiento del agricultor colombiano. Además, Colombia al ser uno de los principales países productores de Café a nivel mundial; donde compite con países como Brasil, Vietnam, Indonesia, India entre otros; tiene una oportunidad de mejorar las condiciones de trabajo de los campesinos, es por eso que la investigación se

centrará en la recolección de café. (Cerquera y Orjuela 2014) (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia s.f.).

Las condiciones de trabajo en la agricultura colombiana, sobre todo en la recolección manual de café, siguen siendo notecnificadas; es decir, estas siguen siendo manuales y sin tecnificación debido a la topografía colombiana. El cambio más significativo fue evidenciado por Oliveros-Tascón & Sanz-Urbe (2011) donde identificaron que los canastos que una vez fueron construidos con materiales naturales (mimbre), hoy en día son recipientes plásticos. Asimismo, se identificó que el rendimiento de la recolección de café depende de cada trabajador, es decir, que la técnica y demás aspectos son aprendidos de manera empírica.

A nivel nacional son pocos los estudios que se encuentran relacionados con la agricultura respecto a las afectaciones del trabajador. Lo identificado corresponde a investigaciones en la floricultura y en el café, donde para el primer caso se realizó una evaluación teniendo en cuenta lo cuestionarios de auto reporte, evaluación por medio de video, y mediciones directas en cuanto a posturas y actividad muscular electromiografías (EMG) y electro-goniometrías (EGM), diseño de un prototipo de herramienta para corte y la evaluación del mismo en condiciones reales (Barrero, Ceballos, y otros 2012) (Berrio, Barrero y Quintana 2012) (Barrero, Pulido, y otros 2012) (García-Cáceres, y otros 2012). Por otra parte, lo realizado en el café hace referencia a mejoras en la mecanización en los cultivos y las diferentes herramientas que ayudan al aumento de la producción (Oliveros-Tascón y Sanz-Urbe 2011).

Al ser la agricultura uno de los actividades donde los trabajadores se encuentran expuestos a factores de riesgos, se ha identificado alrededor del mundo en estudios que el sector de la agricultura requiere de una alta demanda física para realizar la labor. En los estudios revisados se ha encontrado la existencia de aspectos que generan desórdenes músculo esqueléticos, y que que las patologías más comunemente identificadas en los estudios son: el manguito rotador, artritis en rodillas y caderas, síndrome del túnel Carpiano, y en el tema de la recolección de la cosecha problemas en espalda, mano y hombro (Kirkhorn SR 2010).

Estos problemas en la agricultura se encuentran en tareas que día a día se realizan para cumplir con la labor. Las tareas que son fuentes de lesiones identificadas en una investigación son levantar y movilizar cargas con peso superior a 25 kilogramos, la recolección de la siembra y la repetitividad que se hace con los miembros superiores para alcanzar, manipular y/o cortar los frutos. (Fathallah 2010).

Con el fin de estructurar un camino para desarrollar el estudio es necesario utilizar metodologías existetes como las técnicas de autoreporte, una de estas es el

cuestionario nórdico, donde cada una de las personas que desarrolla la actividad pueda reportar la incomodidad que presenta al desarrollar la misma y evaluar por medio de análisis estadísticos de correlaciones que pueden ocasionar riesgos osteo-muscular al realizar la actividad (Lunner 2012) y así con otras herramientas que permitan evaluar la actividad, hasta el punto de llegar a una evaluación de variables directa en los casos que se consideren pertinentes.

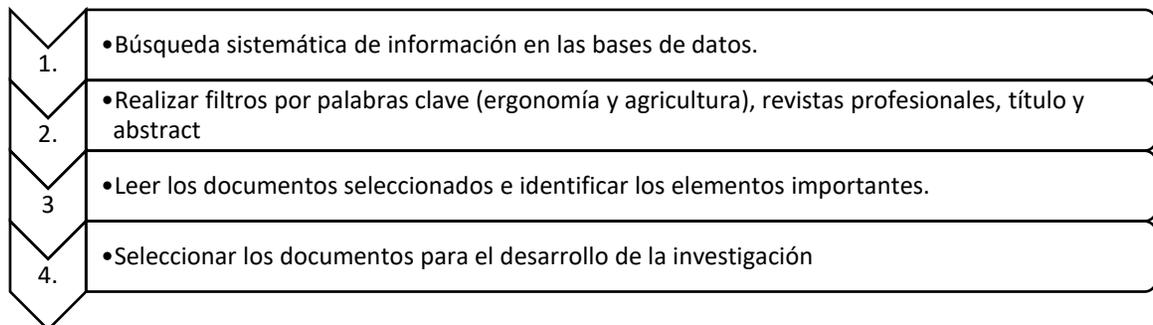
## 1.2. Objetivos y Pregunta de Investigación

### Objetivo General:

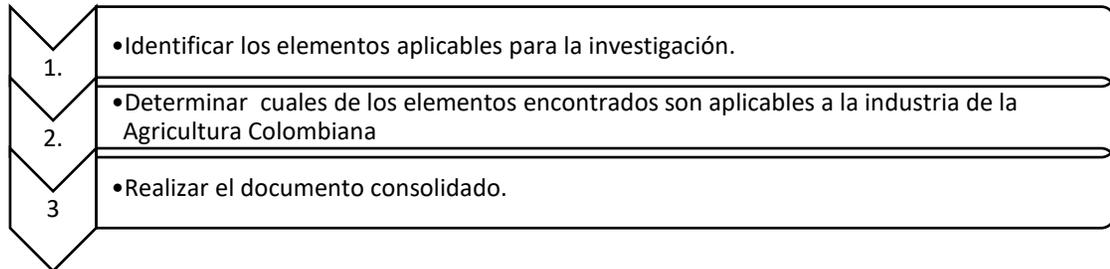
Evaluar los factores de riesgo que puedan llegar a generar lesiones óseo – musculares realizando un análisis biomecánico en campesinos recolectores de café, en una finca tipo de un municipio de un departamento de la República de Colombia, que permita establecer un diagnóstico para proponer mejoras en las condiciones ergonómicas en el trabajo.

### Objetivos específicos:

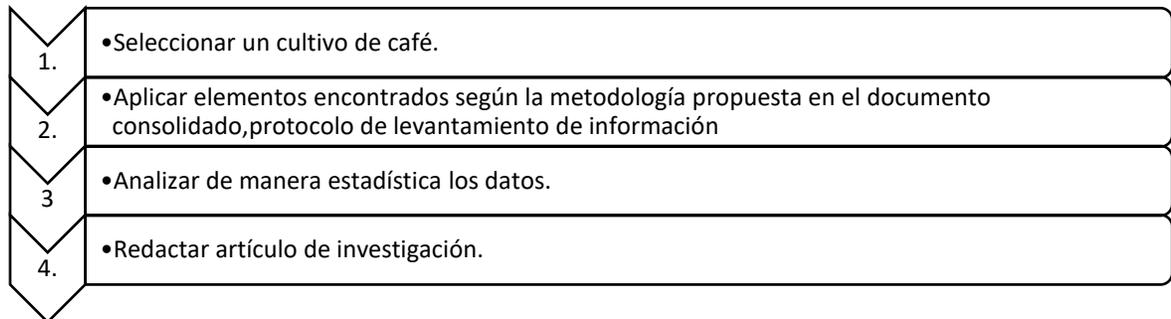
- Caracterizar los tipos de riesgos biomecánicos que afectan los miembros superiores de los recolectores de café con base en lo encontrado en la literatura nacional e internacional, en lo relacionado con la recolección manual en la agricultura.



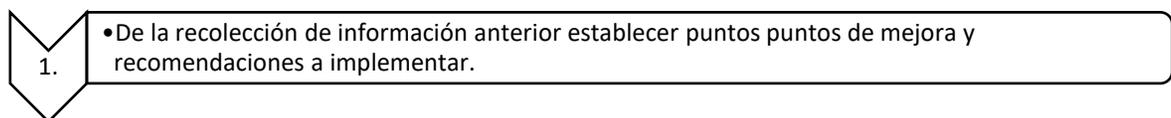
- Diseñar un esquema de trabajo para la realización de un estudio piloto de ergonomía, en el sector del agro colombiano por medio de un análisis biomecánico.



- Evaluar las variables biomecánicas que afectan la demanda muscular y postural, según el esquema de trabajo para la realización de estudios de ergonomía en el sector del agro colombiano en una finca tipo de un departamento de la República de Colombia. Específicamente en la actividad de la recolección manual de café.



- Establecer un diagnóstico de los factores de riesgo biomecánicos de la actividad de recolección manual de café y generar propuestas de mejora.



### **Pregunta de investigación**

¿Cuál es el riesgo óseo - muscular de los recolectores de café por las condiciones de trabajo en cuanto a las variables biomecánicas que afectan la demanda biomecánica presentes en la actividad de recolección (corte y manipulación del grano)?

### **1.3. Alcance y Limitaciones**

#### **Alcance**

El alcance de este proyecto está enmarcado en la realización de un diagnóstico exploratorio de las condiciones biomecánicas musculares y posturales en miembros superiores de los recolectores de café en una finca pequeña de café en el municipio de Marsella Risaralda. Dentro de la investigación se logró construir una cartilla para realizar un diagnóstico que brinda diferentes herramientas,, lo anterior con el fin de brindar una herramienta que le permita al agricultor realizar un diagnósticos del estado de ergonomía y las diferentes posibles recomendaciones para mejorar las condiciones de trabajo, solamente aplicando el primer nivel, ya que los otros dos requieren de personas capacitadas para realizarlo.

Por otra parte, se desarrolló un protocolo de levantamiento de información, además fueron especificadas las herramientas de primer, segundo y tercer nivel, que corresponden a herramientas de autoreporte, observacionales y de medición directa respectivamente, que fueron aplicadas para la investigación realizada

De la investigación se obtuvo lo siguiente:

Estudio bibliográfico detallado sobre evaluación ergonómica en el agro. Basado en esta información se desarrolla una metodología para realizar evaluación ergonómica objetiva y cuantificable con respecto a las condiciones biomecánicas musculares y posturales de las actividades que se realizan en el agro.

En base a los resultados obtenidos en este trabajo de maestría se preparó un artículo de investigación publicable.



Artículo Café 1.pdf

*Ilustración 1 Artículo de Café*

Enlace para acceder al Artículo de Café:  
<https://drive.google.com/open?id=1ScBbB5sW7AYsrFA2hT7sZ2RBBWfrqEkJ>

## **Limitaciones de la Investigación**

El proyecto de investigación contó con varias limitaciones para su desarrollo, a continuación se nombrarán las identificadas:

- La fecha de recolección de café depende del clima que se da en la región, se sabe que hay dos cosechas al año; una en los meses de abril-mayo y otra en los meses de octubre-noviembre.
- El acceso a las fincas es limitado, lo que genera que el número de trabajadores para realizar la investigación sea limitado.
- El número de trabajadores de una finca depende de la extensión de esta por ejemplo para una finca de 5000 m<sup>2</sup> se requiere de 8 recolectores por dos días.
- Las herramientas de recolección de información son limitadas, su uso requiere de condiciones estrictas para su ejecución. Solo se podría recoger la información de demanda muscular y postural de un sujeto por día.
- Se asume que todos los trabajadores están en buenas condiciones de salud, porque no fue posible realizar un examen de salud previo.

#### 1.4. Metodología

Con la realización de este proyecto se dio respuesta a la pregunta de investigación anteriormente mencionada. Para esto, fue necesario efectuar una recolección de información, siguiendo un esquema estructurado, siendo de suma importancia que los sujetos que participaron de la investigación lo realizaron de forma voluntaria y se aplicó un consentimiento informado sobre lo que se realizó.

##### 1.4.1. Herramientas

El estudio inició con la implementación de encuestas (primer nivel) que se aplicaron al 100% de los participantes. Esta encuesta fue un cuestionario; tal como Silverstein y otros en 2012 y Nonneman y otros en 2010 usaron para sus estudios de investigación.

Por otra parte, se realizó una evaluación de tipo observacional (segundo nivel) usando videocámaras para que después fuese posible realizar un análisis con herramientas de segundo nivel para evaluar la actividad; esta medición se les realizó al 30% de los sujetos. En la literatura se encontraron herramientas para hacer esta evaluación, que pueden ser el *Rapid Entire Body Assessment* (REBA), el *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA), el *Occupational Repetitive Action* (OCRA) que permite realizar una evaluación de movimientos repetitivos o el *Job Strain Index*, herramientas usadas en diferentes estudios por Deros y otros en 2014 y Lundqvist, Stal y Pinzke en 2008.

Asimismo, se contempló la incorporación de algunas medidas antropométricas tal como (Syuaib, 2015) incorporó en su análisis postural en recolectores de cultivos de palmas de aceite, de la cuales se destacan 13 medidas que permiten identificar estatura, alcances, entre otras. Lo anterior, con el fin de contrastar con las imágenes de las herramientas posturales y determinar mejoras respecto a la antropometría. Las medidas consideradas se encuncian a continuación:

- **Estatura:** La altura máxima desde la cabeza hasta el plano horizontal de la base del suelo. (9)
  - Esta medida es útil para diseñar puertas, techos y escaleras o cualquier obstáculo en la parte superior. En el caso de los cultivos una recomendación es que en lo posible estos no superen la altura media.
- **Altura ojos- suelo:** Distancia vertical desde el eje horizontal que pasa por el centro de la pupila del ojo hasta la superficie del suelo. (10)
  - Esta medida es útil para establecer el ángulo de visión en el puesto de trabajo.
- **Alcance vertical:** Distancia vertical medida desde el plano horizontal del suelo hasta la punta de los dedos unidos, con la mano abierta y el brazo extendido hacia arriba.
  - **Esta medida es útil para** determinar el máximo alcance vertical en postura bípeda, es por recomendación que los cultivos según la muestra no superen los 221 centímetros.
- **Altura espina iliaca:** Distancia vertical desde la Espina Iliaca anterior y superior hasta el plano del suelo.
  - **Esta medida es útil para** establecer el alcance frontal y el diseño de barandales de seguridad, para los caminos o subidas que hay en los diferentes terrenos que se pueden adecuar con maderas de cultivos anteriores, que permitirían reducir las caídas.
- **Alcance horizontal o funcional:** Distancia horizontal medida desde el plano vertical que pasa por el Occipital, las Escápulas y los Glúteos, hasta el eje vertical que se produce en la mano con el puño cerrado.
  - **Esta medida es útil para** establecer la distancia que máximo deberían dejar crecer las ramas del árbol de café y obligaría a un mantenimiento preventivo del cultivo.
- **Altura codo- suelo:** Distancia medida desde el suelo hasta la depresión del codo, cuando el sujeto tiene su brazo paralelo a la línea media del tronco y el antebrazo formando un ángulo aproximadamente de 90.
  - **Esta medida es útil para** el diseño de mesas utilizadas en trabajo en postura bípeda.
- **Anchura codo-codo:** Distancia horizontal medida entre los codos.

- **Esta medida es útil para** establecer el ancho que deberían tener los diferentes surcos de café para que la movilidad de los recolectores se realice de mejor manera, aunque esto reduciría la los arboles por metro cuadrado, pero agilizaría la tasa de recolección.
- **Envergadura:** Distancia máxima horizontal existente entre la punta de los dedos anulares de la mano izquierda y la mano derecha. Medida tomada con los brazos extendidos hacia los lados y las palmas de las manos mirando al frente.
  - **Esta medida es útil para** establecer el ancho para distancias de puertas, pasillos o corredores en donde se manejan cargas.
- **Altura hombro izquierdo- suelo:** Distancia vertical medida desde la superficie del suelo hasta un punto equidistante del cuello y el Acrómion izquierdo (prominencia ósea de hombro).
- **Altura hombro derecho- suelo:** Distancia vertical medida desde la superficie del suelo hasta un punto equidistante del cuello y el Acrómion derecho (prominencia ósea de hombro).
  - **Esta medida es útil para** determinar la altura a la que se deben encontrar los productos en los anaqueles y para el diseño de los anaqueles en el furgón.

Después de realizar un análisis preliminar de las herramientas, se seleccionó algunos segmentos corporales y músculos para proceder a realizar una evaluación de la demanda muscular y postural de los recolectores de café. Se hizo por medio de dos herramientas de medición especializadas y se aplicaron al 10% de los participantes. Estas herramientas fueron la electromiografía y el uso de sensores inerciales, tal como Barrero, Pulido, y otros 2012, Earle-Richardson, y otros 2008, Ramahi y Fathallah 2006, Silverstein, y otros 2012, Saber, Bryant, y otros 2009 las usaron en sus investigaciones. Para esto se siguen normas estandarizadas para realizar la medición de electromiografía según Perotto, y otros 2011, Freriks, y otros 1999, Stegeman y Hermens 2007 y las recomendaciones del *Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles* (SENIAM).

El procesamiento para este estudio se realizó mediante un software de procesamiento de las señales de Electromiografía (EMG), de acuerdo con las recomendaciones internacionales SENIAM. Como primera medida, las señales registradas fueron filtradas para atenuar el ruido inducido por la red eléctrica por medio de un filtro pasa bajo con una banda de rechazo comprendida entre los 55 Y 65 Hz. Posteriormente, se determinaron los esfuerzos máximos voluntarios MVC (necesarios para el análisis de los datos de EMG, debido a que hay que

normalizar las señales para poder realizar las comparaciones entre usuarios), tomando el valor pico de la señal RMS calculado para una ventana de 200 ms. Las señales capturadas durante la ejecución de las tareas y durante los protocolos de tareas generadoras de fatiga son suavizadas con el procedimiento anterior. La señal suavizada de las tareas se normalizó dividiéndola por el valor pico de la señal MVC previamente evaluada. La señal estandarizada se usó para realizar el análisis *Amplitude Probability Distribution Function* APDF.

Para las señales de Inerciales se analizó en tres segmentos corporales el antebrazo, el brazo y la espalda, donde se posicionaron tres sensores 1 MTw, se recogió la información por medio del equipo Awinda Recording and Docking Station integrándose con el bluetooth del equipo al computador.

### 1.4.2. Participantes

Los sujetos de la investigación fueron recolectores de café de una finca de de Marsella, Risaralda, Colombia. Para el calculo de la muestra de investigación se realizó una estimación de proporciones de la población de recolectores de café donde no se conoce el tamaño de población recolectora de café, pero si se tiene el conocimiento de la demanda que se requiere de recolectores por los departamentos. Para esto se realizó el cálculo con una confianza del 90% un error del 10% y una proporción de 50%; con el fin de obtener un numero óptimo de la muestra.

Entonces,

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2} \text{ (Walpole, Myers y Myers 1999)}$$

N= Población

p=0,5

q= 1-p=0,5

Z=1,64

e=0,1

Tabla 1 Muestra Estadística

Población Colombiana	48.747.708,00	
	Quindío	Cundinamarca
Departamento	518.691	2.228.682
Municipio	24.766	32.748
Número de Recolectores en el Departamento	6.804	40.628
Número de Recolectores Estimados por Municipio	324	568
Muestra	56	60

Fuente: Elaboración propia.

Dado que la muestra es alta para el alcance de la investigación, se optó por utilizar un modelo de sub-muestreo por conveniencia. Este se basó en las muestras usadas en otros tipos de investigación, estos contaron con la participación entre 10 y 19 sujetos (Silverstein, Barbara A y otros 2012, Berrio, Shyrle y otros 2012 y Earle-Richardson, Giulia, y otros 2008).

Se obtuvo una sub-muestra de 26 personas como muestra para la recolección de información de primer nivel, 10 personas para la información de segundo nivel, superior al 30% de la muestra y 8 personas para la recolección de información de tercer nivel, superior al 10% de la muestra.

Frente a lo anterior, se realizó la siguiente toma de datos

*Tabla 2 Muestra según el nivel*

<b>Nivel</b>	<b>Número de Sujetos</b>
Primer Nivel	26
Segundo Nivel	10
Tercer Nivel	8

Fuente: Elaboración propia

Para caracterizar y realizar filtros los participantes, dentro de la selección de la muestra se contempló la aplicación de un formulario de recolección de información demográfica, antecedentes médicos y otros elementos de información personal que pudieran tener los participantes del estudio.

## 2 Búsqueda Sistemática de Información

Para la búsqueda sistemática de información referente al tema de investigación, fue necesario definir las palabras claves que se establecieron como filtros de información.

Para esto, fue necesario entrar a las bases de datos de la Escuela Colombiana de Ingeniería, en esta se tomó base por base y se realizó la búsqueda teniendo en cuenta las palabras claves (ergonomía y agricultura) y la búsqueda booleana.

La búsqueda fue realizada en 21 bases de datos, de las cuales solo en 18 se encontraron artículos referentes a las palabras claves seleccionadas, en estos 18 el número de artículos que arrojó fue de 10.900. Después se procedió a realizar un filtro por título donde el número de artículos seleccionado fue de 197, luego se procedió a realizar el filtro por abstract, donde el resultado fue de 121 artículos, de esos 121 finalmente se seleccionaron 97 artículos disponibles.

Tabla 3 Resumen Búsqueda Sistemática de Información

Resumen Búsqueda Sistemática de Información					
Base de Datos	Palabras Claves	Número de Artículos	Filtro Por Título	Filtro Por Abstract	Disponible
AccessEngineering	Ergonomics Agriculture	7	2	2	2
ACM		61	1	1	1
ASTN COMPASS		9	1	1	1
Compendex		619	22	22	6
Computer Source		39	-	-	-
Computing		42	-	-	-
Ebooks		861	8	7	7
EBSCOhost		1.172	21	21	16
Fuente Académica		7	3	3	3
IEE		11	1	1	1
Koovel		-	-	-	-
Latindex		-	-	-	-

Resumen Búsqueda Sistemática de Información					
Base de Datos	Palabras Claves	Número de Artículos	Filtro Por Título	Filtro Por Abstract	Disponible
Master File Premier		691	2	2	1
Ovid		3.240	-	-	-
SAGE Journals		225	7	7	7
Science Direct		1.429	62	1	1
Scopus		-	-	-	-
Springel Link		885	11	10	10
Taylor and Francis		755	25	25	24
Web of Science		60	16	4	4
Wiley Online Library		787	15	14	13
<b>Total Artículos</b>		10.900	197	121	97

Fuente: Elaboración propia

## 2.1. Hallazgos de la Revisión de la Literatura

De la información se realizó una extracción de elementos que contiene información de cómo se componen los cultivos en los países en vía de desarrollo y los riesgos a los que se enfrentan los trabajadores que desarrollan sus actividades en la agricultura. Asimismo, se identificaron las metodologías para desarrollar una intervención en la agricultura y cuales son las herramientas más usadas para desarrollar una intervención ergonómica. Finalmente, algunas herramientas y equipos mejoran las condiciones de trabajo ([Ver Anexo 1](#)).

## 2.2. Desarrollo de la Cartilla

Para el diseño de un esquema de trabajo que permita la realización de estudios piloto de ergonomía en el sector del agro colombiano se extrajeron elementos de la literatura consultada y se construyó una cartilla con diferentes herramientas que le permitirá, tanto a pequeños como grandes cultivos, tener un diagnóstico de su actividad. Para la aplicación de la cartilla se debe contemplar que para las herramientas de segundo o tercer nivel será necesario el acompañamiento de profesionales con conocimientos en el área.



CARTILLA PARA  
DESARROLLAR UN D

*Ilustración 2 Cartilla para desarrollar un diagnóstico de ergonomía en la agricultura*

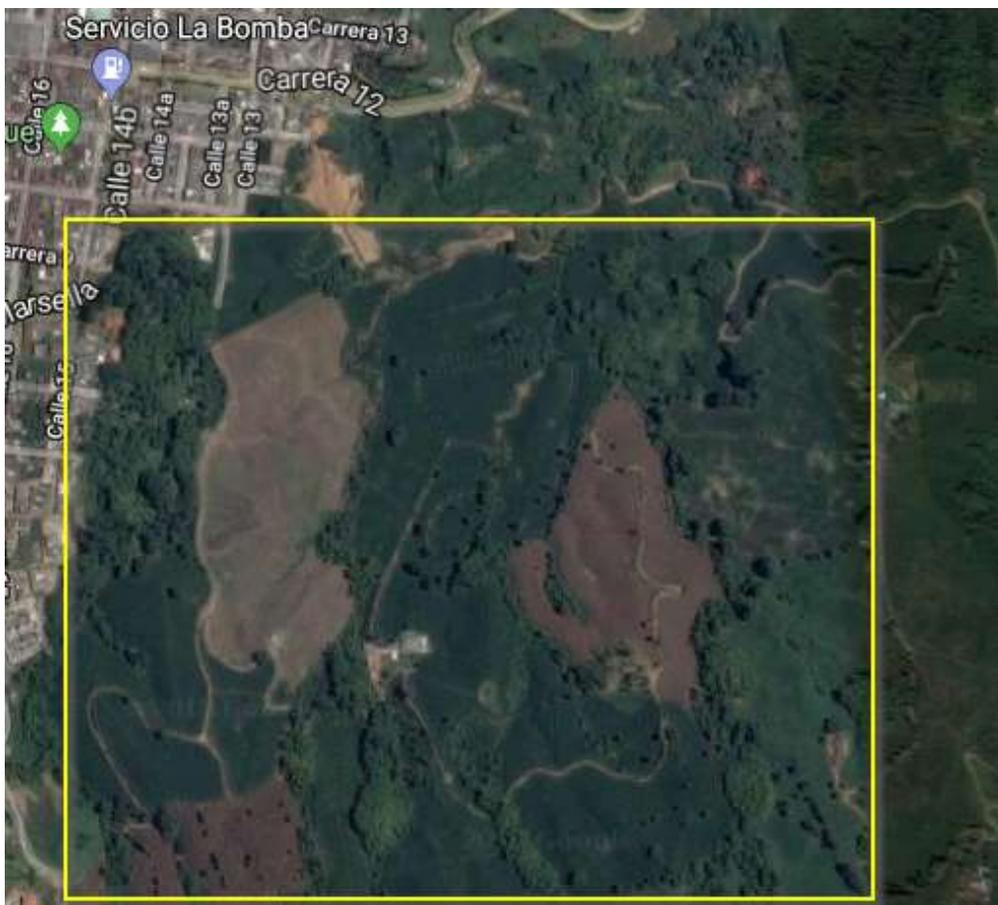
*Enlace de acceso a la Cartilla para desarrollar un diagnóstico de ergonomía en la agricultura:*

[https://drive.google.com/open?id=1\\_lpkEBOUggFgZqFC6-LXwUZqQLJvuApK](https://drive.google.com/open?id=1_lpkEBOUggFgZqFC6-LXwUZqQLJvuApK)

Para realizar el caso de estudio en la finca del eje cafetero, más específicamente en Marsella Risaralda, la cartilla anterior sirvió de bases y se levantó un protocolo de levantamiento de información (Ver Anexo 2. Protocolo de Levantamiento de Información).

### 3 Resultados del caso de estudio

El estudio se realizó en tres fincas del municipio de Marsella, Risaralda, es una finca grande, que contaba con más de 200 recolectores de café.



*Ilustración 3 Finca Grande*

Fuente: Google Maps

La segunda denominada como una fina mediana que contaba con 50 recolectores de café



*Ilustración 4 Finca Mediana*

Fuente: Google Maps

Y finalmente una finca pequeña que contaba con 10 recolectores de café.



*Ilustración 5 Finca Pequeña*

Fuente: Google Maps

Para la recolección de información de primer nivel se visitaron las 3 fincas donde los recolectores voluntariamente accedieron a contestar las diferentes preguntas relacionadas al primer nivel. Para la recolección de información de las herramientas de segundo y tercer nivel, la base de estudio se realizó en la finca pequeña.

### 3.1. Primer Nivel

Se realizó el diagnóstico de la situación en la región mencionada anteriormente. Frente a la información recolectada de primer nivel se contó con 26 voluntarios, que aceptaron participar en el estudio, su información demográfica es la siguiente:

*Tabla 4 Datos demográficos*

<b>Variable</b>	<b>Masculino</b>	<b>Femenino</b>
Media Tiempo realizando oficios similares (En años)	21,07	12,18
Máximo Tiempo realizando oficios similares (En años)	62	30
Mínimo Tiempo realizando oficios similares (En años)	0,04	0,08
Desviación estándar realizando oficios similares (En años)	17,73	12,53
Dominancia Izquierda	14	4
Dominancia Derecha	7	1
Media Edad	38,2	28,9
Máximo Edad	72	43
Mínimo Edad	15	21
Desviación Estándar Edad	16,9	7,7
Media Peso (Kg)	64,29	63,63
Máximo Peso (Kg)	78	72

<b>Variable</b>	<b>Masculino</b>	<b>Femenino</b>
Mínimo Peso (Kg)	50	56
Desviación estándar Peso (Kg)	7,51	5,83
Media Estatura (cm)	167,06	158
Máximo Estatura (cm)	180	177
Mínimo Estatura (cm)	157	148
Desviación Estándar Altura (cm)	6,39	10,27
IMC Promedio	23,04	25,49
Clasificación IMC	Peso normal	Sobrepeso

Fuente: Elaboración propia

Frente a lo anterior, la información recolectada arrojó que las personas sin importar el sexo tienden a tener una dominancia en su mano derecha. En cuanto a la edad, en hombres se encuentra en promedio entre los 38 años con una desviación estándar de 16 años, mientras que en las mujeres el promedio es de 28 con una desviación estándar de 7 es de veinte años. En cuanto a las condiciones físicas de las personas se observa que los hombres en promedio arrojaron que su índice de masa corporal (IMC) es normal y de las mujeres con sobrepeso. Por último, se evidenció que la mayoría de las mujeres encuestadas eran de altura promedio de 158 cm con una desviación estándar de 10,27 cm.

### **3.1.1. Filtro de Riesgos**

El análisis del filtro de riesgos se realizó basándose en la percepción que cada recolector poseía en el desarrollo de su actividad.

A continuación, se muestra una tabla por cada tarea, en donde se hace un conteo de las personas que la realizan que identificaron que están expuestos a algún riesgo por repetición, postura, fuerza, vibración, iluminación, ruido y temperatura.

*Tabla 5 Filtro de Riesgos Recolectores de Café*

<b>Filtro de Riesgo Población Encuestada</b>
--

	Repetición	Postura	Fuerza	Vibración	Iluminación	Ruido	Temperatura
Si	25	26	25	0	4	1	19
No	1	0	1	26	22	25	7

Fuente: Elaboración propia

Frente a la tabla anterior se puede determinar que la percepción de riesgo reportada por los recolectores de café al realizar su labor se encuentra en la postura, fuerza, repetición y temperatura. No se realiza la segmentación por género porque el interés recae en la actividad como tal.

Lo anterior confirma que realizar esta investigación con un enfoque de análisis biomecánico es pertinente según la visión de los recolectores y del investigador.

### 3.1.2. Análisis CopSoq versión Corta

Analizando de manera general y por género los resultados obtenidos con el formato CopSoq versión corta, se encontró que, en promedio las 26 personas a las que se les realizó el piloto reportaron lo siguiente:

Tabla 6 Análisis CopSoq

CopSoq versión Corta			
Dimensión Psicosocial	Población	Femenino	Masculino
Exigencias psicológicas	5,62	3,75	6,44
Trabajo activo y posibilidad de desarrollo	24,27	24,88	24,00
Inseguridad	7,00	5,25	7,78
Apoyo social y calidad de liderazgo	31,60	32,38	29,50
Doble presencia	6,21	7,25	5,06
Estima	11,54	12,50	9,83

Fuente: Elaboración propia

La situación más desfavorable corresponde a la inseguridad. Esto se debe a las escasas compensaciones del trabajo e inseguridad contractual. Esto se evidencia en el sector, debido a que la recolección de café es una cosecha de temporada y cuando termina las personas quedan, en muchas ocasiones, a la deriva en sus condiciones de vida.

Entrando a evaluar los resultados por género, se identifica que por la herramienta las mujeres trabajadoras realizan la mayor parte del trabajo doméstico y familiar, lo que implica una doble carga de trabajo si lo comparamos con los hombres. Además, el trabajo familiar y doméstico implica exigencias que deben asumirse de forma simultánea a las del trabajo remunerado, y su organización dificulta o facilita la compatibilización de ambos.

Las demás dimensiones, a excepción de la exigencia psicológica, deben ser consideradas ya que se encuentran en un nivel de exposición medio. Se deben tener en cuenta los siguientes temas para una reestructura en el entorno de los recolectores de café.

1. Incrementar el control sobre los contenidos y las condiciones de trabajo
  - Incrementando las oportunidades de desarrollo de nuestras habilidades y conocimientos; evitando el trabajo monótono y repetitivo, formándolos en otras actividades.
2. Incrementar el apoyo en el trabajo:
  - Facilitando el apoyo entre el personal disponible, el comité de cafeteros y el gobierno.
3. Aumentar las compensaciones del trabajo.
4. Garantizar el respeto y el trato justo.
5. Garantizar la seguridad y la estabilidad en el empleo y en las condiciones de trabajo (jornada, sueldo, etc....).
6. Eliminar la discriminación por sexo, edad, etnia.
7. Permitir la compatibilización entre la vida laboral y familiar. La selección y puesta en marcha de las medidas preventivas necesarias debe hacerse con su participación.

### **3.1.3. Análisis del cuestionario nórdico**

En la recolección de información del cuestionario nórdico se buscó extraer información con varias preguntas sobre molestias o incomodidades relacionadas con la actividad de recolección de café.

Una vez analizados los datos, se encontró que, para los recolectores de café, las incomodidades reportadas son menores de lo que se puede percibir a la vista. Se evidencia el carácter de condiciones culturales, como el talante fuerte entre otras, donde se evidencia que las personas minimizaban el reporte de incomodidad. A continuación, se presentarán los resultados obtenidos para cada una de las preguntas realizadas.

#### **3.1.1.1 ¿Ha tenido molestias en...?**

Tabla 7 Reporte de molestias en parte del cuerpo

	Cabeza	Ojos	Cuello	Hombros	Codos	Muñecas	Manos	Espalda Alta	Espalda Baja	Muslos	Rodillas	Pies
Si	12%	8%	4%	8%	0%	12%	12%	4%	19%	4%	8%	19%

### 3.1.1.2 ¿Desde hace cuánto tiempo?

Las personas aquí reportaron diferentes intervalos de tiempo que no son de interés de la investigación, pero si se puede contrastar con la respuesta a la pregunta anterior. Los resultados se presentan a continuación:

Tabla 8 Reporte de molestias según tiempo

Cabeza	Ojos	Cuello	Hombros	Codos	Muñecas	Manos	Espalda Alta	Espalda Baja	Muslos	Rodillas	Pies
12%	4%	8%	4%	0%	4%	8%	4%	12%	0%	4%	12%

### 3.1.1.3 ¿Ha tenido molestias en los últimos 12 meses en?

Tabla 9 Reporte de molestias en los últimos 12 meses

	Cabeza	Ojos	Cuello	Hombros	Codos	Muñecas	Manos	Espalda Alta	Espalda Baja	Muslos	Rodillas	Pies
Si	0%	4%	8%	4%	0%	8%	23%	4%	12%	4%	12%	12%

### 3.1.1.4 ¿Cuánto tiempo ha tenido molestias en los últimos 12 meses?

Tabla 10 Reporte de duración de molestias en los últimos 12 meses

	Cabeza	Ojos	Cuello	Hombros	Codos	Muñecas	Manos	Espalda Alta	Espalda Baja	Muslos	Rodillas	Pies
1-7 días	0%	0%	8%	0%	0%	4%	8%	4%	8%	0%	8%	8%
8-30 días	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	4%	0%	0%	0%
más de 30 días	0%	0%	0%	4%	0%	0%	8%	0%	4%	4%	4%	8%
Siempre	0%	0%	4%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	4%
N/R	100%	100%	88%	96%	100%	92%	81%	96%	85%	96%	88%	81%

### 3.1.1.5 ¿Cuánto dura cada molestia?

Tabla 11 Reporte de duración de la molestia

	Cabeza	Ojos	Cuello	Hombros	Codos	Muñecas	Manos	Espalda Alta	Espalda Baja	Muslos	Rodillas	Pies
menos de 1 hora	4%	4%	4%	4%	0%	8%	12%	4%	4%	0%	0%	4%
1-24 horas	0%	0%	8%	0%	0%	0%	4%	0%	12%	0%	8%	8%
1-7 días	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%
1-4 semanas	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%
más de 1 mes	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%
N/R	96%	96%	88%	96%	100%	92%	77%	96%	85%	96%	88%	81%

### 3.1.1.6 ¿Esta molestia le ha impedido trabajar en los últimos 12 meses?

Tabla 12 Reporte tiempo de molestia que le haya impedido laborar al recolector de café

Respuestas	Registros
0 días	77%
1-7 días	15%
1-4 semanas	8%
más de un 1 mes	0%

### 3.1.1.7 ¿Ha recibido tratamiento médico por estas molestias?

Tabla 13 Reporte sobre tratamiento médico a molestias

Respuesta	Registros
Si	35%
No	65%

### 3.1.1.8 ¿Ha tenido molestias en los últimos 7 días en...?

Tabla 14 Reporte molestias en los últimos siete días

	Cabeza	Ojos	Cuello	Hombros	Codos	Muñecas	Manos	Espalda Alta	Espalda Baja	Muslos	Rodillas	Pies
Si	0%	0%	4%	4%	0%	4%	0%	4%	8%	4%	8%	12%
No	100%	100%	96%	96%	100%	96%	100%	96%	92%	96%	92%	88%

### 3.1.1.9 ¿Dentro de una escala de 0-10 califique su incomodidad en...?

Para el análisis de la incomodidad reportada, se determinó que si en un porcentaje de la población analizada, el reporte de incomodidad es 4 o más se debe entrar a considerar como una molestia moderada, esto teniendo en cuenta la escala de Borg (escala de esfuerzo percibido). Por lo tanto, se obtiene la siguiente tabla de convenciones:

*Tabla 15 Convenciones de color según porcentaje de incomodidad*

<b>Color</b>	<b>Porcentaje de la población con reporte mayor o igual a 4 de incomodidad</b>
Verde	0%-10%
Amarillo	10%-25%
Rojo	Más del 25%

Utilizando estas convenciones, los resultados se presentan a continuación:

#### **3.1.1.9.1 General**

### Reporte General de incomodidad General

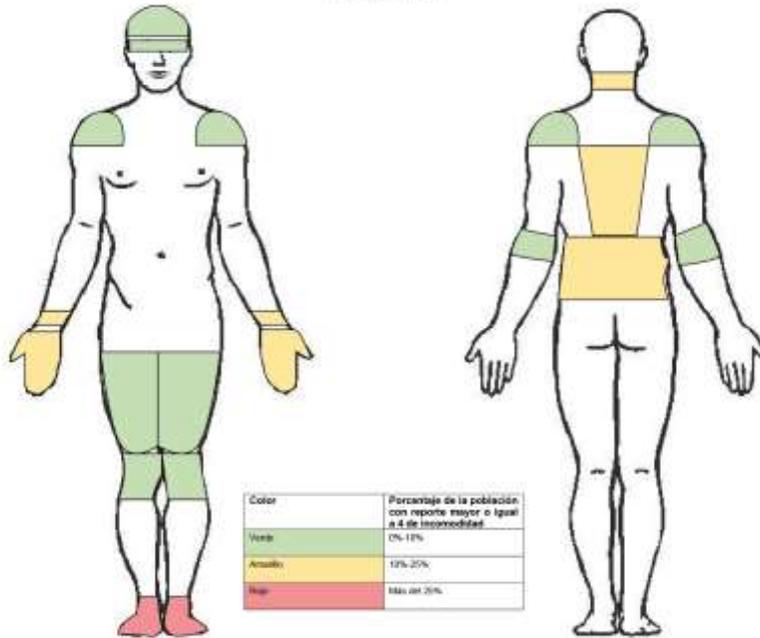


Ilustración 6 Reporte de Incomodidad General  
Fuente: Elaboración propia

#### 3.1.1.9.2 Femenino

### Reporte General de incomodidad Femenino

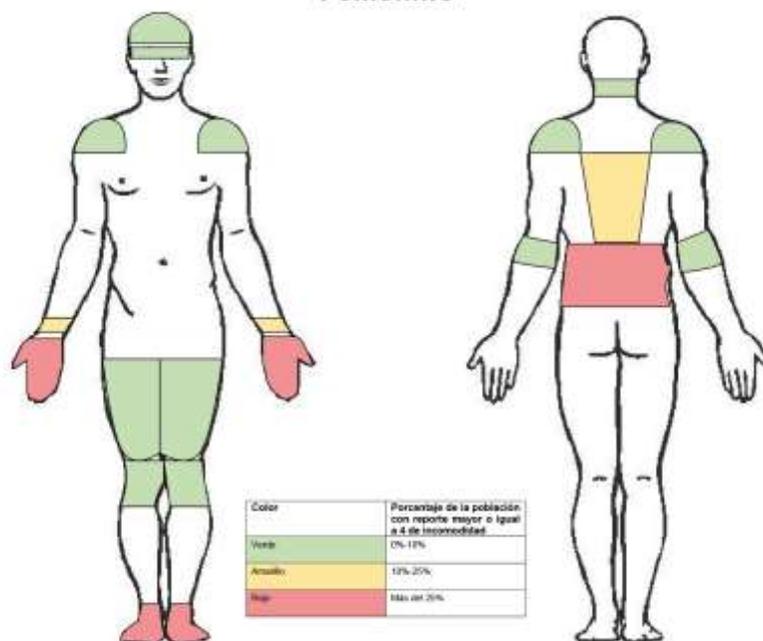


Ilustración 7 Reporte de Incomodidad Femenino  
Fuente: Elaboración propia

#### 3.1.1.9.3 Masculino

### Reporte General de Incomodidad Masculino

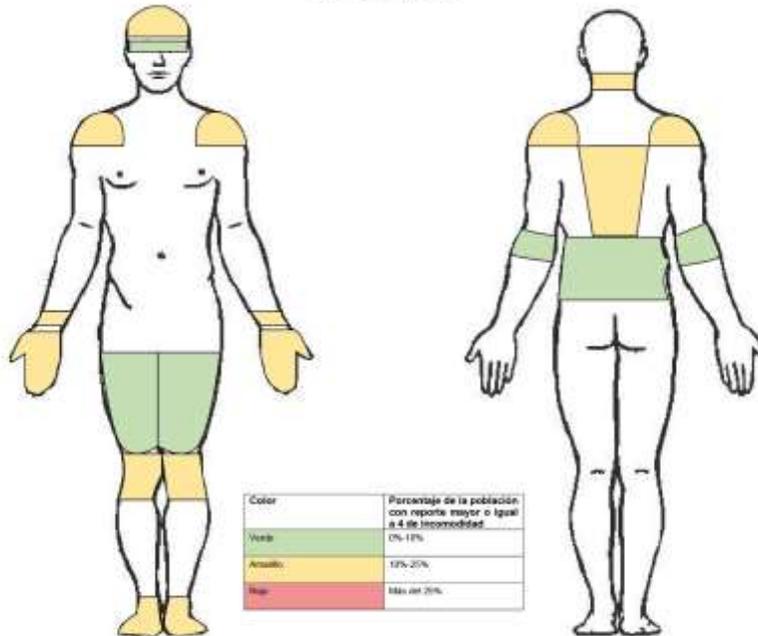


Ilustración 8 Reporte de Incomodidad Masculino  
Fuente: Elaboración propia

#### 3.1.1.10 ¿A qué atribuye estas molestias/incomodidades?

Al consultarle a los recolectores de café sobre las molestias estos se lo atribuyeron a diferentes factores:

Factores asociados al trabajo:

- Postura
- Fuerza
- Mantener postura bípeda por tiempo prolongado
- Condiciones del entorno de trabajo y la actividad como tal
- Por levantamiento de gran peso (el bulto al centro de acopio)
- Elemento de trabajo (Recipiente de depósito de pepa de café)
- Actividad repetitiva

### Factores ambientales

- El calor, asociado al dolor de cabeza

### Factores externos

- Accidente de tránsito

#### 3.1.1.11 ¿Cuánto tiempo al año, dedica usted a la actividad de recolección de café?

Respuestas	Registros
Siempre	8
3 meses	1
8 meses	1
4 meses	1
2 meses	4
6 meses	1
Temporadas de cosecha	10

#### 3.1.1.12 ¿Realiza algún otro trabajo mientras hay cosecha?

Algunos de los participantes se dedican a otras actividades luego de salir de la actividad o cuando no hay cosecha se dedica a las siguientes actividades

- Floristería, Cafetería y Aseo
- Actividades del campo
- Construcción
- Tareas Domésticas/ Ama de casa
- Descansa
- Ninguna

#### 3.1.1.13 ¿Realiza algún tipo de actividad física no relacionada con el trabajo?

Respuestas	Registros
No	23
Ejercicio	1
Trotar	1
Bicicleta	1

### **3.1.4. Consolidado del análisis del cuestionario nórdico**

Después de realizar el procesamiento de la información frente a las diferentes preguntas, se evidencia que el reporte se encuentra en 6 partes del cuerpo, siendo estas la cabeza, las manos, muñecas, espalda alta, espalda baja y pies.

En cuanto al tiempo de las molestias no es alto el porcentaje de personas que hayan reportado que las molestias perduren en el tiempo, salvo algunas donde estas no duran más de una hora y se presentan de uno a siete días en el año.

Las incomodidades las asociaron a los siguientes factores:

1. Factores asociados al trabajo
  - a. Postura
  - b. Fuerza
  - c. Mantener postura bípeda por tiempo prolongado
  - d. Condiciones del entorno de trabajo y la actividad como tal
  - e. Por levantamiento de gran peso (el bulto al centro de acopio)
  - f. Elemento de trabajo (El “coco, recipiente de depósito de pepa de café)
  - g. Actividad repetitiva
2. Factores ambientales
  - a. El calor, asociado al dolor de cabeza
3. Factores externos
  - a. Accidente de tránsito

Lo anterior es contrastable con el filtro de riesgos determinado por los recolectores donde, ellos mismos evidenciaron que los riesgos se evidencian en Repetición, Postura, Fuerza Temperatura.

## 3.2. Segundo Nivel

### 3.2.1. Rapid Upper Limb Assessment RULA

Frente al análisis del RULA se evidenció que, de los grupos de miembros, en donde mayor puntuación fue en el grupo B. Este grupo corresponde al cuello, tronco y piernas. El grupo A, correspondiente a brazo, antebrazo y muñeca mantuvo siempre el mismo nivel puntuación. A continuación, se presenta el resumen de las 32 posturas analizadas. Estas se pueden repetir ya que se analizaron 10 sujetos. Para mayor detalle de la postura, dirigirse al anexo [Resultado Segundo Nivel](#).

RESUMEN DE DATOS:	
<b>Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:</b>	
Puntuación del brazo (1-6)	1
Puntuación del antebrazo (1-3)	2
Puntuación de la muñeca (1-3)	3
Puntuación giro de muñeca (1-3)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) (1-3)	1
Puntuación de carga física (Grupo A) (1-3)	0
<b>Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:</b>	
Puntuación del cuello (1-3)	2
Puntuación del tronco (1-3)	1
Puntuación de piernas (1-3)	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) (1-3)	1
Puntuación de carga física (Grupo B) (1-3)	2



#### NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

**Puntuación final RULA<sup>(1-7)</sup>: 6**

**Nivel de riesgo<sup>(1-4)</sup>: 3**

**Actuación:** Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

Ilustración 9 Ejemplo de RULA

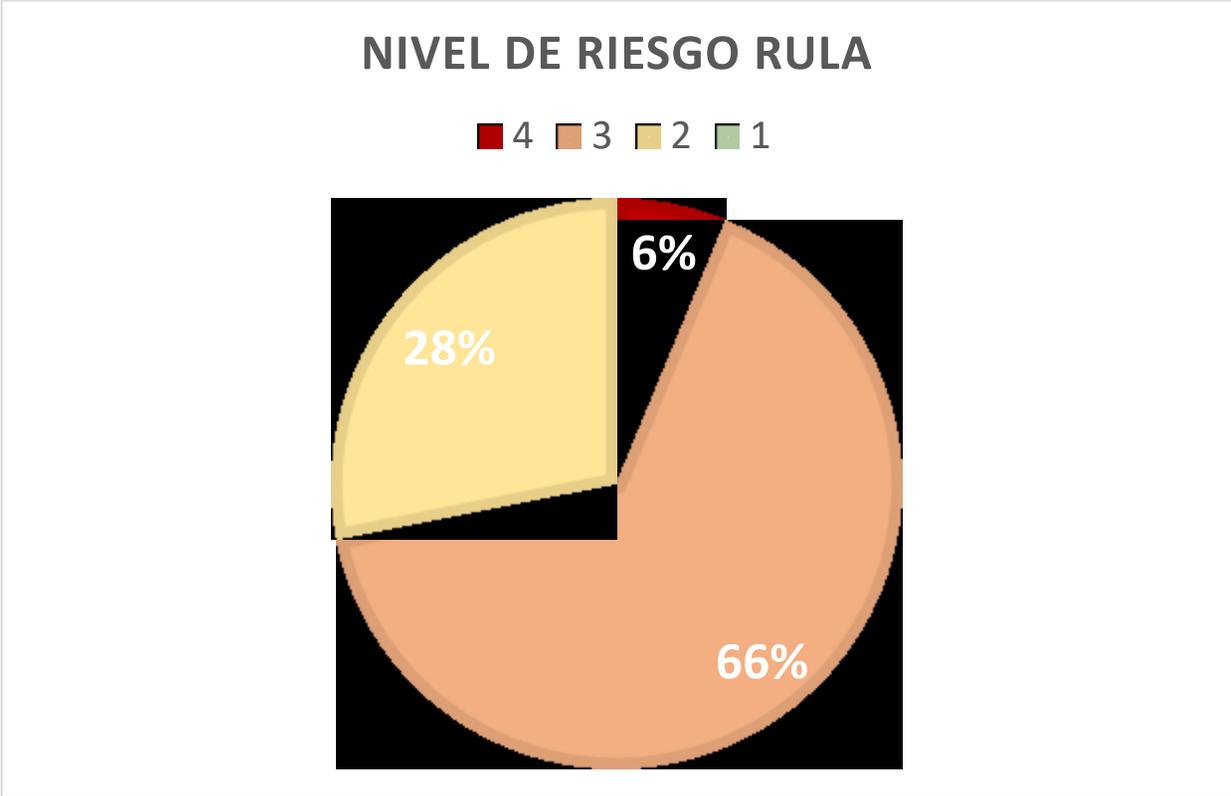
Tabla 16 Consolidado de la evaluación del Rapid Upper Limb Assessment

RULA						
Sujeto	Postura	Grupo A (1-9)	Grupo B (1-9)	Puntuación RULA (1-7)	Nivel de Riesgo (1-4)	
1	2	3	8	7	4	
4	3	5	6	7	4	
1	1	4	6	6	3	

RULA						
Sujeto	Postura	Grupo A (1-9)	Grupo B (1-9)	Puntuación RULA (1-7)	Nivel de Riesgo (1-4)	
1	3	4	8	6	3	
2	1	3	7	6	3	
2	2	4	8	6	3	
2	3	4	6	6	3	
3	1	4	6	6	3	
3	2	4	6	6	3	
3	3	4	9	6	3	
4	1	4	6	6	3	
4	2	4	6	6	3	
4	6	4	7	6	3	
5	2	4	6	6	3	
6	2	4	6	6	3	
7	2	4	6	6	3	
8	3	4	6	6	3	
9	2	4	6	6	3	
9	3	4	6	6	3	
10	1	4	6	6	3	
10	2	4	9	6	3	
10	3	4	7	6	3	
4	5	4	5	5	3	
5	1	4	4	4	2	
5	3	4	4	4	2	
6	1	4	4	4	2	
7	1	4	4	4	2	
8	1	4	4	4	2	
8	2	4	4	4	2	
9	1	4	4	4	2	
4	4	4	3	3	2	
6	3	3	3	3	2	

Fuente: Elaboración propia

Frente al resultado anterior se obtuvo que el 72% de las posturas se encuentran en un nivel de riesgo 3 y 4, lo cual indica que se requiere el rediseño de la actividad o cambios urgentes en la actividad.



*Ilustración 10 Porcentaje de riesgo evaluado según el RULA*

Fuente: Elaboración propia

**3.2.2. Ovako Working Analisis System OWAS**

En cuanto al Ovako Working Analisis System (OWAS), se evidencia que las posturas en las partes del cuerpo más afectadas son la espalda y las piernas y son las que más aportan al nivel de riesgo. Y sucede lo mismo que en el RULA, la postura de los brazos es constante en la actividad. A continuación, se presentan el resumen de las 31 posturas analizadas, estas se pueden repetir ya que se analizaron 10 sujetos. Para mayor detalle de la postura y evaluación del OWAS, dirigirse al anexo [Resultado Segundo Nivel](#).



Postura con más riesgo

	Espalda	Brazos	Piernas	Cargas
Código	2	1	2	1
Postura	Espalda doblada	Los dos brazos bajos	De pie	< 10 Kg.
				

Riesgo de la postura **2**

Frecuencia de la postura 33,33 %

Existen 2 posturas con riesgo 2. La tabla muestra la postura de mayor frecuencia con dicho riesgo. Consulte la lista de códigos para ver el resto de posturas críticas.

Nivel de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
<b>1</b>	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción.
<b>2</b>	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
<b>3</b>	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
<b>4</b>	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frec.	Frec.Rel.(%)	Riesgo
1	1	1	3	1	1	33,33	1
2	2	1	2	1	1	33,33	2
3	4	1	2	1	1	33,33	2

Ilustración 11 Ejemplo de OWAS

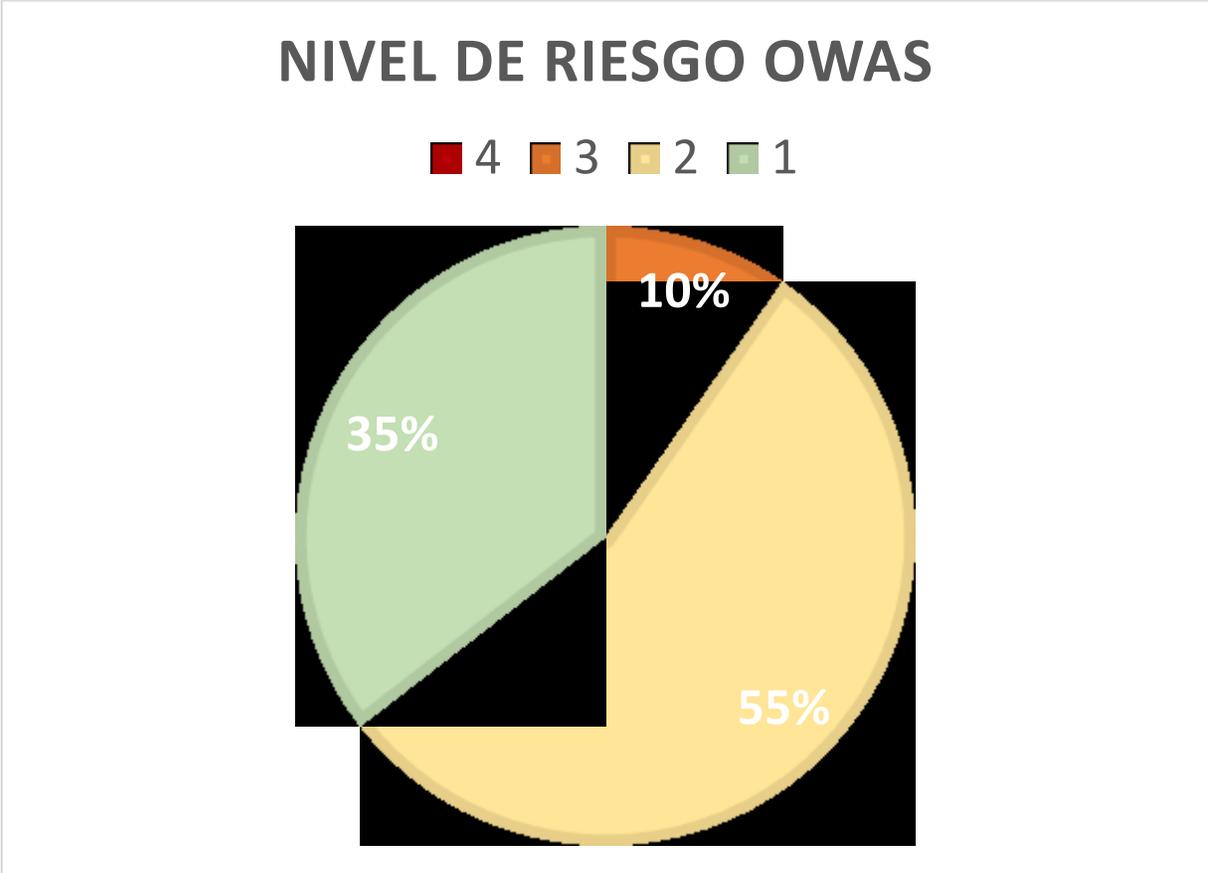
Tabla 17 Consolidado de la evaluación del Ovako Working Analysis System

OWAS							
Sujeto	Postura	Espalda	Brazos	Piernas	Carga		Riesgo
2	3	2	1	5	1		3
9	3	2	3	3	1		3
10	3	2	3	3	1		3
1	1	2	1	2	1		2
2	2	2	1	2	1		2
3	2	2	1	2	1		2
3	3	4	1	2	1		2
4	1	1	1	4	1		2
4	4	1	1	5	1		2
4	5	2	1	2	1		2
4	6	2	2	3	1		2
5	1	2	1	6	1		2
5	2	2	1	2	1		2
6	1	2	1	2	1		2
6	2	2	1	3	1		2
7	1	2	1	2	1		2
7	2	2	1	3	1		2

OWAS						
Sujeto	Postura	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Riesgo
8	3	4	1	3	1	2
9	2	2	1	3	1	2
10	2	2	1	3	1	2
1	2	1	1	3	1	1
2	1	1	1	2	1	1
3	1	1	1	3	1	1
4	2	1	1	2	1	1
4	3	1	3	2	1	1
5	3	1	3	2	1	1
6	3	1	1	3	1	1
8	1	1	2	3	1	1
8	2	1	1	3	1	1
9	1	1	3	3	1	1
10	1	1	3	3	1	1

Fuente: Elaboración propia

Frente al resultado anterior se obtuvo que el 65% de las posturas se encuentran en un nivel de riesgo 2 y 3, lo cual indica que las posturas asociadas al nivel 3 tiene efectos dañinos sobre el sistema musculoesquelético y que por lo tanto se requieren acciones correctivas lo antes posible. En cuanto a las posturas de nivel de riesgo 2 existe una posibilidad de causar daños al sistema musculoesquelético y los cambios pueden ser paulatinos y de acciones correctivas en un futuro cercano.



*Ilustración 12 Porcentaje de riesgo evaluado según el OWAS*

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.3. Antropometría

El cuerpo humano tiene semejanzas entre personas de una misma región, etnia, y otras consideraciones. Sin embargo, presenta siempre diferencias en la forma y en el tamaño de algunas de sus partes. Considerar antropometría como forma de estandarizar y llegar a establecer un lugar o puesto de trabajo adecuado a la población que realizará la labor.

Frente a lo anterior se realizó la medición antropométrica de los sujetos que participaron de manera voluntaria, el resultado que se obtuvo fue:

Tabla 18 Medidas Antropométricas Recolectores de Café

<b>Medida Antropométrica</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Estándar</b>	<b>P5</b>	<b>P10</b>	<b>P50</b>	<b>P95</b>	<b>Mín</b>	<b>Max</b>
Estatura	166,1	6,8	156,0	159,6	166,6	175,5	151,8	177,0
Altura ojos	155,8	6,6	145,7	148,6	156,8	165,1	142,3	165,9
Alcance vertical	209,7	8,9	196,1	201,3	209,0	221,0	190,0	221,0
Altura espina iliaca	97,7	5,2	91,4	94,0	96,5	106,4	88,3	110,5
Altura trocánterica	87,7	5,0	78,7	81,2	88,9	93,2	75,9	94,3
Alcance horizontal	65,3	3,2	60,1	60,8	65,7	69,2	59,5	69,5
Altura codo suelo	101,8	5,2	94,2	96,7	101,0	109,5	91,4	109,9
Ancho codo codo	43,5	4,3	38,1	38,8	42,6	50,6	37,3	52,5
Envergadura	168,4	6,7	158,2	162,2	168,0	178,4	153,5	180,0
Atura Hombro Izquierdo	60,4	3,9	54,4	56,7	61,0	65,1	51,7	65,2
Altura hombro derecho	136,3	6,9	126,0	129,1	136,7	145,6	122,4	147,6

Sin embargo, estas medidas se encuentran muy limitadas ya que corresponde a una muestra no representativa, ya que para un diseño de puesto de trabajo se debería considerar las medidas de la población, lo más cercano a esto fue tomado en el año 1998, por el autor Estrada, Jairo et al. en su libro Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana 1995 (Acopla95).

*“El estudio consistió en medir 69 variables antropométricas, en 2.100 trabajadores, 785 de sexo femenino y 1.315 de sexo masculino, en edades entre los 20 y los 60 años, con el propósito de caracterizar la población laboral de acuerdo con su antropometría, para generar una base de datos antropométrica, para elaborar por cada variable una tabla organizada por grupo etéreo y sexo, para tener una herramienta de trabajo que pueda utilizarse más tarde en diseño de espacios y ropas de trabajo, de equipos de protección personal, de máquinas y equipos, lo mismo que lugares especiales para enseñanza, deporte, descanso y la vida social de los trabajadores. Los datos fueron operados estadísticamente para la obtención de los estadísticos que suelen utilizarse en el ámbito internacional en el campo de la antropometría: percentiles 1, 2.5, 3, 5, 10, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 75, 80, 90, 95, 97, 97.5 y 99. Luego fueron organizados en tablas, una tabla por cada dimensión medida para cada sexo.”*

El autor sugiere que cuando se desee diseñar equipos adecuados a las características humanas utilizando tablas antropométricas, se deben tener en cuenta varios aspectos:

- Considerar las posturas de los usuarios para la determinación de las dimensiones antropométricas.
- Definir la población usuaria de un producto y seleccionar la dimensión antropométrica en el percentil o la franja cuya población más se asemeje al perfil de la población objetivo.
- Determinar el porcentaje de la población a ser atendida
- Tener en cuenta el tipo de vestimenta o zapato utilizados, que influyen en el dimensionamiento de los productos y de los puestos de trabajo.

### 3.3. Tercer Nivel

#### 3.3.1. Electromiografía

Para el análisis de resultados se realizó un procesamiento de la señal: rectificación y suavización aplicando RMS (root mean square) con una ventana de 100 ms. Los valores se normalizaron respecto a la Contracción Maxima Voluntaria MVC de cada músculo.

Considerando lo anterior, se obtuvieron los siguientes resultados:

*Tabla 19 Descriptivos de los resultados de EMG's*

<b>Descriptivos de la actividad normalizada con el MVC</b>							
	ER	EU	FR	FU	Bíceps	Deltoides	Trapezio
Media	14,44%	19,35%	12,98%	18,96%	9,95%	11,90%	20,55%
Varianza	1,10%	1,70%	1,50%	1,70%	0,80%	1,20%	2,30%
Desviación estándar	10,37%	13,20%	12,25%	12,88%	9,07%	10,91%	15,07%
Mínimo	0,10%	0,17%	0,12%	0,25%	0,08%	0,18%	0,17%
Máximo	60,00%	100,00%	144,62%	60,00%	128,56%	60,00%	60,00%
P 10	3,43%	5,09%	2,06%	4,51%	1,43%	2,05%	3,36%
P 50	12,12%	16,71%	9,96%	16,20%	7,32%	8,27%	17,43%
P 90	28,70%	36,79%	26,78%	37,93%	21,96%	26,82%	43,63%

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados anteriormente presentados, se evidencia que algunos de los músculos con mayor actividad son el *Extensor* y *Flexor Carpi Ulnar*. En promedio, para todos los sujetos se acercan a un 20% de la actividad muscular. Considerando que la recolección de café se realiza en temporada durante las 8 horas, su exposición puede considerarse en riesgo para estos músculos. Todo lo anterior asociado a la postura que adquieren todas las personas que recogen el grano de café de forma manual.

Por otra parte, se evidenció que el trapecio por su condición postural se encuentra con una gran actividad muscular donde la media de los sujetos analizados llegó a el 20%, condición que refleja un gran impacto en este músculo.

Según la van Wely (1970) y Nemecek & Grandjean (1975), una contracción máxima voluntaria entre el 15 y el 20 por ciento generará fatiga e incomodidad cuando esa carga o actividad se mantiene por largos periodos de tiempo.

Comparando los resultados anteriores con lo descrito por Jonsson (1988) el límite de resistencia para el músculo es del 15% del MVC, para actividades que se mantengan durante un periodo de tiempo constante sin que pierda fuerza muscular. Adicionalmente, este mismo autor, también establece que una actividad que requiera de una constante elevación del brazo y que este músculo llegue a un 10% o más del MVC durante un periodo de tiempo puede generar fatiga muscular.

Según la referencia bibliográfica, esta actividad de recolección manual de café afecta principalmente los músculos ulnates del antebrazo y el músculo trapecio. Este riesgo muscular identificado puede desencadenar problemas si la exposición es continua. Se conoce de antemano que la actividad de recolección la realizan por más de 8 horas continuas de trabajo lo cual es un riesgo para la salud.

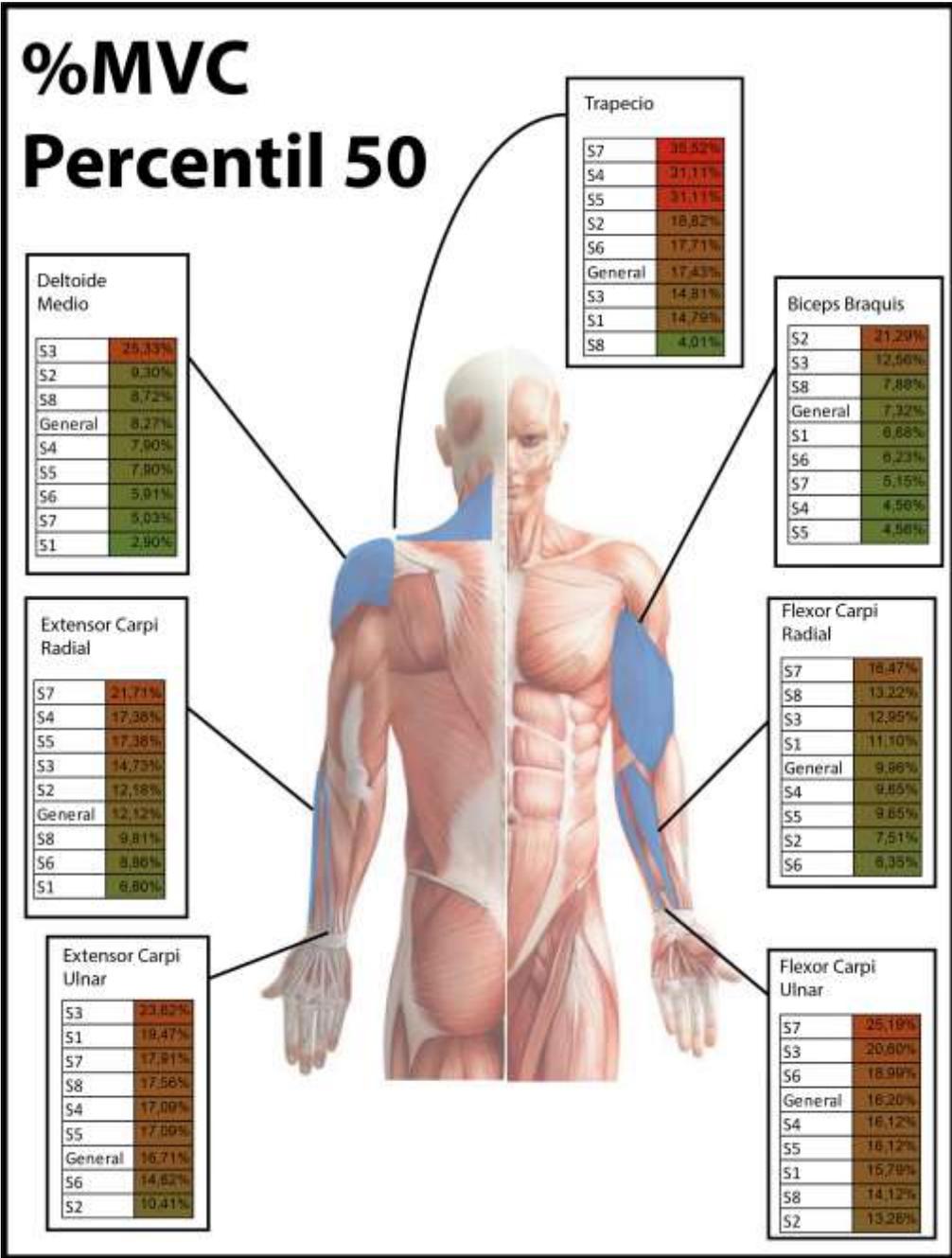


Ilustración 13 Porcentaje de la Contracción Máxima Voluntaria por sujeto

### 3.3.2. Análisis de Componentes Principales entre músculos

Se realizó un análisis adicional de la información por medio del uso de componentes principales, el resultado es el siguiente:

Se evidencia que con dos factores se agrupan los músculos del antebrazo y el trapecio y por otra parte los músculos del brazo, tal como se evidencia en la tabla 24 y en el gráfico circular, se evidencia mayor correlación entre el ER y el trapecio y los músculos EU, FU y FR, como el componente que mayormente agrupa.

Tabla 20 Vectores propios componentes principales

```
> #vectores propios
> acp$cl
```

	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5	CS6	CS7
ER	-0.3919538	0.34040406	0.2691616	-0.09346151	0.64690630	0.40053265	-0.2653302
EU	-0.4044402	0.12127783	-0.3611393	-0.29747076	-0.02026344	-0.61040593	-0.4793781
FR	-0.3944377	0.04913456	-0.5246014	0.28480212	0.29128896	-0.06181982	0.6300912
FU	-0.4095646	0.06861301	-0.2773921	0.11565777	-0.59754486	0.57901464	-0.2119154
Biceps	-0.3299849	-0.63253934	0.2627412	0.57264474	0.09193982	-0.14507486	-0.2540657
Deltoides	-0.3523201	-0.51185280	0.1906178	-0.67991375	-0.05299499	0.10092413	0.3197895
Trapecio	-0.3556074	0.44743214	0.5827602	0.13447091	-0.35767459	-0.31091182	0.3017595

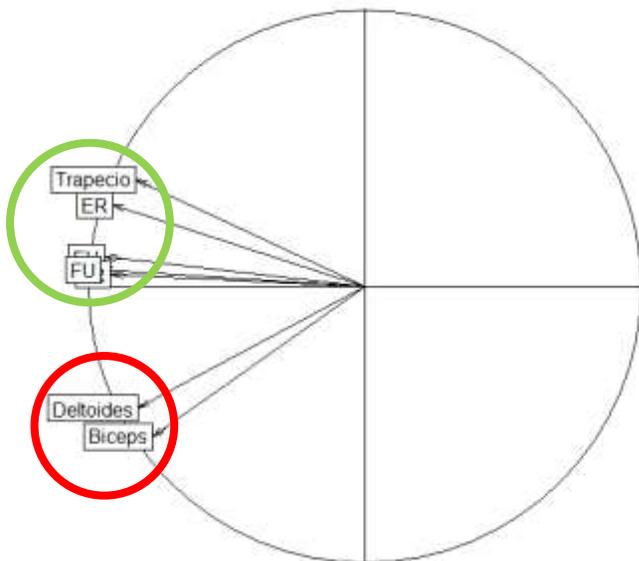


Ilustración 14 Gráfico de components

Lo anterior indica que los músculos del antebrazo y el trapecio se encuentran altamente relacionados. Caso que se presenta por la postura adoptada del cuello y la activación constante de los músculos. Mientras que los músculos del brazo están en un grupo aparte y se encuentran correlacionados.

### 3.3.3. Análisis Postural por medio de inerciales

A continuación, se presentan los resultados de los 3 segmentos Espalda, Brazo y Antebrazo. Para extraer los rangos articulares se tomó como base los ángulos que proponen el RULA y el REBA para estos segmentos corporales.

Como resultado en las desviaciones laterales se evidenció que los recolectores de café permanecen alrededor del 82% del tiempo por fuera del rango neutro. Tal como se muestra en la ilustración y tabla presentadas.

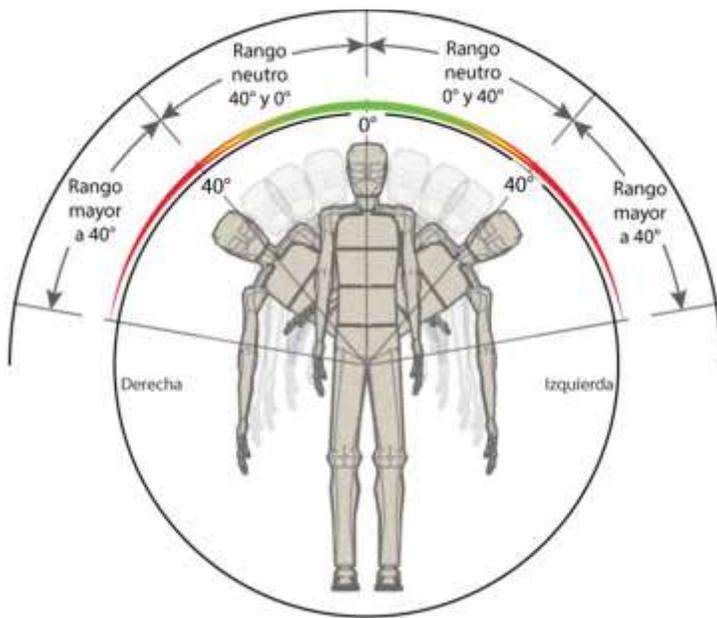


Ilustración 15 Desviación lateral de espalda

Tabla 21 Porcentaje de Tiempo En rangos articulares para la desviación lateral que permanecen en la actividad de recolección de café.

Espalda	
Desv. Neutra	16%

Desv. Izq Mayor a 40°	41%
Desv. Der Mayor a 40°	42%

En cuanto a la flexión y extensión de la espalda, como resultado se obtuvo que, realizan una extensión de espalda un 28% del tiempo, mientras que en un 38% del tiempo permanecen en flexión fuera de un rango neutro, tal como se muestra a continuación en la ilustración y en la tabla.

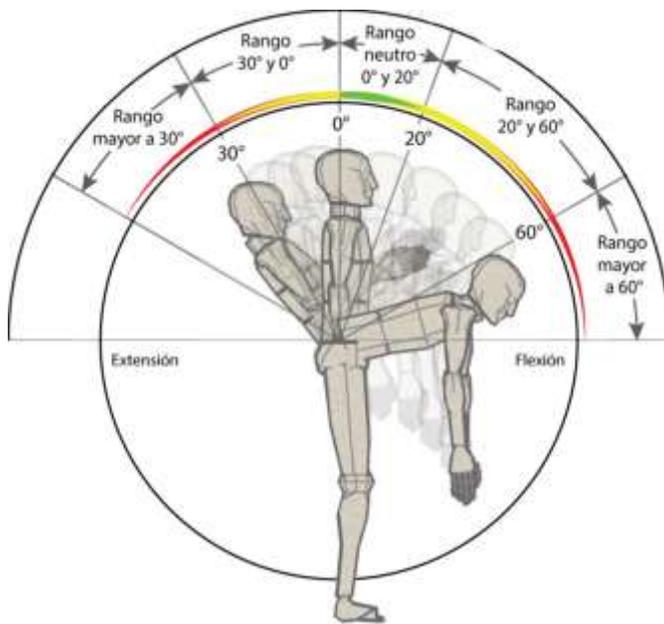


Ilustración 16 Flexión y extensión de espalda

Tabla 22 Porcentaje de Tiempo en rangos articulares para la flexión y extensión de espalda en la actividad de recolección de café

<b>Espalda</b>	
0° - Flexión 20°	33%
Flexión más de 20° a 60°	36%
Flexión mayor a 60°	2%
Extensión	28%

El resultado anterior podría generar un daño en los discos intervertebrales, y que se puedan desencadenar problemas musculares como lumbagos y dorsalgias.

Para el análisis postural del brazo se obtuvo que la mayor parte del tiempo permanecen en una postura normal, cabe resaltar que el ángulo neutro es bastante permisivo, pero es necesario revisarlo en conjunto con la aducción y abducción de este, resultado que se presentarán más adelante.

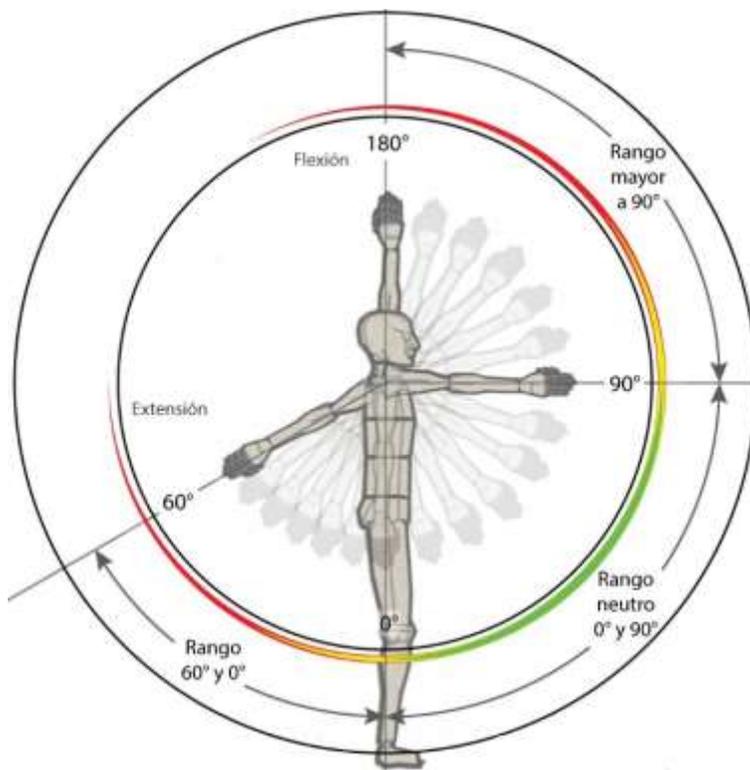


Ilustración 17 Flexión y Extensión del Brazo

Tabla 23 Porcentaje de permanencia en rangos articulares de la flexión y extensión del brazo.

Brazo	
Neutro	83%
Extensiones mayores a 0° y Flexión mayor a 90°	16%

Para las abducciones y aducciones como resultado se obtuvo que más del 60% del tiempo las personas permanecen en abducciones, tal como se evidencia con la tabla e ilustración presentadas para este movimiento articular. La permanencia en estos rangos sumados con la flexión extensión del brazo podría generar problemas de articulación del hombro por un desgaste durante un tiempo prolongado y que podría llegar a generar problemas en el manguito rotador.

Tabla 24 Abducción y Aducción del Brazo

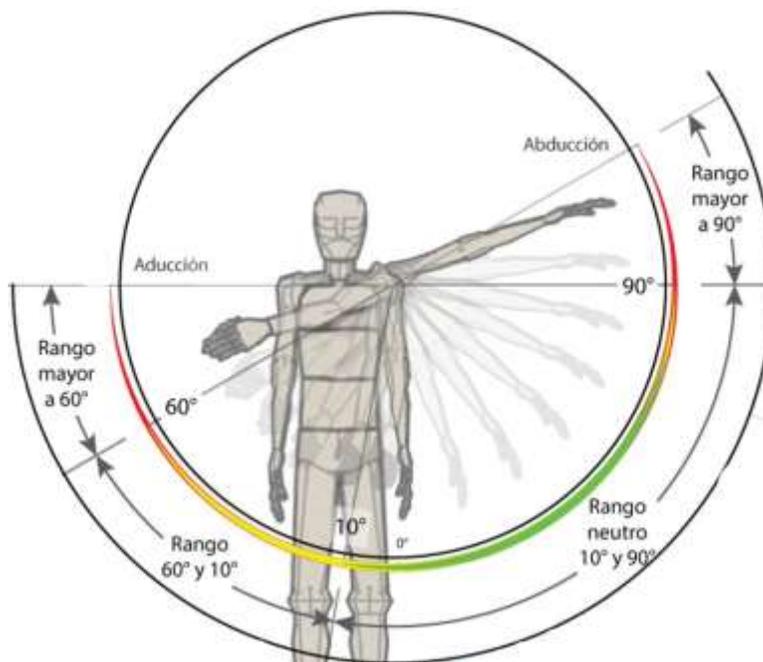


Tabla 25 Porcentaje de permanencia en rangos articulares en cuanto a la abducción y aducción del brazo

<b>Brazo</b>	
Rango neutro 10° Aducción a 90° de Abducción	15%
Aducción 10° a 60°	30%
Aducción mayor a 60°	2%
Abducción mayor a 90°	52%

Finalmente, para el caso de los movimientos del antebrazo el porcentaje del tiempo en supinación y flexión fuera del rango articular neutro superan el 60% en conjunto, esto implica que sostener esta postura durante tiempos prolongados en esta actividad podría conllevar a problemas en el codo, tales como la epicondilitis, conocida comúnmente como el codo del tenista.

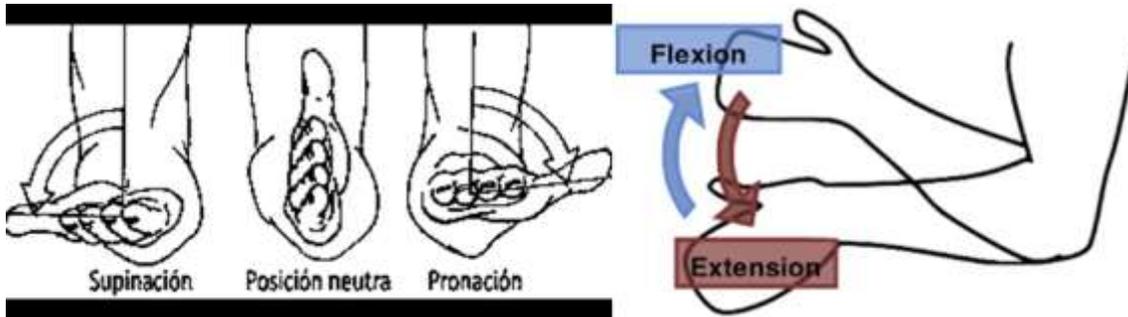


Ilustración 18 Supinación y Pronación del Antebrazo / Flexión y Extensión del Brazo

Tabla 26 Porcentaje de permanencia en rangos articulares en cuanto a los movimientos del antebrazo

Antebrazo		
	Pronación/Supinación	Flexión
Fuera del Rango	77%	62%
Neutro	23%	38%

## 4 Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros

### 4.1. Conclusiones

- La medición de tercer nivel en cuanto a la activación muscular en el Flexor y extensor ulnar y en el trapecio reflejo una gran activación del musculo superiores al 15% de la activación muscular. Lo anterior puede generar posibles problemas en las cervicales.
- El porcentaje de tiempo en exposición a extensión y flexión de espalda en angulos no neutros puede significar posibles problemas en las vertebrae lumbares, evidenciándose estas en lumbagos o hernias discales.
- En los resultados de los tres niveles, se logra evidenciar concordancia en lo reportado y analizado en cada uno de estos. Para el caso de primer nivel se reportó incomodidad en manos, espalda, cuello y pies. En el segundo nivel en el análisis de estas se obtuvo como resultado un riesgo en miembros superiores, espalda y cuello. Para el caso de las herramientas de tercer nivel, como resultado de la electromiografía, se identificó que las contracciones de los musculos del antebrazo y Cuello (*FCU*, *FCR* y Trapecio) superaron el 15% lo que indica que estas personas al realizar la actividad con una exposición en un largo periodo de tiempo pueden llegar a desarrollar una enfermedad dada por el tiempo de exposición sometido. De igual manera, con el análisis postural, para el caso de los segmentos corporales como la espalda y el brazo esto mantienen en posturas por fuera del rango neutro mayores al 60%. Lo que podría generar lumbagos, hernias discales entre otras afectaciones a la salud para el caso de la espalda. Finalmente, para el caso del brazo este se encuentra en abducción lo que podría generar problemas con la articulación el hombro desencadenándose en un posible problema de manguito rotador.

- El análisis de componentes principales permitió evidenciar que la activación de los músculos del antebrazo está altamente relacionada con la actividad muscular del cuello (trapecio).
- Se evidenció en la investigación tanto por los recolectores, como por el investigador, que los factores presentes a considerar para mejorar son:
  - Postura
  - Fuerza
  - Temperatura
- La agrupación de herramientas para la realización de estudios de ergonomía permitirá, que futuras personas tengan un punto de partida para la realización de diagnóstico de condiciones laborales que afecten la demanda biomecánica que se requiera en cualquier actividad del agro.
- La construcción del protocolo permitirá seguir un camino ya definido para la realización de futuros estudios en otros tipos de cultivo, e incluso llegar a extenderse a otros sectores de la economía.
- Es necesario considerar la antropología de la población Colombiana, ACOPLA 95, para la consideración de establecer un puesto de trabajo más apropiado para la población agrícola.
- Uno de los principales retos está en recoger el café mejorando las condiciones de trabajo del recolector y cumpliendo las condiciones que el producto requiere, es decir que se siga seleccionando el fruto de acuerdo con el grado de madurez (Color del grano). Lo anterior realizando capacitaciones y formando a los recolectores como técnicos.
- Es común encontrar personas dedicadas al café desde temprana edad, donde se evidencia que el aprendizaje de recolección fue de forma empírica. También se logra observar que los trabajadores no cuentan con la indumentaria apropiada para realizar la labor, debido a que su piel se encuentra expuesta al contacto con el árbol que puede generar

laceraciones y/o contacto con agroquímicos, lo anterior es dado por varias circunstancias, tales como la informalidad laboral, la no asociación de los recolectores, las condiciones económicas de los recolectores entre otras. Lo anterior se infiere por los resultados del análisis de CopSoq y la observación de las condiciones laborales en el sector.

#### **4.1.1. Recomendaciones**

Dentro de la realización de la actividad de recolección de Café se debe tener en cuenta que para evitar la presencia de lesiones musculoesqueléticas, el primer paso es realizar una prevención en los riesgos laborales de la actividad.

Donde cada uno de los actores que están involucrados en la actividad debe tomar un papel importante y realizar la autoevaluación respecto a cómo actúa frente a la prevención de las lesiones.

Con el fin de mejorar los aspectos del trabajo, es necesario contemplar diferentes implementaciones o mejoras para la actividad de recolección de café. A continuación, se harán unas recomendaciones para que un trabajador desarrolle sus actividades en el agro, tenga en cuenta para un mejor desempeño ergonómico.

##### **4.1.1.1 Transporte de Materiales**

Mantenga las rutas de transporte en un buen estado, para que las personas y materiales se puedan movilizar sin inconvenientes.

Tenga a disposición de los trabajadores carretas, carretillas manuales o de tracción animal para el transporte de los materiales, asegúrese que estos dispositivos cuenten con ruedas apropiadas para el terreno. De ser posible tenga vehículos que transporten los materiales.

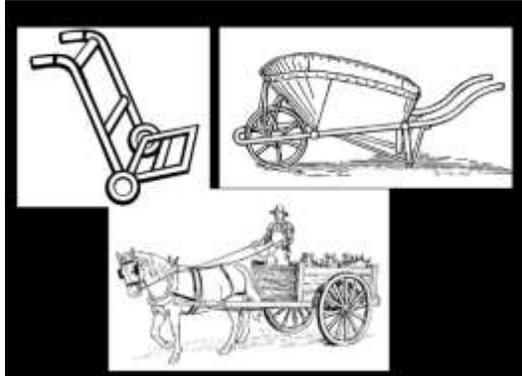


Ilustración 19 Elementos para transportar carga

Al momento de transportar cargas evite llevar pesos superiores a los 25 kilogramos en lo posible solicite ayuda de un compañero, de ser necesario un transporte individual divídalos en cargas más pequeñas en sacos o en paquetes livianos y en lo posible mantenga la carga lo más cerca del cuerpo.

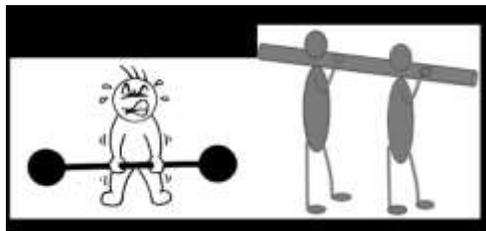


Ilustración 20 Evaluación de la carga a transportar

Evite el movimiento de materiales disminuyendo las diferencias de alturas en las áreas de trabajo, tenga en cuenta las medidas antropométricas de la población para el diseño del área de trabajo.

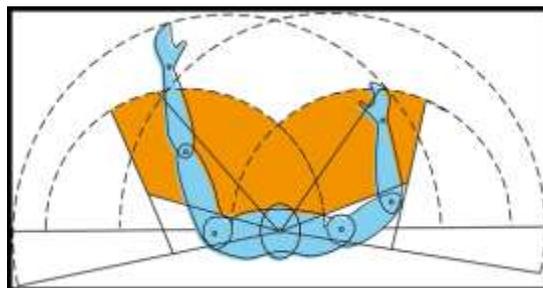


Ilustración 21 Alcances funcionales

A la hora de levantar materiales use equipos de ayuda mecánica como los son cintas transportadoras, rodillos, elevadores mecánicos o estibadores, si posee estas ayudas mecánicas realice un buen mantenimiento a los equipos.

#### **4.1.1.2 Consideraciones en el medio ambiente**

Evite la exposición continua a condiciones excesivas de calor o frío.

En caso de calor excesivo proteja su piel contra el sol fuerte usando ropa de color claro y en lo posible de manga larga. Use un sombrero de ala grande, o una toalla, para cubrir la cabeza y reducir la radiación UV y el calor.

En caso de frío excesivo, use varias prendas de ropa, ya que estas generan capas y ayudan atrapar el aire, que proporcionan un aislamiento mejor. Trate de usar ropa hecha con materiales naturales, ya que tiende a que el sudor se evapore más rápido y este en momentos de reposo no se convierta en frío más tarde.

Proporcione a sus trabajadores elementos de protección personal correspondiente a la labor que realizan. Discuta e infórmese sobre qué tipo de equipo de protección personal son necesarios para proteger a las personas expuestas a diversas condiciones peligrosas. Asegúrese de que una cantidad suficiente de cada tipo de equipo de protección personal esté disponible. Consulte a los proveedores o profesionales en salud y seguridad en el trabajo para obtener un asesoramiento adecuado.

Este al tanto de animales o insectos que puedan causar daño a los trabajadores, recuerde proporcionarles elementos de protección personal y mantenga cerca de los lugares de trabajo equipo de primeros auxilios.

#### **4.1.1.3 Aspectos para el trabajo manual**

En la recolección manual de café el uso repetitivo de segmentos corporales es necesario para realizar dicha actividad. Por lo tanto, tener en cuentas aspectos relacionados a los movimientos corporales, con el fin de prevenir lesiones en un futuro.

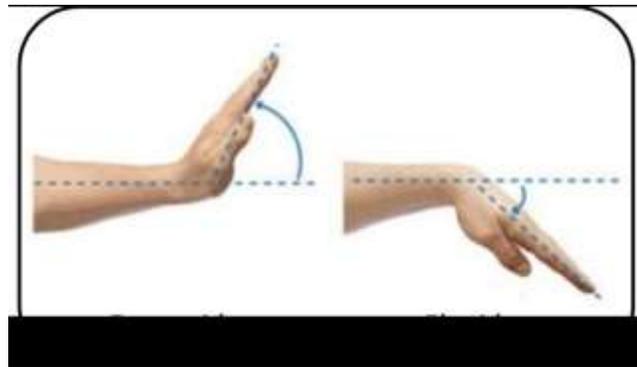
Es por eso que cada individuo tiene que tener en cuenta que algunos de los trastornos musculoesqueléticos relacionados con la recolección del café son:

- Levantar Cargas Pesadas

- Inclinar El Tronco
- Torcer El Tronco
- Trabajar En Rodillas
- Trabajar En Cuclillas

**4.1.1.3.1 Al realizar movimientos repetitivos de la mano tener en cuenta:**

- Evitar posiciones donde la muñeca se mantiene en flexión o extensión por tiempos prolongados.



*Ilustración 22 Movimientos de la mano*

- Al alcanzar algo con los dedos pulgar e índice genera en tensión la muñeca. Siempre que te sea posible, evita sujetar un objeto en la misma posición durante mucho tiempo.
- Reduce velocidad y fuerza: darás tiempo para que se recupere tu muñeca. Descansa las manos de vez en cuando.

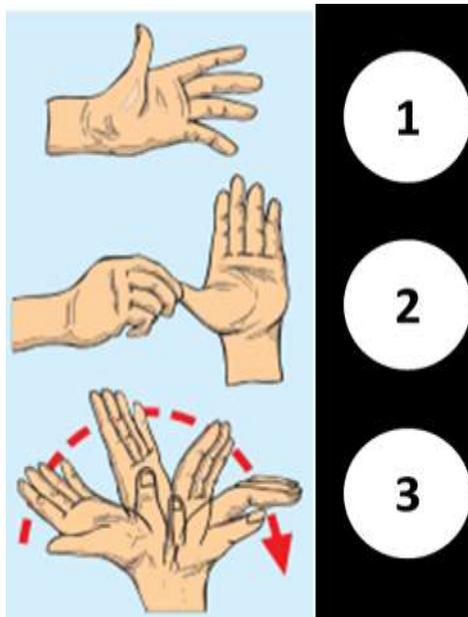
Realice los siguientes ejercicios para sus manos:

Si usted tiene problemas con sus manos, muñecas o dedos, verifique primero con un médico si puede efectuar estos ejercicios.

**1 Estiramiento de dedos:** Extienda y mantenga sus dedos separados durante 5 segundos y luego relájelos. Repita este ejercicio 3 veces en cada mano.

**2 Estiramiento del pulgar:** Abra la palma de la mano, estire el pulgar hacia abajo y mantenga esa posición durante 5 segundos. Repita el ejercicio 3 veces en cada mano.

**3 Giro de la muñeca:** Mantenga sus dedos estirados y haga círculos con su mano moviendo la muñeca. Haga 10 círculos con cada mano.



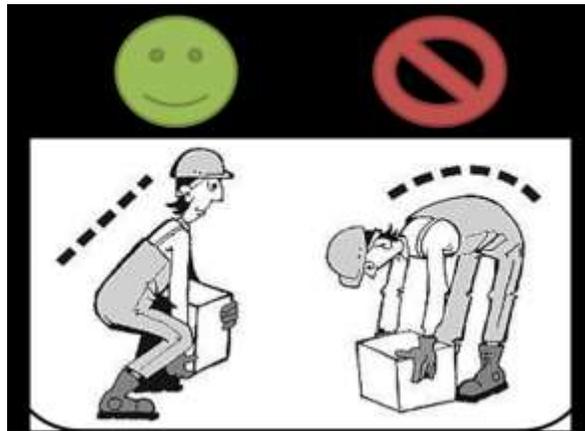
*Ilustración 23 Ejercicios de estiramiento para la mano*

Cada uno de estos movimientos se recomienda hacerlos al inicio, durante y al finalizar la jornada de trabajo.

#### *4.1.1.3.2 Al levantar objetos del suelo*

- Evitar el uso de los músculos de la espalda, sino la de las piernas.
- Flexionar las rodillas manteniendo cierta base de separación entre los pies. (Seguridad, 2016)
- Tomar el objeto con las manos verificando un buen agarre y elevarlo con ayuda de los miembros inferiores, estirando las rodillas.

- Mantener la espalda recta en todo momento y durante el tiempo que dure el movimiento.
- Acercar la carga al cuerpo, cuanto más separada esté, más presión ejerceremos sobre la columna.
- Evitar levantar cargas superiores a los 20 Kilogramos/ un saco de café /dos arrobas.



*Ilustración 24 Levantamiento de carga*

#### 4.1.1.3.3 Al realizar trabajos prolongados de pie

Adoptar una postura correcta, realice una autoevaluación.

Disminuir el peso de los objetos manipulados.

Evitar realizar levantamientos y trabajo por encima de los hombros

Evitar flexionar el tronco y, en especial, girarlo. En lo posible mantenga la postura erguida.

Cuando tenga que estar de pie durante mucho tiempo utilice un soporte para mantener un pie más elevado que el otro.

## 4.2. Trabajos Futuros

- Es necesario que en futuros estudios se evalué el cuello con una mayor profundidad realizando un análisis postural.

- La postura del segmento corporal de la espalda dio como resultado que la mayor parte del tiempo se encuentra fuera de ángulos neutros. Lo anterior podría complementarse con investigaciones futuras, realizando un análisis muscular en la espalda.
- En futuros estudios se podría evaluar cómo afecta el uso de medios de transporte de materiales a los recolectores, debido a que el alcance de la tesis estaba centrada en la actividad de recolección y corte del grano.

## 5 Bibliografía

Agrawal, K. N., Singh, R. P., & Satapathy, K. K. (2010). Antropometric considerations of farm tools/machinery design for tribal workers of northeastern India. *Agric Eng Int*, 143-150.

Asociación Latinoamericana de QFD. (27 de 01 de 2016). Asociación Latinoamericana de QFD. Obtenido de Asociación Latinoamericana de QFD: [http://www.qfdlat.com/\\_Que\\_es\\_el\\_QFD-\\_que\\_es\\_el\\_qfd-.html](http://www.qfdlat.com/_Que_es_el_QFD-_que_es_el_qfd-.html)

Borg, G. (1982). A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparisons.

Cerquera, Ó. H., & Orjuela, C. F. (2014). El Acompañamiento institucional en el desarrollo del sector cafetero Colombiano. *Finanzas y Políticas Económicas*, 169-191.

DANE. (s.f.). [dane.gov.co](http://www.dane.gov.co). Recuperado el 5 de Junio de 2015, de DANE: <http://www.dane.gov.co/index.php/pib>

Davis, K., & Kotowski, S. (2007). Understanding the ergonomic risk for musculoskeletal disorders in the United States agricultural sector. *Am J Ind Med*, 501-511.

Deros, B., Khamis, N., Mohamad, D., Kabilmiharbi, N., & Daruis, D. (2014). Investigation of Oil Palm Harvesters' Postures Using RULA Analysis. 2014 IEEE Conference on Biomedical Engineering and Sciences, 8-10.

Earle-Richardson, G., Jenkind, P. L., Strogatz, D., Bell, E. M., Freivalds, A., Sorensen, J. A., & May, J. J. (2008). Electromyographic assessment of apple bucket intervention designed to reduce back strain. *Ergonomics*, 902-919.

Estrada J, Camacho A, Restrepo M, Parra C. (1995). PARÁMETROS ANTROPOMETRICOS DE LA POBLACIÓN LABORAL COLOMBIANA 1995-

Egharevba, R. K., & Iweze, F. A. (2004). Sustainable Agriculture and Rural Woman: Crop Production and Accompanied Health Hazards on Women Farmers in Six Rural Communities in Edo State Nigeria. *Journal of Sustainable Agriculture*, 39-52.

Fathallah, F. A. (2010). Musculoskeletal disorders in labor-intensive agriculture. *Applied Ergonomics*, 738-743.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (s.f.). Estudio del Sector Cafetero en Colombia (Resumen Ejecutivo).

Gandaseca, S., Yoshimura, T., Yamamoto, T., & Mulyono, S. (1998). A biomechanical analysis of industrial forest plantation workers in East Kalimantan. *Journal of Forest Research*, 75-78.

Generalitat de Catalunya. Departament de Treball. PSQCAT21 COPSOQ [citado 5 agosto 2017]. Disponible en: [http://www.gencat.net/treball/departament/activitat/publicacions/seguretat\\_salut\\_la\\_boral/manuals/manual\\_riscos/index.html](http://www.gencat.net/treball/departament/activitat/publicacions/seguretat_salut_la_boral/manuals/manual_riscos/index.html)

Godjo, T. (2010). Scenarios to foster user participation in the dising of small scale agricultural and food processing equipment in a Sub-Saharan Africa Countries. *Proceedings of the 11th Biennial Participatory Design Conference*, 247-250.

Hartman, E., Oude Vrielink, H., Metz, J., & Huirne, R. (2005). Exposure to physical risk factors in Dutch agriculture: effect on sick leave due to musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1031-1045.

IEA, I. (01 de 27 de 2016). International Ergonomics Association. Obtenido de International Ergonomics Association: <http://www.iea.cc/whats/>

Janowitz, I., Tejada, D., Miles, J., Duraj, V., Fathallah, F., Meyers, J., & Faucett, J. (2000). Ergonomics interventions in the manual harvest of wine grapes. *Proceeding of the IEA 2000/ HFES 2000 Congress*, 628-631.

Jonsson, B. (1988). The static load component un muscle work. *European Journal of Applied physiology*. 305-310.

Kato, A. E., & Fathallah, F. A. (2002). Ergonomic Evaluation of California Wingrape Trellis Systems. *Proceedings of the Human Factora and Ergonomics Society 46th Annual Meeting*, 1162-1166.

Kirkhorn SR, E.-R. G. (2010). Ergonomic risks and musculoskeletal disorders in production agriculture: recommendations for effective research to practice. *J Agromed*, 281-299.

Kirkhorn, S., Earle-Richardson, G., & Banks, R. (2010). Ergonomic Risks ans Musculoskeletal Disorders in Production Agriculture: Recommendations for Effective Research to Practice. *Journal of Agromedicine*, 281-299.

Kogi, K. (2006). Participatory methods effective for ergonomic workplace improvement. *Applied Ergonomics*, 547-554.

Kotowski, S. E., Davus, K. G., & Water, T. R. (2009). Investigation of selected Ergonomic Interventions for Farm Youth. Part 1: Shovels. *Journal of Agromedicine*, 33-43.

Kourinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sorensen, F., Andresson, G., & Jorgenssen, K. (1987). Standardised Nordic Questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 233-237.

Kuta, L., Ciez, J., & Mlotek, M. (2015). Musculoskeletal load assessment of farmers during selected agricultural works. 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics and the Affiliated Conferences 2015, 1696-1703.

Lappanen, M., & Mattila, M. (2000). Designing the ergonomic properties of pruning shears using Quality Function Deployment. *Proceeding of the IEA 2000/ HFES 2000 Congress*, 647-650.

Li, G., & Buckle, P. (1999). Evaluating change in exposure to risk for musculoskeletal disorders- a practical tool. Norwich: Crown.

Litchfield, M. H. (1999). Agricultural Work Related Injury and Ill-Health and the Economic Cost. *Environmental Science and Pollution Research*, 175-182.

Lopez, B., & Osca, A. (2009). El papel del malestar físico y psicológico en los accidentes laborales en la agricultura. *Ansiedad y Estrés*, 249-261.

Lundqvist, P., Stal, M., & Pinzke, S. (2008). Ergonomics of Cow Milking in Sweden. *Journal of Agromedicine*, 169-175.

Lunner, C. (2012). Work related musculoskeletal discomfort of dairy farmers and employed workers. *Journal of occupational medicine and toxicology*, 7-23.

McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 91-99.

Meyers, J. M., Miles, J. A., Faucett, J., Janowitz, I., Tejada, D. G., Duraj, V., . . . Weber, E. (2000). High Risk Task for Musculoskeletal Disorders in Agricultural Field Work. *Proceedings of the IEA 2000/ HFES 2000 Congress*, 616-619.

Nogareda, S. (04 de 02 de 2016). Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Obtenido de Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo:

[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_601.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_601.pdf)

Nonnenmann, M., Hussain, A., Shirley, M., Shepherd, S., Gilmore, K., & Levin, J. (2010). Risk Factors for Musculoskeletal Symptoms Among Crawfish Farmers in Louisiana- A Pilot Study. *Journal of Agromedicine*, 386-393.

O'Neill, D. H. (2000). Ergonomics interventions in agriculture development projects. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 620.

Oficina Internacional del Trabajo. (s.f.). Información sobre la agricultura. Ginebra: OIT.

Oliveros-Tascón, C. E., & Sanz-Uribe, J. R. (2011). Ingeniería y Café en Colombia. *Revista de Ingeniería*, 99-114.

Oliveros-Tascón, C., & Sanz-Uribe, J. (2011). Ingeniería y Café en Colombia. *Revista de Ingeniería*, 99-114.

O'Neill, D. (2000). Ergonomics in industrially developing countries: Does it application differ from that in industrially advanced countries. *Applied ergonomics*, 631-640.

Peláez, S. A., & Zambrano, L. M. (10 de Mayo de 2014). Diagnóstico Y Desarrollo Investigativo De Los Tipos De Manejo De Materiales En Centros De Distribución De Alimentos A Nivel Internacional, Que Apoye La Toma De Decisiones Ergonómicas Para Los Centros De Distribución De Colombia. Diagnóstico Y Desarrollo Investigativo De Los Tipos De Manejo De Materiales En Centros De Distribución De Alimentos A Nivel Internacional, Que Apoye La Toma De Decisiones Ergonómicas Para Los Centros De Distribución De Colombia. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Ramahi, A. A., & Fathallah, F. A. (2006). Ergonomic Evaluation of Manual Weeding Practice and Development of Ergonomic Solution. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 50th Annual Meeting 2006*, 1421-1425.

Salvendy, G. (2012). *Handbook of Human Factors and Ergonomics*. Hoboken: John Wiley & Sons.

SENIAM (2010). "SENIAM: European Recommendations for Surface Electromyography." [Acesso em: 13 fev 2010]; Disponível em: <http://www.seniam.org>

SHYRLE BERRIO GARCIA, LOPE HUGO BARRERO SOLANO, LEONARDO AUGUSTO QUINTANA JIMENEZ, "A field experiment comparing mechanical demands of two pruners for flower cutting" . En: Brasil Work: Journal Of Prevention, Assessment & Rehabilitation ISSN: 1051-9815 ed: IOS Press v.41 fasc.N/A p.1342 - 1345 ,201.

Silverstein, B. A., Bao, S. S., Russell, S., & Stwert, K. (2012). Water and Coffee: A systems approach to improving coffee harvesting work in Nicaragua. *Human Factors*, 925-939.

Solé, M. (8 de Febrero de 2016). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Obtenido de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_295.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_295.pdf)

Syuaib, M. (2015). Ergonomic of the manual harvesting task of oil-pal plantation in Indonesia based on anthropometric, postures and work motions analyses. *Agricultural Engineering International*, 248-262.

T. Aoki, G. Venture and D. Kulic, "Segmentation of Human Body Movement Using Inertial Measurement Unit," 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Manchester, 2013, pp. 1181-1186.

Tamayo, M. (2004). El proceso de la investigación científica. En M. Tamayo, *El proceso de la investigación científica* (págs. 177-179). Balderas: Limusa.

Van Veldhoven, M. (1996). *Psychosocial Job Demands and Workstress*. Gronengin: University of Groningen.

Wakula, J., & Landau, K. (2000). Ergonomic Analysis of Grapevine Pruning and Wine Harvesting to Define Work and Hand Tools Design Requirements. *Proceedings of the IEA 2000/ HFES 2000 Congress*, 365-368.

Wilson, J., & Haines, H. (1997). *Participatory Ergonomics*. Chichester: G Salvendy.

## **6 Abreviaciones**

EPA	Agencia para la protección Ambiental (Environmental Protection Agency)
EMG	Electromiografía
ILO	International Labour Office
DME	Desordenes musculoesqueléticos
IMU	Inertial Motion Units
OWAS	Ovako Working Analysis System
RULA	Rapid Upper Limb Assessment
ECR	Extensor Carpi Radial
ECU	Extensor Carpi Ulnar
FCR	Flexor Carpi Radial
FCU	Flexor Carpi Ulnar

## 7 Anexo 1 Extracción Elementos Aplicables para la Investigación

La información consignada a continuación contendrá como se componen los cultivos en los países en vía de desarrollo, los riesgos que se enfrentan los trabajadores que desarrollan sus actividades en la agricultura, luego se identificaran las metodologías para desarrollar una intervención en la agricultura y que herramientas son usadas en las metodologías, finalmente información y equipos que en ciertos tipos de cultivos han beneficiado a mejorar las condiciones de trabajo.

Para esto es necesario entender de manera general como se trabaja en los cultivos, donde sin importar el tipo del cultivo las actividades del agro se denotan como se muestra en la Ilustración 1.



### 1. Preparación del terreno.



### 2. Siembra

Sembrar  
Trasplante de siembra



### 3. Mantenimiento del cultivo

Deshierbado manual  
Aplicación de fertilizantes  
Uso de pesticidas  
Recolección cosecha



### 4. Actividades luego de la cosecha

Procesamiento del fruto.  
Marketing

*Ilustración 25 Actividades Generales en la agricultura*

La ergonomía y la agricultura son elementos que hasta hace poco son incluidos en el mismo ámbito, además la ergonomía es poco nombrada sobre todo en países en vía de desarrollo, para describir la agricultura es necesario notar que está

dividida en dos según lo describen Davis & Kotowski, (2007) donde se encuentra la producción animal y los campos de cultivos, asimismo según lo descrito por O'Neill, (2000) en los países en vía de desarrollo coexisten tres tipos de agricultura plantaciones, agricultura comercial convencional y pequeños y grandes latifundistas.

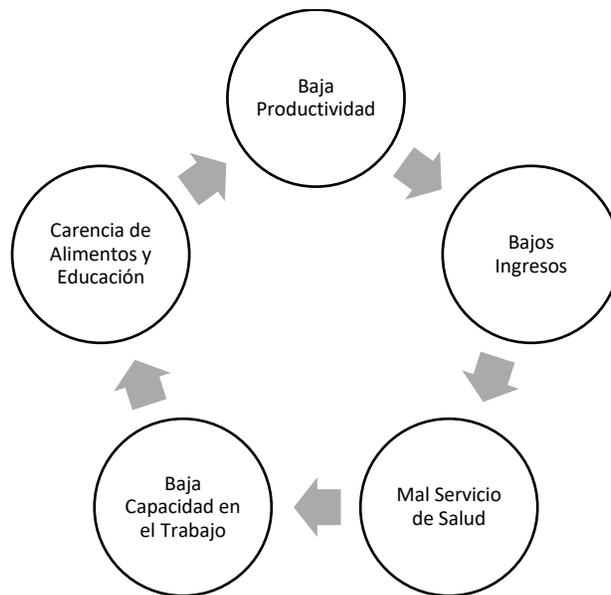
Asimismo dentro de los cultivos se pueden identificar diferentes características donde Oliveros-Tascón & Sanz-Urbe (2011) sugieren que existen 5 tipos de aspectos a considerar en los tipos de cultivos, tal como se muestra en la Ilustración 2.



*Ilustración 26 Aspectos a considerar en los cultivos*

De acuerdo al primer aspecto es necesario entender la estructura del cultivo y su fruto, en cuanto a la cosecha manual determinar que implementaciones o herramientas pueden mejorar a la recolección del cultivo, la cosecha semi-mecanizada es la implementación de equipos mecanizados y portátiles, la cosecha mecanizada contempla el uso de mecanismos de gran envergadura para desprender los frutos y finalmente se encuentra la cosecha robotizada que se refiere al uso de tecnología avanzada para la cosecha selectiva de café.

Los avances referentes a el control de salud y riesgos es una legislación eficiente que tienen los países industrializados frente a los de vía en desarrollo es la ejecución eficiente de la legislación (O'Neill, 2000). Asimismo una tarea importante para los países en vía de desarrollo es realizar una intervención de ergonomía dentro del ciclo económico de la enfermedad Ilustración 3, aspecto importante no solo para el desarrollo de la agricultura, sino también para un desarrollo social, donde una intervención de fuerte en cualquier punto mejora las condiciones en la sociedad.

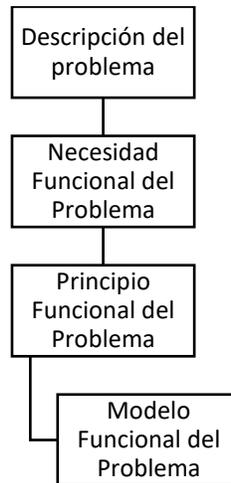


*Ilustración 27 Circulo económico de la Enfermedad*

Durante la búsqueda sistemática se encontraron varias metodologías de trabajo, dentro de estas es importante tener en cuenta que dentro de un estudio de ergonomía los factores de riesgos que se investigaran en primera medida se constituyen en el exceso de la fuerza, la repetitividad de posturas incómodas y la vibración como lo describe Kirkhorn, Earle-Richardson, & Banks (2010).

Es importante que a la hora de desarrollar una investigación se haga uso de metodologías para la identificación del problema a trabajar, tal como usó Godjo (2010) donde es de mucha importancia que los trabajadores cumplan un papel importante y se desarrolle de manera participativa la descripción y planteamiento del problema, para esto el autor propone una metodología que ínsita a la integración participativa entre las personas. Esta metodología se conoce como COSU (Conception Orientée Scenarío Utilisateur) el objetivo de este escenario es crear una interacción entre el usuario (trabajador) y el diseñador (equipo de investigación).

El escenario COSU sigue una metodología con la estructura mencionada en la Ilustración 4.



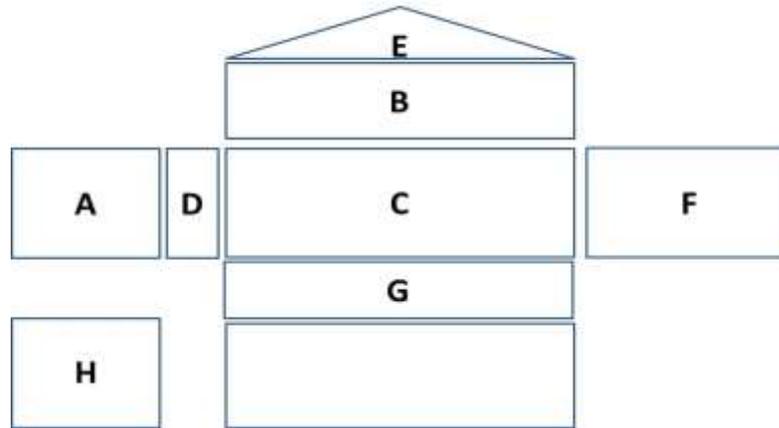
*Ilustración 28 Metodología COSU*

Asimismo existen otras metodologías usadas como lo el QFD (Quality Function Deployment) donde Lappanen & Mattila, (2000) utilizaron esta metodología para mejorar los aspectos ergonómicos en el equipo de corte, teniendo en cuenta las necesidades de los usuarios y y como estos son satisfechos, para el desarrollo de esta metodología dos grupos de 10 personas con experiencia con la herramienta fueron entrevistados siguiendo unas preguntas y crear el modelo de QFD.

El modelo QFD debe contener la siguiente información, y debe estar consignada como se muestra en la Ilustración 5:

- A. Requerimientos de los usuarios
- B. Los parámetros de diseño
- C. Correlación entre los puntos A y B
- D. Valor numérico de los requerimientos y la importancia de los mismos
- E. Interrelación entre los parametros de diseño y el campo de trabajo
- F. Evaluación del equipo, intervención de competitividad frente a otros para lograr cumplir las necesidades de los usuarios.
- G. Comparación técnicas frente a competidores u otras soluciones.

## QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT



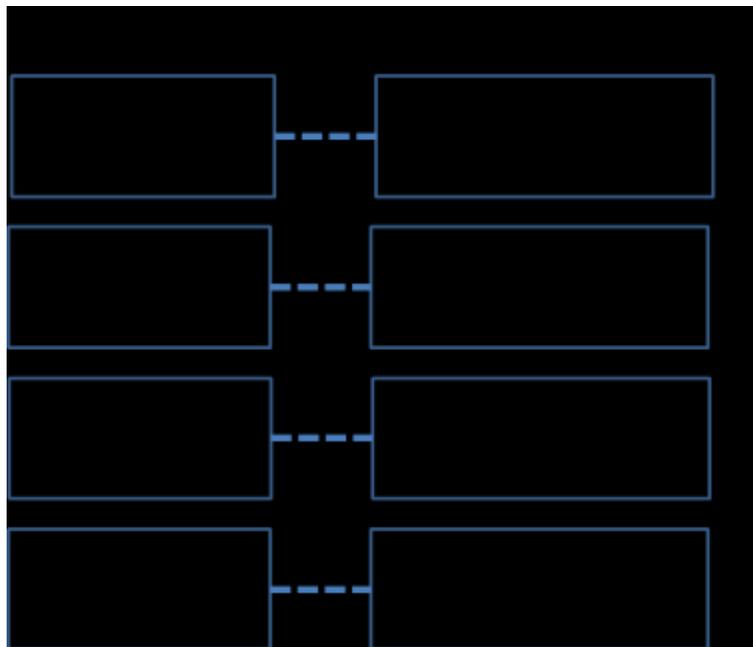
*Ilustración 29 Quality Function Deployment*

Para el desarrollo de una intervención en la agricultura es necesario identificar el riesgo de exposición en el que se encuentran, por lo tanto es necesario realizar una inspección ergonómica del sitio de trabajo, reconociendo los riesgos ergonómicos, asimismo las intervenciones están divididas en dos dimensiones como lo proponen Kirkhorn, Earle-Richardson, & Banks, (2010) en la tabla 1.

**Tabla 1. Intervenciones en la agricultura.**

	Materiales	Prácticas
<b>Cultivo</b>	<p>1 Cambios en el cultivo respecto a la estructura, maquinaria y equipo.</p> <p>Ejemplo: Cambio en la el equipo de corte.</p>	<p>2 Cambio en los procesos equipos y procedimientos en el cultivo.</p> <p>Ejemplo: 5 minutos de descanso de la labor obligatorio con ejercicios de estiramiento.</p>
<b>Trabajador</b>	<p>3. Cambio de equipos y herramientas para el personal.</p> <p>Ejemplo: Adaptaciones antropométricas a la población</p>	<p>4 Comportamiento individual del trabajador.</p> <p>Ejemplo: Entrenamiento en movimientos mecánicos en actividades de recolección de frutos</p>

Como en las metodologías anteriores la participación del grupo de interés es de gran importancia, es así que Wilson & Haines, (1997) definieron la ergonomía participativa como la participación de las personas en planear y controlar una cantidad significativa de las actividades de su propio trabajo, con suficiente capacidad de conocimiento para poder lograr los resultados esperados. La efectividad de una buena aplicación de la ergonomía participativa depende de la estructura con la que este formada, la metodología propuesta por Kogi, (2006) es desarrollada por ILO (International Labour Office), dicha metodología es conocida como WISE ( Work Improvement in Small Enterprises), la metodología consiste en realizar ejercicios con una lista de verificación, sesiones con prácticas de mejoramiento y trabajo en grupo para implementarlas, esta metodología se asemeja en algo con el ciclo PHVA tal como si muestra a continuación en la Ilustración 6.



*Ilustración 30 Metodología WISE*

A lo largo de la búsqueda sistemática de información se encontraron estudios realizados en diferentes tipos de cultivos y de producción animal, donde realizaron una metodología de intervención o realizaron pruebas de herramientas a una población determinada usando diferentes herramientas que finalmente generaron conclusiones de dichas intervenciones.

Durante una investigación realizada en los recolectores de aceite de palma, donde Deros, Khamis, Mohamad, Kabilmiharbi, & Daruis, (2014) realizaron entrevistas a

los recolectores respecto a la incomodidad de realizar su labor y de las condiciones de trabajo, en una segunda instancia realizaron grabaciones de video para despues analizarlas usando la herramienta RULA, obteniendo como resultado que los trabajadores realizan practicas inseguras, donde involucran manejo de material pesado, acciones de movimientos repetitivas y que es necesario una intervencion inmediata según los sugiere la herramienta RULA, con el fin de mejorar las posturas de trabajo y se logre alcanzar una reducción en las enfermedades realacionadas al trabajo y aumentar la productividad.

Hartman, Oude Vrielink, Metz, & Huirne, (2005) en el desarrollo de su estudio quisieron examinar las asociacion de uno o mas riesgos en el desarrollo de desordenes musculoesqueléticos en los campesinos/ granjeros de Holanda. En el estudio se enfocaron en dos grupos de músculos, el primero fueron los de la espalda y el segundo las extremidades superiores. La recolección de información fue bajo el metodo Questionnaire on Perception and Judgement of Work (Van Veldhoven, 1996), las actividades analizadas con más profundidad consistieron en el levantamiento y transporte, en el empujar y halar y las posturas incomodasy la vibración de cuerpo completo. Los aspectos anteriores fueron medidos con el Lifting Index, Pulling and Pushing Borg CR-10 (Borg, 1982)y goniometria.

En un estudio realizado en Indonesia desarrollado por Syuaib (2015), propone tener en cuenta en los tres aspectos de ergonomía, que corresponden a la antropometría, las posturas y el análisis de movimientos en el trabajo, pera desarrollar su investigación tomo una muestra de 141 sujetos para realizar la antropometría basada en la guía de Anthropometris Source Book. Para analizar las posturas y movimientos del trabajo acudió a realizar grabaciones de video a 23 sujetos mientras realizaban sus labores, y luego estos videos fueron analizados con la herramienta RULA, aparte a los trabajadores se les otorgó un cuestionario con una silueta del cuerpo humano donde señalaban la parte del cuerpo que les generaba incomodidad o fatiga mientras realizan la actividad. En su estudio concluyo que los miembros superiores son los que más experimentan posturas incomodas y movimientos extremos en la recolección de aceite de palma.

En Luisiana Estados Unidos un estudio piloto desarrollado en cultivos de cangrejos de rio por Nonnenmann, y otros (2010) enviaron un un cuestionario nórdico modificado, con el fin de recoger la incomodidad de sintomas musculo esqueléticos en 6 meses, este cuestionario se envio por medio de correo a 1180 granjeros donde aparte de la incomodidad reportada se les solicitaba información demográfica y referente a la forma de trabajo, donde solo el 18% es decir 184 granjeros participaron de la muestra. El resultado arrojó que el 48% de los granjeros presentan alguna molestia en la espalda y el 26% en el hombro debido al halar las trampas y cargar elementos pesado.

Una intervención en ergonomía realizada en cultivos de vino desarrollada por (Janowitz, y otros, 2000), donde analizaron por medio de goniometría y medición de la frecuencia cardíaca. Asimismo en Alemania (Wakula & Landau, 2000) realizaron un estudio en los cultivos de vino donde utilizaron diferentes metodos de análisis como lo es Hand Tool Work Analysis, con el fin de mirar el desarrollo de las tareas, las herramientas usadas, la fuerza y las posturas adoptada durante el trabajo. Por otra parte relacionado con el la recolección del fruto de los cultivos de vino, en California del Norte desarrollaron un estudio que involucró 11 personas donde con cinco sistemas de cultivo (Lyre, Scott Hendry, Smart Dyson, VSP 4x4 and VSP) con ciertas distancias de corte, donde usaron el dispositivo MAS que corresponde a un análisis de electrogoniometria en la mano y el uso del Lumbar Motion Monitor que corresponde a un análisis de electrogoniometría en espalda, donde se obtuvo como conclusión que el mejor sistema corresponde a VSP donde la flexión de la muñeca y flexión del tronco son los que menos impacto tienen en comparación a los demás (Kato & Fathallah, 2002).

En las labores de la agricultura una de las labores estudiadas es la actividad de ordeño de vacas, Lundqvist, Stal, & Pinzke, (2008) realizaron la investigación donde el método que usaron fue el Ovako Working Postures Analysing System (OWAS), que busca determinar si la actividad es eficiente, segura y aceptable desde el punto de vista de la ergonomía.

En latinoamerica un estudio realizado en Nicaragua referente a la recolección de café, donde (Silverstein, Bao, Russell, & Stwert, (2012) realizaron una intervención que consistía en realizar un cuestionario nórdico, electromiografías de superficie en el inicio a la mitad y al final del día de trabajo y finalmente la prueba de dos prototipos de bolsa para recolectar el café.

Una de las actividades en la agricultura es el desyerbado del cultivo, donde en un estudio quisieron comprobar como afectaba la actividad manual y desarrollar o seleccionar una herramienta y probarla en campo, esta investigación tuvo 9 sujetos que participaron voluntariamente, a estodos se les equipo con el instrumento Lumbar Motion Monitor para seguir los movimientos de la espalda. El estudio dio como resultado que el uso de la herramienta Eater reduce los factores de riesgo en la espalda (Ramahi & Fathallah, 2006).

Durante una intervención realizada por Earle-Richardson, y otros, (2008) en un cultivo de manzanas usaron un cinturon para cargar el balde de recolección de frustos, para desarrollar el estudio 10 recolectores del estado de Pennsylvania firmaron un consentimiento informado , dentro del estudio fueron equipados con sensores de electromiografía de superficie, donde se les midió 15 músculos de la espalda, donde es tuvo en cuenta la lateralidad y se segmentaron en grupo A y grupo B, donde el balde se puso en dos posiciones diferente ( a un lado y de

frente). El estudio dio como resultado una reducción sustancial en los músculos de la espalda baja y media.

En el campo es de conocimiento común que los niños y jóvenes hacen tareas en el agro, pocas investigaciones se han realizado en este campo ya que no se reconoce la labor del niño o joven. En un estudio realizado por Kotowski, Davus, & Water, (2009) en Cincinnati Estados Unidos a granjeros que voluntariamente y firmando un consentimiento informado permitieron que 20 niños participaran en el estudio, donde se quiso investigar dos tipos de intervenciones en las palas de trabajo, donde a cada niño se le equipó con un Lumbar Motion Monitor y tenían que realizar 6 veces una actividad con 6 equipos con diferentes condiciones en sus materiales e intervenciones, la actividad requería de realizar una mezcla de arena, maíz y paja que alcanzaba 25 Kg. Las intervenciones en las palas mejoran en la reducción de los giros y extensiones de espalda en los jóvenes, aunque es de notar que el entrenamiento funciona como una mejora en la incomodidad no es efectiva para reducir futuras lesiones por lo tanto es necesario diseños de ingeniería.

Un aspecto importante en la ergonomía es la antropometría, ya que esta sirve como estándar para determinar aspectos de diseño en equipos y materiales, en la India investigadores tuvieron en cuenta este aspecto y tomaron 1027 sujetos y realizaron medidas antropométricas con propósitos de diseño tales como para elementos de postura sedente, dimensiones de pedales, agarre de materiales y equipo (Agrawal, Singh, & Satapathy, 2010).

Ultimamente el factor psicosocial ha tomado gran auge en las investigaciones en la industria, asimismo en la agricultura es un tema que se está investigando, ya que el malestar físico y psicológico puede generar al aumento de accidentes de trabajo que terminan provocando futuras lesiones musculoesqueléticas, teniendo en cuenta lo anterior las investigadoras Lopez Araujo & Osca Segovia, (2009) desarrollaron una investigación donde medirían los estresores del trabajo y como estos afectan a los accidentes de trabajo, allí usaron 261 agricultores Españoles, donde usaron el Cuestionario de Estrés Laboral, Occupational Stress Indicator, la utilización de equipos de protección usando escala de Likert y la medición de accidentes de trabajo con la frecuencia de ocurrencia.

En Indonesia en la región este de Kalimantan Gandaseca, Yoshimura, Yamamoto, & Mulyono, (1998) realizaron un estudio para determinar las cargas físicas en la región lumbar de los trabajadores, se analizaron tres actividades, la primera es el deshierbado, la segunda es plantar las semillas y la preparación del terreno. Los trabajadores fueron equipados con equipos de monitoreo cardíaco, también se les analizó las posturas por medio de video cámaras, en sus resultados se obtuvo 7

diferentes posturas, donde las posturas más graves se encuentran en la actividad de preparación del terreno y esta clasificada como pesada.

En un estudio realizado a las actividades de ordeño de vacas en Polonia, donde el objetivo determinado por Kuta, Ciez, & Mlotek, (2015) fue medir como se afectan los miembros superiores con la actividad manual que implica realizar la actividad de ordeño, la muestra seleccionada correspondió a 15 granjeros donde se realizaron electromiografía de superficie y JSI (Job Strain Index). Donde identificaron que existe bastante carga en la espalda, asimismo los brazos se encuentran con un alto impacto.

Los riesgos en la agricultura son muchos, algunas de las tareas que presentan riesgo en la agricultura serán resumidas a continuación según lo descrito por Meyers, y otros, (2000), para esto los investigadores en su metodología usaron el Lumbar Motion Monitor para medir la flexión de la espalda, asimismo midieron el agarre con el uso de la dinamometría donde tuvieron en cuenta el agarre máximo voluntario, las actividades analizadas fueron:

- Cosecha de Naranja: Este trabajo consiste en llevar una escalera de 15 pies para alcanzar lo fruto de árboles que pueden llegar hasta 30 pies de altura, allí recogen las naranjas dentro de una bolsa. El cuerpo experimenta altas tasa de repetitividad en las manos, posturas incómodas en el tronco y miembros superiores.
- Cosecha de Brócoli: Esta actividad consiste en caminar con paradas continuamente para recoger el cilantro, allí el trabajador se encuentra en una flexión extrema del tronco donde supera los 90° creando una carga estática igual a la del tronco, lo que puede generar un riesgo alto de una enfermedad crónica de espalda. También se encuentra torsión del cuello y manos.
- Cargar Cajas: Esta actividad requiere de un levantamiento repetitivo para realizar los pallets para el envío de mercancía, donde se encuentran cargas que superan las 20 libras hasta llegar a las 40. Las manos, los brazos y hombros se encuentran extendidos al finalizar el levantamiento.
- Recolección de cosecha de uva de vino a mano: La recolección de uva de vino se puede realizar con herramientas de recolección, pero para una producción Premium es necesario que sea a mano. La actividad de recolección requiere altas tasas de trabajo con las manos, posiciones

incomodas del tronco, pronación y supinación del brazo y extensión del cuello.

- Poda del cultivo de uva de vino: La poda es una tarea que todos los cultivos requieren, dicha tarea incluye cortes repetitivos con las manos, también involucra una fuerza de agarre en las tijeras equivalente a 30#. La actividad de poda también conlleva posturas incomodas en diferentes partes del cuerpo Flexión severa del hombro, abducción del hombro hasta de 130°, supinación y pronación de 90° y desviaciones ulnar de más de 50°.
- Deshierbado Manual: Es una práctica desarrollada para minimizar el uso de químicos tóxicos en los cultivos. Esta práctica involucra flexiones y torsión del tronco y de mucha fuerza estática en los miembros superiores.

Varios autores han identificado los riesgos en la agricultura, en la siguiente tabla se agrupan los riesgos según su tipo (Egharevba & Iweze, 2004) (Litchfield, 1999).

<b>Factores Físicos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fatiga Muscular.</li><li>• Migraña.</li><li>• Fiebre.</li><li>• Problemas de visión.</li><li>• Problemas de escucha.</li><li>• Muerte.</li></ul>	<b>Agentes Químicos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Uso de Químicos.</li><li>• Uso de Fertilizantes.</li></ul>
<b>Enfermedades Alérgicas:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dermatitis.</li><li>• Enfermedades Respiratorias.</li><li>• Polvo.</li></ul>	<b>Enfermedades Parasitarias:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Por el uso o contacto de agua contaminada.</li></ul>
<b>Accidentes:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Corte por herramientas.</li><li>• Mordidas de insectos.</li></ul>	

*Ilustración 31 Tipos de Riesgos en la Agricultura*

## 8 Anexo 2. Protocolo de Levantamiento de Información

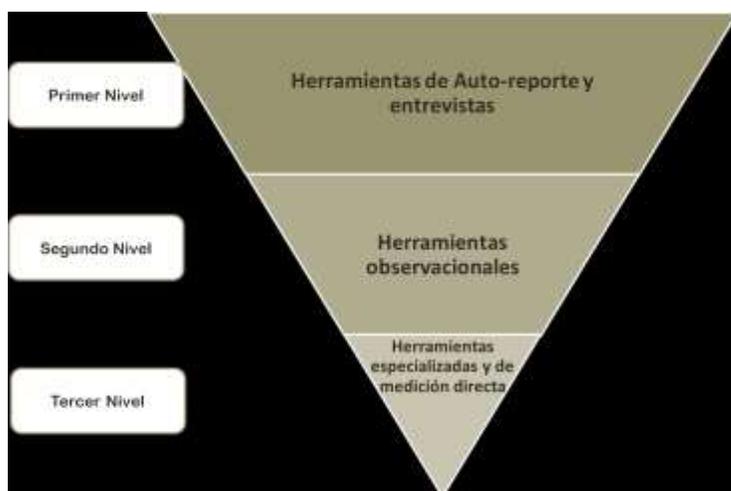
### Introducción

El protocolo tiene como objetivo establecer la metodología que se aplicará a una muestra de la población de recolectores del grano de café en Marsella, Risaralda en el levantamiento de información para la investigación. Toda la información que sea recolectada será de carácter investigativo.

Se define este protocolo para la aplicación de las diferentes herramientas para el análisis de la recolección manual del grano de café.

### Generalidades

El protocolo de recolección de información utilizado para esta investigación toma como referencia metodologías validadas a nivel internacional, tomadas de la revisión bibliográfica. En este protocolo se estructuraron las herramientas en tres niveles para realizar el análisis de las condiciones ergonómicas de trabajo del recolector del grano de café. Existen diferentes niveles de recolección de información, en particular se consideran tres:



*Ilustración 32. Pirámide de los Niveles de Medición*

Fuente: Elaboración propia

Según lo anterior a medida que se aumenta el nivel, mayor será el de detalle de la herramienta.

#### **Primer nivel:**

Su objetivo es identificar la información básica del total de la muestra seleccionada; que en este caso son los recolectores de café. Se caracterizará por contener formatos de auto-reporte, encuestas y entrevistas, este tipo de herramientas son de fácil aplicación, permitiendo generar un diagnóstico preliminar de las condiciones de trabajo y su entorno. Con las encuestas se busca realizar un diagnóstico de la incomodidad de la actividad de recolección y de los riesgos que perciben los recolectores de café, los participantes responderán de forma voluntaria las encuestas

### **Segundo Nivel:**

Su principal objetivo es identificar y cuantificar factores de riesgo físico presentes en el trabajo. Permite identificar tareas y posturas críticas. Su aplicación debe involucrar la observación y criterio de un profesional con las competencias. Son herramientas observacionales estandarizadas y validadas.

Se buscará determinar si existe alguna afectación de riesgo postural en miembros superiores. Para esto se usará el *Ovako Working Analysis System* y el *Rapid Upper Limb Assessment*.

### **Tercer Nivel:**

El objetivo es identificar dimensiones corporales, repetitividad, fatiga y esfuerzos. Son herramientas especializadas para la medición y cuantificación de las variables de evaluación. Se realizan con equipos de medición puntuales.

## **Metodología Primer Nivel**

*Tabla 27 Herramientas de Primer Nivel*

<b>Herramientas de Primer Nivel</b>		
<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Referencia</b>
<b>Formato de Información Básica y consentimiento informado.</b>	Es una herramienta de auto-reporte que contempla la recolección de la información general relativa al trabajador. Debe ser diligenciada solo una vez por cada participante durante la sesión de presentación de la investigación. La información allí recopilada comprende: Fecha, ciudad, número de identificación, nombre del participante, tiempo en el oficio, edad, género, dominancia, peso, estatura. Este formulario contiene un consentimiento informado, sección en que se le informa el objetivo de la investigación, las actividades que corresponden al primer y segundo nivel y la medición antropométrica en este proyecto de investigación.	

	El trabajador debe leerlo y tomar voluntariamente la decisión de participar en el primer y segundo nivel del estudio, y confirmar su consentimiento firmando el formato y registrando sus datos personales.	
<b>Cuestionario Nórdico de Incomodidad.</b>	<p>Es una herramienta de auto-reporte diseñada para establecer un análisis de signos y síntomas de trastornos musculoesqueléticos. El objetivo es indagar la incomodidad o molestia en las partes del cuerpo de una persona al realizar la labor.</p> <p>El formato se diligenciará una sola vez por participante en compañía del investigador. Es necesario tener en cuenta que se debe realizar de forma individual por las condiciones del entorno social. Lo anterior, considerando que en la actividad el personal puede no contar con la escolaridad.</p>	Kourinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sorensen, F., Andresson, G., & Jorgenssen, K. (1987). Standardised Nordic Questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. <i>Applied Ergonomics</i> , 233-237
<b>CopSoq</b>	<p>Es un cuestionario para la autoevaluación de los riesgos psicosociales en el trabajo. Esta herramienta está diseñada para identificar, medir y valorar la exposición a seis factores. Los factores que se evalúan son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exigencias Psicológicas: Volumen del trabajo en relación al tiempo disponible</li> <li>• Doble Presencia: Necesidad de responder simultáneamente a las demandas del trabajo y el hogar</li> <li>• Control sobre el trabajo: Grado de autonomía en sus labores</li> <li>• Apoyo social y calidad de liderazgo: Apoyo que percibe de sus superiores y compañeros</li> <li>• La estima: Reconocimiento y respeto en relación al esfuerzo realizado</li> <li>• Inseguridad sobre el futuro: Inseguridad sobre posibles cambios en las condiciones del trabajo no deseados.</li> </ul> <p>Las preguntas están divididas en seis grupos, cada uno de ellos relacionado a un factor. Al final de cada grupo de estas, se debe realizar la suma de la puntuación según la herramienta. Según la suma de puntos, la herramienta califica el factor como favorable, intermedio o desfavorable.</p> <p>El formato se diligenciará una sola vez por participante en compañía del investigador, es necesario tener en cuenta que se debe realizar de forma individual por las condiciones del entorno social. Lo anterior, considerando que en la actividad el personal puede no contar con la escolaridad.</p>	Generalitat de Catalunya. Departament de Treball. PSQCAT21 COPSOQ [citado 5 agosto 2017]. Disponible en: <a href="http://www.gencat.net/treball/departament/activitat/publicacions/seguretat_salut_laboral/manuals/manual_riscos/index.html">http://www.gencat.net/treball/departament/activitat/publicacions/seguretat_salut_laboral/manuals/manual_riscos/index.html</a>
<b>Filtro de Riesgos</b>	Es una herramienta para identificar de forma rápida según la percepción del trabajador a que riesgos se encuentran, considerando signos y síntomas en el cuerpo, repetición, posturas de trabajo,	Peláez, S. A., & Zambrano, L. M. (10 de Mayo de 2014). Diagnóstico Y Desarrollo

	<p>fuerza y vibración.</p> <p>El formato se diligenciará una sola vez por participante en compañía del investigador, es necesario tener en cuenta que se debe realizar de forma individual por las condiciones del entorno social. Lo anterior, considerando que en la actividad el personal puede no contar con la escolaridad.</p>	<p>Investigativo De Los Tipos De Manejo De Materiales En Centros De Distribución De Alimentos A Nivel Internacional, Que Apoye La Toma De Decisiones Ergonómicas Para Los Centros De Distribución De Colombia. Diagnóstico Y Desarrollo Investigativo De Los Tipos De Manejo De Materiales En Centros De Distribución De Alimentos A Nivel Internacional, Que Apoye La Toma De Decisiones Ergonómicas Para Los Centros De Distribución De Colombia. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.</p>
--	--	---

Los formatos usados para realizar la recolección de información los puede encontrar en los anexos (Verlos [aquí](#))

## Metodología Segundo Nivel

Tabla 28 Herramientas de Segundo Nivel

Herramientas de Segundo Nivel		
Herramienta	Descripción	Referencia
<p><b>Ovako Working Analysis System OWAS</b></p>	<p>Es utilizada para el análisis ergonómico de la carga postural, el método permite identificar posturas: 4 en espalda, 3 en brazos, 7 en piernas y 3 intervalos para el levantamiento de carga.</p> <p>Para la aplicación de esta herramienta, el investigador debe observar las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante la ejecución de cada una de las tareas de la actividad. Se debe realizar durante un período continuo de 20 minutos, y dejar registro fotográfico y de video. Lo anterior debido a que no corresponde a una actividad variable en su desarrollo.</p> <p>El método permite identificar el nivel de riesgo por carga postural para cada una de las partes del cuerpo. Distingue 4 niveles de riesgo que se enumeran de manera ascendente, siendo 1 el valor que indica menor riesgo y 4 mayor riesgo. Para cada una de estas categorías, OWAS establece una propuesta</p>	<p>Lundqvist, P., Stal, M., &amp; Pinzke, S. (2008). Ergonomics of Cow Milking in Sweden. Journal of Agromedicine, 169-175.</p>

	<p>de acción, indicando si es necesario o no un rediseño de la tarea y su urgencia.</p> <p>Para este análisis, se debe calcular el número de veces que se repite cada posición de espalda, brazos y piernas en relación con las demás durante el tiempo total de la observación. El método permite determinar el riesgo, en función de la frecuencia relativa de cada posición para cada parte del cuerpo analizada en el método, asignándole una categoría.</p>	
<p><b>Rapid Upper Limb Assessment</b> <b>RULA</b></p>	<p>Es utilizado para el análisis ergonómico de la carga postural, permite evaluar el riesgo específico en miembros superiores.</p> <p>Para la aplicación de esta herramienta se deben observar varios ciclos de trabajo durante un periodo de 20 minutos. Lo anterior debido a que no corresponde a una actividad variable en su desarrollo.</p> <p>Además de dejar registro videográfico se debe dividir el cuerpo en dos grupos A (brazos, antebrazos y muñecas) y el grupo B (piernas tronco y cuello), realizando en análisis por los lados del cuerpo como se sugiere en la herramienta y que la tarea lo demanda.</p>	<p>McAtamney, L., &amp; Corlett, E. N. (1993). RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. <i>Applied Ergonomics</i>, 91-99.</p>

## Metodología Tercer Nivel

Tabla 29 Herramienta de Tercer Nivel

Herramientas de Tercer Nivel		
Herramienta	Descripción	Referencia
<p><b>Antropometría</b></p>	<p>Es una medición que, en particular para esta investigación, contempla el registro de medidas corporales en la postura regular de trabajo (Bípeda) con el propósito de usarla para tener un referente en la propuesta de solución de diseño del puesto de trabajo.</p> <p>Las medidas propuestas corresponden a:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alcance vertical</li> <li>2. Estatura</li> <li>3. Altura ojos-suelo</li> <li>4. Altura hombro-suelo</li> <li>5. Altura codo-suelo</li> <li>6. Altura cresta iliaca</li> <li>7. Altura trocánterica</li> <li>8. Envergadura</li> <li>9. Alcance funcional</li> <li>10. Anchura codo-codo</li> </ol>	<p>Agrawal, K. N., Singh, R. P., &amp; Satapathy, K. K. (2010). Antropometric considerations of farm tools/machinery design for tribal workers of northeastern India. <i>Agric Eng Int</i>, 143-150.</p>

<p><b>Electromiografía de Superficie (EMG)</b></p>	<p>Permite la evaluación y registro de la actividad eléctrica producida por los músculos. La recolección se realiza por un equipo denominado electromiografo, el cual detecta la diferencia del potencial eléctrico. Uno de sus propósitos es el análisis de la biomecánica del movimiento del cuerpo humano.</p> <p>El objetivo de la herramienta es describir parámetros de amplitud y frecuencia de actividad muscular y el uso del mismo en el tiempo de análisis.</p> <p>Los músculos seleccionados serán ubicados los electrodos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extensor carpi ulnar (Ver ilustración 4)</li> <li>• Extensor carpi radial (Ver ilustración 5)</li> <li>• Flexor carpi ulnar (Ver ilustración 6)</li> <li>• Flexor carpi radial (Ver ilustración 7)</li> <li>• Deltoides medio (Ver ilustración 8)</li> <li>• Biceps braquial (Ver ilustración 9)</li> <li>• Trapecio Superior (Ver ilustración 10)</li> </ul> <p>Ubicación en los participantes ver Ilustración 11.</p> <p>Los trabajadores deben ser monitoreados bajo las condiciones reales mientras realizan la actividad durante 30 minutos, al comienzo de la jornada para que en lo posible no haya fatiga muscular.</p> <p>El trabajador debe firmar un consentimiento informado en el que se detalla el procedimiento asociado y/o cualquier indicación o riesgo en la prueba.</p>	<p>Earle-Richardson, G., Jenkind, P. L., Strogatz, D., Bell, E. M., Freivalds, A., Sorensen, J. A., &amp; May, J. J. (2008). Electromyographic assessment of apple bucker intervention designed to reduce back strain. <i>Ergonomics</i>, 902-919.</p> <p>Fathallah, F. A. (2010). Musculoskeletal disorders in labor-intensive agriculture. <i>Applied Ergonomics</i>, 738-743.</p> <p>SENIAM (2010). "SENIAM: European Recommendations for Surface Electromyography." [Acesso em: 13 fev 2010]; Disponível em: <a href="http://www.seniam.org">http://www.seniam.org</a> .</p> <p>Silverstein, B. A., Bao, S. S., Russell, S., &amp; Stwert, K. (2012). Water and Coffee: A systems approach to improving coffee harvesting work in Nicaragua. <i>Human Factors</i>, 925-939.</p>
<p><b>Análisis de Movimientos por medio de inerciales (IMU)</b></p>	<p>Las Unidades de Medición Inercial (IMU) son un sistema autónomo que mide el movimiento lineal y angular usualmente con una tríada de giroscopios y una tríada de acelerómetros. Una IMU puede ser instalada en el trabajador para recolectar el movimiento angular (grados) del segmento corporal, la velocidad angular (m/ms) y la aceleración (m/ms<sup>2</sup>) en el sensor en el sector seleccionado del cuerpo. Se les conoce comúnmente en la literatura como los giroscopios y acelerómetros de integración de velocidad. Se seleccionarán variables cinemáticas a partir de la velocidad angular.</p>	<p>T. Aoki, G. Venture and D. Kulic, "Segmentation of Human Body Movement Using Inertial Measurement Unit," 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Manchester, 2013, pp. 1181-1186.</p>

	Este elemento se debe instalar en las zonas articulares deseadas de analizar. (Antebrazo, hombro y espalda) Ver Ilustración 11.	
--	---	--

## **Protocolos de Aplicación de Herramientas de Tercer Nivel**

### **Objetivo**

Describir el potencial de la actividad muscular, los movimientos articulares de miembros seleccionados asociados a la recolección manual de café, mediante el uso de electromiografía y el análisis de movimientos por medio de inerciales.

### **Población**

Recolectores de café de una finca en Marsella del departamento de Risaralda, que decidan participar de forma voluntaria en el estudio.

### **Diseño y procedimiento general**

Este es un estudio de campo, donde los trabajadores fueron monitoreados mientras realizan la actividad en condiciones reales. Es importante resaltar que ningún trabajador debía realizar actividades relacionadas al trabajo antes de la instrumentación, con el fin de evitar la fatiga. Cada trabajador firmará un consentimiento informado en el que se detallan los procedimientos asociados para la realización de las pruebas de EMG e IMU. La instrumentación se realizará de acuerdo con las recomendaciones europeas del SENIAM y la ubicación de los músculos siguiendo las recomendaciones de Perotto.

La captura de datos ocurrirá con las siguientes etapas:

1. Presentación, Explicación y firma del consentimiento.
2. Preparación de electrodos de EMG e IMU (Limpieza Con alcohol) .
3. Preparación de la piel.
4. Localización de cada músculo con ayuda de palpación, para la ubicación específica de cada uno de los electrodos.
5. En posición de reposo se debe calibrar el sistema de registro ajustando sus entradas de adquisición a cero mediante el software de registro.
6. Prueba de señal. Nota: Es importante que no estén equipos electrónicos ni celulares cerca al área de trabajo.
7. Registro de señal en reposo.

8. Para los registros de EMG se realiza la contracción máxima voluntaria para cada músculo (2 maniobras, cada una con 6 segundos de esfuerzo y descansos de 1 minuto).
9. Ubicación de los IMU en las articulaciones seleccionadas.
10. Ejecución de la prueba.
11. Retiro de equipos del cuerpo del recolector.
12. Finalización de la medición.

### **Ubicación de electrodos y Métodos para la hallar la contracción máxima voluntaria para cada músculo**

#### *Extensor Carpi Radialis (ECR)*



*Ilustración 33 Ubicación Extensoe Carpi Radialis*

El antebrazo se debe posicionar en una superficie plana donde el sujeto de investigación tenga el antebrazo en pronación, luego el instrumentador deberá ubicar el musculo como lo indica la imagen. Para esto el sujeto deberá realizar una desviación radial y hacer extensión, mientras el instrumentador ejerce presión a la mano dominante. Para ubicar el lugar donde se identifican mayores fibras musculosas. Proceda a realizar el mismo movimiento con el sujeto instrumentado para registrar el MVC (Maximo Contracción Voluntaria) .

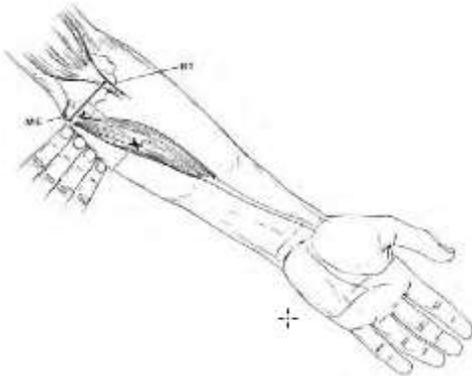
#### *Extensor Carpi Ulnaris (ECU)*



*Ilustración 34 Ubicación Extensor Carpi Ulnaris*

El antebrazo se debe posicionar en una superficie plana donde el sujeto de investigación tenga el antebrazo en pronación, luego el instrumentador deberá ubicar el músculo como lo indica la imagen. Para esto el sujeto deberá realizar una desviación ulnar y hacer extensión, mientras el instrumentador ejerce presión a la mano dominante. Para ubicar el lugar donde se identifican mayores fibras musculosas. Proceda a realizar el mismo movimiento con el sujeto instrumentado para registrar el MVC.

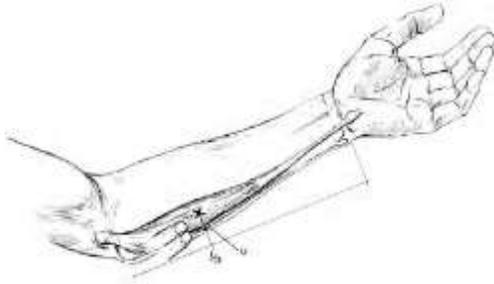
#### *Flexor Carpi Radialis (FCR)*



*Ilustración 35 Ubicación Carpi Radialis*

El antebrazo se debe posicionar en una superficie plana donde el sujeto de investigación tenga el antebrazo en supinación, luego el instrumentador deberá ubicar el músculo como lo indica la imagen. Para esto el sujeto deberá realizar una desviación radial y hacer flexión, mientras el instrumentador ejerce presión contraria a la mano dominante. Para ubicar el lugar donde se identifican mayores fibras musculosas. Proceda a realizar el mismo movimiento con el sujeto instrumentado para registrar el MVC.

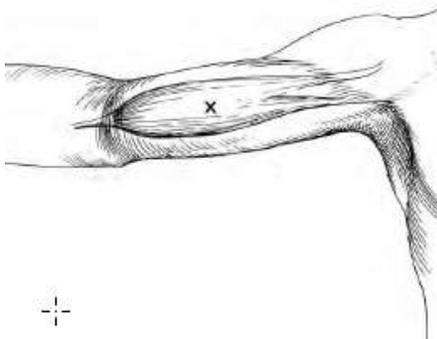
### *Flexor Carpi Ulnaris (FCU)*



*Ilustración 36 Flexor Carpi Ulnaris*

El antebrazo se debe posicionar en una superficie plana donde el sujeto de investigación tenga el antebrazo en supinación, luego el instrumentador deberá ubicar el músculo como lo indica la imagen. Para esto el sujeto deberá realizar una desviación ulnar y hacer flexión, mientras el instrumentador ejerce presión contraria a la mano dominante. Para ubicar el lugar donde se identifican mayores fibras musculosas. Proceda a realizar el mismo movimiento con el sujeto instrumentado para registrar el MVC.

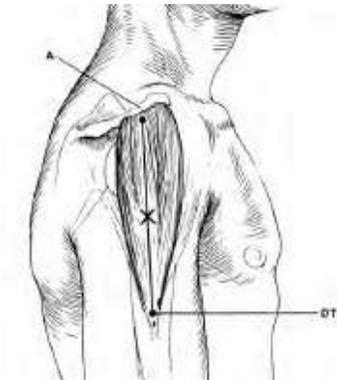
### *Biceps Braquis*



*Ilustración 37 Ubicación Biceps Braquis*

Coloque el brazo sobre una superficie plana, amortigüe el codo de la presión de la mesa y flexione el codo ligeramente por debajo o en ángulo recto, con el antebrazo en supinación. Proceda a solicitar al participante que flexione el brazo mientras que usted presiona contra el antebrazo en la dirección de la extensión. Para ubicar el lugar donde se identifican mayores fibras musculosas. Proceda a realizar el mismo movimiento con el sujeto instrumentado para registrar el MVC.

### *Deltoid, Middle*



*Ilustración 38 Ubicación Deltoide Medio*

El sujeto debe posicionar el hombro en un estado neutro para la prueba, el codo debe ser flexionado para indicar la posición neutral de rotación, pero puede extenderse después de que se ha establecido la posición del hombro para utilizar la extremidad extendida para una palanca más larga. La presión debe aplicarse contra la superficie dorsal del extremo distal del húmero si el codo está flexionado o contra el antebrazo si se extiende el codo. Para ubicar el lugar donde se identifican mayores fibras musculosas. Proceda a realizar el mismo movimiento con el sujeto instrumentado para registrar el MVC.

*Trapezius Upper*



*Ilustración 39 Ubicación de Trapecio*

El sujeto debe elevar el extremo acromial de la clavícula y la escápula del brazo no dominante, luego debe extender y girar la cabeza hacia el hombro elevado con la cara girada en la dirección opuesta. El instrumentador debe aplicar presión contra el hombro en la dirección de la depresión y contra la cabeza en la dirección de flexión anterolateralmente. Para ubicar el lugar donde se identifican las fibras

de mayor tamaño. Proceda a realizar el mismo movimiento con el sujeto instrumentado para registrar el MVC.



*Ilustración 40 Personas instrumentadas*

### **Instrumentos de medición**

La actividad muscular será registrada mediante siete sensores de EMG de superficie (SX230, BioMetrics Ltd., Uk) que serán ubicados en el vientre muscular de los músculos, según el protocolo SENIAM.

El sensor de EMG incorpora un filtro pasa-banda de 20-460 Hz; ruido inferior a 5 $\mu$ V e impedancia de órdenes de 10e<sup>10</sup> $\Omega$ .

Para el registro de la señal de EMG se empleará el sistema de registro y almacenamiento DataLog MWX8 de Biometrics Ltd.

*Tabla 30 Equipos para el tercer nivel*

<b>Equipos</b>	<b>Cantidad</b>
SX230	7
DataLOG MWX8	1
MTw Awinda	1, con 3 IMU's

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31 Insumos para realizar la medición del tercer nivel

Insumo	Cantidad
Camisetas tipo esqueleto	10
Algodón	1
Fixomull	1
Esparadrapo	1
Máquinas de afeitar	10
Correa para ubicación del monitor	1
Pilas Doble AA	12

Fuente: Elaboración propia

### Procesamiento de la señal:

El procesamiento para este estudio se realizó mediante un software de procesamiento de las señales de EMG, de acuerdo con las recomendaciones internacionales SENIAM. Como primera medida, las señales registradas deben ser filtradas para atenuar el ruido inducido por la red eléctrica por medio de un filtro pasa bajo con una banda de rechazo comprendida entre los 55 Y 65 Hz. Posteriormente, se determinarán los esfuerzos máximos voluntarios MVC (necesarios para el análisis de los datos de EMG, debido a que hay que normalizar las señales para poder realizar las comparaciones entre usuarios), tomando el valor pico de la señal RMS calculado para una ventana de 200 ms. Las señales capturadas durante la ejecución de las tareas y durante los protocolos de tareas generadoras de fatiga son suavizadas con el procedimiento anterior. La señal suavizada de las tareas se normaliza dividiéndola por el valor pico de la señal MVC previamente evaluada. La señal estandarizada se usa para realizar el análisis de la función de distribución de probabilidad de la amplitud (*Amplitude Probability Distribution Function* APDF). Según Jonsson (1988), el uso de la función de distribución de probabilidad de la amplitud permite obtener una descripción de la carga muscular durante el periodo de tiempo analizado que se obtiene en la señal de electromiografía. Esta se considera como la fracción de duración respecto a un estándar, para el caso de nuestro estudio será con la contracción máxima voluntaria (MVC). Lo cual permitirá analizar con pauta que se poseen para evaluar la condición de una actividad.

Para las señales de Inerciales se analizó en tres segmentos corporales el antebrazo, el brazo y la espalda, donde se posicionaron tres sensores 1 MTw, se recogió la información por medio del equipo Awinda Recording and Docking Station integrándose con el bluetooth del equipo al computador.

## 9 Consentimiento Informado

### DERECHOS DEL PARTICIPANTE

Como participante en este estudio, usted tiene algunos derechos. El propósito de este formulario es para informarle acerca de cuáles son estos derechos y de así obtener su consentimiento para participar.

1. No tengo que participar en este estudio si no deseo realizarlo.
2. Me han informado cual es el procedimiento del estudio y que se espera de mí.
3. Me han informado que los resultados del estudio beneficiarán a los trabajadores que hacen este tipo de tareas en estaciones de trabajo con métodos y equipos similares a los que se emplearán durante el desarrollo de las pruebas.
4. Un miembro del equipo de investigación responderá a cualquier pregunta que pueda tener en relación con los procedimientos que deben seguirse en el estudio.
5. Yo tengo el derecho de retirarme del estudio en el que estoy participando en cualquier momento si siento que no es agradable para mí.
6. Tengo el derecho a ver mis datos y retirarlos del estudio si siento que debo hacerlo. En general, los datos se procesan después de que todas las tareas se han completado. En este estudio, se puede proporcionar poca información inmediatamente después de mi participación en él. Tras el estudio, todos los datos son anónimos, por lo tanto, si deseo retirar mis datos, debo hacerlo inmediatamente después de que mi participación se ha completado.
7. Todos los datos que se recogen son de carácter confidencial. Nadie podrá ver mis datos, excepto los investigadores. Mi nombre no se asociará al algún resultado después de que se han recogido. El nombre de los participantes no se utilizará en los informes que se realicen sobre el proyecto.
8. Tengo el derecho a ser informado de los resultados del estudio general. Si deseo recibir información sobre los resultados, voy a incluir mis datos personales debidamente firmados, de esta manera se me entregará un resumen. Si deseo mayor información, deberé contactarme directamente con el investigador principal.
9. Si llegare a necesitar atención médica durante la realización de las pruebas de este estudio, el mecanismo por el cual recurriré a la atención médica necesaria será por medio de la EPS a la cual me encuentro afiliado.
10. Soy consciente del riesgo que supone la realización de las tareas en la operación de recolección de café, bajo el uso de equipos electrónicos que miden electromiografía e el análisis de movimiento por medio de inerciales, así como de las posibles incomodidades que se puedan generar.

El trabajador deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones con el uso de los equipos electrónicos que serán usados para medir la actividad muscular y posturas:

- Se le colocaran electrodos superficiales en la superficie de los brazos y espalda, un dispositivo electrónico que permite adquirir señal en un computador personal.
- En casos específicos es necesario realizar la depilación de las áreas de la piel en las que se ubicaran los electrodos.

- Los equipos que se utilizan para adquirir las señales son seguros eléctricamente.
- No se utilizarán elementos peligrosos que atenten a la salud y la integridad de los trabajadores.
- Los datos adquiridos en las pruebas se almacenarán de forma digital, de manera segura y confidencial.
- Los datos adquiridos serán procesados posteriormente y se analizarán variables que permitirán proponer mejoras para la calidad de vida de los trabajadores.
- La información y datos personales son confidenciales.
- Para evitar el ruido en la señal, es necesario que no existan equipos celulares cerca al área de trabajo.

Esperamos que su participación en la presente investigación sea una experiencia agradable e interesante. Estamos muy agradecidos por su ayuda como participante. Si usted tiene alguna pregunta sobre el estudio o sus derechos como participante, por favor no dude en realizarla. Haremos nuestro mejor esfuerzo para responder, con la única restricción de que no queremos influir en los resultados del estudio.

Su firma indica que usted ha leído los derechos mencionados y ha dado su consentimiento para participar. La inclusión de su firma a continuación, permitirá que se le envíe un resumen de los resultados del estudio.

Fecha: \_\_\_\_\_ // \_\_\_\_\_ // \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Documento de identidad: \_\_\_\_\_

Firma del participante: \_\_\_\_\_

**Informe del Investigador**

Declaro que he proporcionado una explicación del propósito del estudio al participante.

Firma del Investigador

## 10 Formatos de Recolección de Información

### 10.1. Formato de Información General y Consentimiento

EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES BIOMECÁNICAS QUE AFECTAN LA DEMANDA MUSCULAR Y POSTURAL EN LA RECOLECCIÓN MANUAL DE CAFÉ, CASO DE ESTUDIO		
Fecha		Edad
Ciudad		Peso
Nombre		Estatura
Cédula de Ciudadanía		
Tiempo realizando oficios similares		
Genero		
Mano dominante		
<b>Consentimiento Informado</b>		
<p>El proposito de este formulario es informarle acerca de las pruebas requeridas en la investigación denominada "EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES BIOMECÁNICAS QUE AFECTAN LA DEMANDA MUSCULAR Y POSTURAL EN LA RECOLECCIÓN MANUAL DE CAFÉ, CASO DE ESTUDIO", que será desarrollada por el Ingeniero Sebastián Alberto Pélaez Gómez como trabajo de investigación para optar por el título de Magister en Ingeniería Industrial.</p> <p>Por este motivo le solicito su colaboración para contestar los cuestionarios, entrevistas, tomas videográficas y medidas antropométricas durante el desarrollo del estudio. Este estudio no representa ningún riesgo para su salud y podrá realizar su trabajo de manera habitual. Asimismo, usted tendrá derecho a solicitar respuesta a cualquier duda que presente y considere necesarias. En cualquier momento usted podrá retirarse del mismo. Toda la información recogida será de caracter confidencial. Nadie podrá ver sus resultados a excepción de los investigadores y si usted lo desea le será compartida a usted. Su nombre no será asociado a ningun resultado que sea recolectado.</p> <p>Agradezco de su participación ya que servirá para sentar un precedente para generar propuestas de mejora para las condiciones laborales en su trabajo.</p> <p>Yo _____ identificado con la cédula de ciudadanía número _____ de _____ declaro que acepto participar voluntariamente en este estudio cooperando con las actividades planteadas.</p> <p>_____</p>		
Firma		

### 10.1.1. Filtro de Riesgos

EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES BIOMECÁNICAS QUE AFECTAN LA DEMANDA MUSCULAR Y POSTURAL EN LA RECOLECCIÓN MANUAL DE CAFÉ, CASO DE ESTUDIO					
Fecha					
Ciudad					
Nombre					
<b>APARTADO 1</b>					
<b>ELIGE UNA SOLA RESPUESTA PARA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:</b>					
	Siempre	Muchas veces	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
1) ¿Tienes que trabajar muy rápido?	4	3	2	1	0
2) ¿La distribución de tareas es irregular y provoca que se te acumule el trabajo?	4	3	2	1	0
3) ¿Tienes tiempo de llevar al día tu trabajo?	0	1	2	3	4
4) ¿Te cuesta olvidar los problemas del trabajo?	4	3	2	1	0
5) ¿Tu trabajo, en general, es desgastador emocionalmente?	4	3	2	1	0
6) ¿Tu trabajo requiere que escondas tus emociones?	4	3	2	1	0
SUMA LOS CÓDIGOS DE TUS RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS 1 a 6 =					



ESCUELA  
COLOMBIANA  
DE INGENIERÍA  
JULIO GARAVITO

APARTADO 2

ELIGE UNA SOLA RESPUESTA PARA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

	Siempre	Muchas veces	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
7) ¿Tienes influencia sobre la cantidad de trabajo que se te asigna?	4	3	2	1	0
8) ¿Se tiene en cuenta tu opinión cuando se te asignan tareas?	4	3	2	1	0
9) ¿Tienes influencia sobre el orden en el que realizas las tareas?	4	3	2	1	0
10) ¿Puedes decidir cuándo haces un descanso?	4	3	2	1	0
11) Si tienes algún asunto personal o familiar ¿puedes dejar tu puesto de trabajo al menos una hora sin tener que pedir un permiso especial?	4	3	2	1	0
12) ¿Tu trabajo requiere que tengas iniciativa?	4	3	2	1	0

13) ¿Tu trabajo permite que aprendas cosas nuevas?	4	3	2	1	0
14) ¿Te sientes comprometido con tu profesión?	4	3	2	1	0
15) ¿Tienen sentido tus tareas?	4	3	2	1	0
16) ¿Hablas con entusiasmo de tu empresa a otras personas?	4	3	2	1	0
SUMA LOS CÓDIGOS DE TUS RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS 7 a 16 =					

APARTADO 3					
ELIGE UNA SOLA RESPUESTA PARA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:					
En estos momentos, ¿estás preocupado/a...	Muy preocupado	Bastante preocupado	Más o menos preocupado	Poco preocupado	Nada preocupado
17) por lo difícil que sería encontrar otro trabajo en el caso de que te quedaras en paro?	4	3	2	1	0
18) por si te cambian de tareas contra tu voluntad?	4	3	2	1	0
19) por si te cambian el horario (turno, días de la semana, horas de entrada y salida) contra tu voluntad?	4	3	2	1	0
20) por si te varían el salario (que no te lo actualicen, que te lo bajen, que introduzcan el salario variable, que te	4	3	2	1	0

paguen en especie, etc.)?

SUMA LOS CÓDIGOS DE TUS RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS 17 A 20=

APARTADO 4					
ELIGE UNA SOLA RESPUESTA PARA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:					
	Siempre	Muchas veces	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
21) ¿Sabes exactamente qué margen de autonomía tienes en tu trabajo?	4	3	2	1	0
22) ¿Sabes exactamente qué tareas son de tu responsabilidad?	4	3	2	1	0
23) ¿En esta empresa se te informa con suficiente antelación de los cambios que pueden afectar tu futuro?	4	3	2	1	0
24) ¿Recibes toda la información que necesitas para realizar bien tu trabajo?	4	3	2	1	0
25) ¿Recibes ayuda y apoyo de tus compañeras o compañeros?	4	3	2	1	0
26) ¿Recibes ayuda y apoyo de tu inmediato o inmediato superior?	4	3	2	1	0
27) ¿Tu puesto de trabajo se encuentra aislado del de tus compañeros/as?	0	1	2	3	4
28) En el trabajo, ¿sientes que formas parte de un grupo?	4	3	2	1	0
29) ¿Tus actuales jefes inmediatos planifican bien el	4	3	2	1	0

trabajo?						
30) ¿Tus actuales jefes inmediatos se comunican bien con los trabajadores y trabajadoras?	4	3	2	1	0	
SUMA LOS CÓDIGOS DE TUS RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS 21 A 30 =						

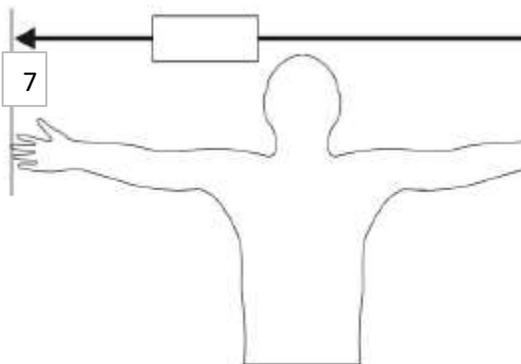
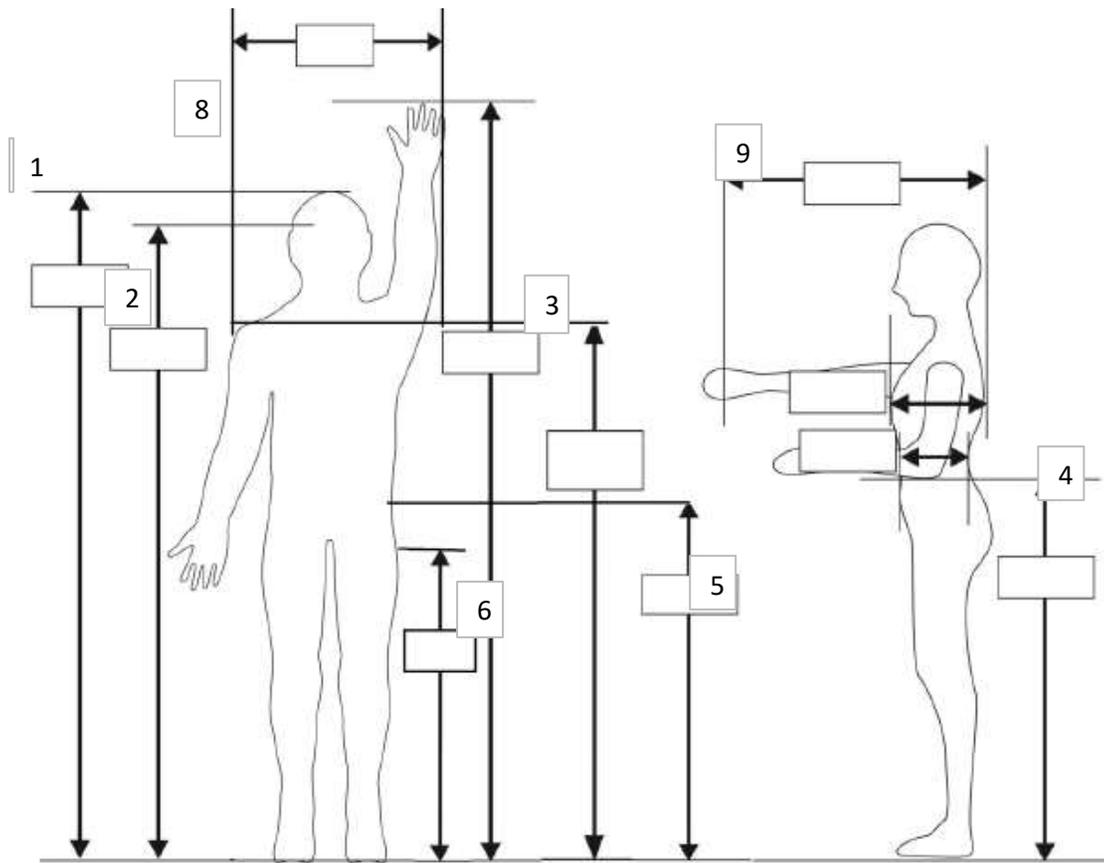
APARTADO 5	
DE LA SIGUIENTE PREGUNTA, ELIGE LA RESPUESTA QUE MEJOR DESCRIBA TU SITUACIÓN:	
31) ¿Qué parte del trabajo familiar y doméstico haces tú?	
Soy la/el principal responsable y hago la mayor parte de las tareas familiares y domésticas	4
Hago aproximadamente la mitad de las tareas familiares y domésticas	3
Hago más o menos una cuarta parte de las tareas familiares y domésticas	2
Sólo hago tareas muy puntuales	1
No hago ninguna o casi ninguna de estas tareas	0

ELIGE UNA SOLA RESPUESTA PARA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:					
	Siempre	Muchas veces	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
32) Si faltas algún día de casa, ¿las tareas domésticas que realizas se quedan sin hacer?	4	3	2	1	0
33) Cuando estás en la empresa ¿piensas en las tareas domésticas y	4	3	2	1	0

familiares?						
34) ¿Hay momentos en los que necesitarías estar en la empresa y en casa a la vez?	4	3	2	1	0	
SUMA LOS CÓDIGOS DE TUS RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS 31 A 34=						

APARTADO 6						
ELIGE UNA SOLA RESPUESTA PARA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:						
	Siempre	Muchas veces	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca	
35) Mis superiores me dan el reconocimiento que merezco	4	3	2	1	0	
36) En las situaciones difíciles en el trabajo recibo el apoyo necesario	4	3	2	1	0	
37) En mi trabajo me tratan injustamente	0	1	2	3	4	
38) Si pienso en todo el trabajo y esfuerzo que he realizado, el reconocimiento que recibo en mi trabajo me parece adecuado	4	3	2	1	0	
SUMA LOS CÓDIGOS DE TUS RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS 35 a 38 =						

### 10.1.2. Formato de recolección de información de antropometría

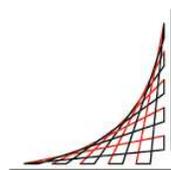


Anchura codo a codo: \_\_\_\_\_

10

Nombre: \_\_\_\_\_

Cédula: \_\_\_\_\_



ESCUELA  
COLOMBIANA  
DE INGENIERÍA  
JULIO GARAVITO

### 10.1.3. Filtro de Riesgos

<b>Filtro de riesgos</b>			
<p>Si su respuesta es <b>SI</b> a cualquiera de los enunciados dentro de cada paso, por favor coloque en la casilla del SI para ese paso. Solo coloque <b>NO</b> en la casilla de cada paso si ninguno de las preguntas del cuadro se presenta en su trabajo. Recuerde que debe tener en cuenta cada una de las partes del cuerpo: cabeza, tronco, extremidades superiores (dedos, manos, muñecas, brazos, codos hombros y cuello) y extremidades inferiores (muslos, rodillas, piernas, tobillos y pies).</p>			
<b>FILTRO DE RIESGOS</b>			
<b>PASO 1: REPETICIÓN</b>			
<p>Existe algún elemento repetitivo como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Repetición de los mismos movimientos en un <b>intervalo de tiempo corto</b></li> <li>- Una secuencia de movimientos que se repite más de dos veces por minuto</li> <li>- Más de la mitad del tiempo del turno es empleado en la realización de <b>la misma secuencia de movimientos</b></li> </ul>	<p><b>¿Para más de 2 horas en total por turno?</b></p>	<p>SI</p> <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> <p>NO</p>	<p>Continúe con el paso 2</p>
<b>PASO 2: POSTURAS DE TRABAJO</b>			
<p>Presenta posturas de trabajo, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Articulaciones mantenidas en posturas fijas (tobillos, rodillas, codos, muñecas, hombro)</li> <li>- Movimiento de las articulaciones tiene grandes amplitudes (lado a lado o de arriba abajo)</li> <li>- Posturas incómodas</li> <li>- Estirarse para alcanzar objetos o controles</li> <li>- Girar objetos o controles</li> <li>- Trabajos realizados por encima de la altura de los hombros</li> <li>- Trabajos realizados arrodillado o acurrucado</li> <li>- Trabajos realizados con la espalda doblada o el tronco girado</li> </ul>	<p><b>Para más de 2 horas en total por turno</b></p>	<p>SI</p> <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> <p>NO</p>	<p>Continúe con el paso 3</p>
<b>PASO 3: FUERZA</b>			
<p>Realiza fuerzas aplicadas, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Empujar, halar, mover cosas</li> <li>- Agarrar objetos o herramientas</li> </ul>	<p><b>aplicación sostenida o repetida de la fuerza durante más de 2 horas en total por turno</b></p>	<p>SI</p> <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	<p>Continúe con el paso 4</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agarrar/apretar/presionar objetos solamente con los dedos (ej., botones, llaves, lápiz, etc.)</li> <li>- Sostener elementos o piezas de trabajo</li> <li>- Uso de herramientas o equipos de trabajo que transmiten golpes o impactos al cuerpo</li> <li>- Uso de objetos que crean presión localizada en cualquier parte del cuerpo</li> </ul>		NO	
<b>PASO 4: VIBRACIÓN</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliza alguna herramienta o equipo que vibre y sostenga con sus manos o brazos en el desarrollo de sus actividades (taladro, pulidora, etc.)?</li> <li>- Utiliza para el desarrollo de sus labores equipos de transporte motorizados? (Montacargas, Camión, stop picker, etc.)</li> </ul>	<b>Regularmente (¿es decir, en algún momento durante la mayoría de los turnos?)</b>	SI NO	Continúe con el paso 5
<b>PASO 5: ILUMINACIÓN</b>			
Al desarrollar sus actividades: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le molesta la luz en el sitio de su trabajo:</li> <li>- Desearía usar una lámpara, linterna o bombillo adicional en su sitio de trabajo?</li> </ul>	<b>Regularmente (¿es decir, en algún momento durante la mayoría de los turnos?)</b>	SI NO	Continúe con el paso 6
<b>PASO 6: RUIDO</b>			
Al desarrollar sus actividades: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Debe levantar la voz para comunicarse con sus compañeros?</li> <li>- Le molesta pitos o alarmas?</li> <li>- Le molesta el ruido de máquinas o vehículos?</li> </ul>	<b>Regularmente (¿es decir, en algún momento durante la mayoría de los turnos?)</b>	SI NO	Continúe con el paso 7
<b>PASO 7: TEMPERATURA</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Siente la necesidad de quitarse o ponerse la chaqueta cuando realiza sus labores?</li> <li>- Siente cambios de temperatura frecuentemente?</li> </ul>	<b>Regularmente (¿es decir, en algún momento durante la mayoría de los turnos?)</b>	SI	GRACIAS

### 10.1.4. Cuestionario Nórdico

Fecha																										
Ciudad																										
Nombre																										
Cédula de Ciudadanía																										
1. Ha tenido molestias en...?	Cabeza		Ojos		Cuello		Hombros		Codos		Muñecas		Manos		Espalda Alta		Espalda Baja		Muslos		Rodillas		Pies			
	SI	NO	SI	NO	SI	NO																				
							Der	Izq	Der	Izq	Der	Izq	Der	Izq					Der	Izq	Der	Izq	Der	Izq	Der	Izq
2. Desde hace cuánto tiempo?																										
3. Ha tenido molestias en los últimos 12 meses?	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO																		
4. ¿Cuánto tiempo ha tenido molestias en los últimos 12 meses?	1-7 días	8-30 días	1-7 días	8-30 días	1-7 días	8-30 días	1-7 días	8-30 días																		
	más de 30 días	Siempre:	más de 30 días	más de 30 días	Siempre:	más de 30 días	más de 30 días	Siempre:	más de 30 días																	
5. ¿Cuánto dura cada molestia?	< 1 hora	1-24 horas	< 1 hora	1-24 horas	< 1 hora	1-24 horas																				
	1-7 días	1-4 semanas	1-7 días	1-4 semanas	1-7 días	1-4 semanas																				
	> 1 mes		> 1 mes		> 1 mes		> 1 mes		> 1 mes		> 1 mes		> 1 mes		> 1 mes		> 1 mes		> 1 mes		> 1 mes		> 1 mes			



6. ¿Esta molestia le ha impedido trabajar los últimos 12 meses?	0 día__	1 día__	2 día__	3 día__	4 día__	5 día__	6 día__	7 día__	8 día__	9 día__	10 día__	11 día__		
	1-7 días__													
	1-4 semanas__													
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
	> 1 mes__													
7. ¿Ha recibido tratamiento por estas molestias?	SI	NO												
	<input type="checkbox"/>													
8. ¿Ha tenido molestias en los últimos 7 días?	SI	NO												
	<input type="checkbox"/>													
9. Dentro de una escala de 0 a 10 califique su incomodidad molestia (siendo 0 sin molestia/incomodidad y 10 siendo molestia/incomodidad muy fuerte)														
10. ¿A qué atribuye estas molestias/incomodidades?														

11. ¿Cuánto tiempo al año, dedica usted a la actividad de recolección de café?	
12. Si realiza alguna otra actividad, mientras está la cosecha ¿Cuál actividad desempeña?	
13. ¿Realiza alguna actividad física, que no esté relacionada con el trabajo? Ejemplo. Va al gimnasio, corre, monta bicicleta...	

## 10.2. Resultados Segundo Nivel

### 10.2.1.1. Sujeto 1 RULA/OWAS

#### 10.2.1.1.1. RULA

##### 10.2.1.1.1.1. Postura

1

RESUMEN DE DATOS:

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo <sup>(1-6)</sup>	4
Puntuación del antebrazo <sup>(1-6)</sup>	1
Puntuación de la muñeca <sup>(1-6)</sup>	3
Puntuación giro de muñeca <sup>(1-2)</sup>	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) <sup>(0-1)</sup>	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) <sup>(0-6)</sup>	0

Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello <sup>(1-6)</sup>	2
Puntuación del tronco <sup>(1-6)</sup>	2
Puntuación de piernas <sup>(1-2)</sup>	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) <sup>(0-1)</sup>	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) <sup>(0-6)</sup>	2



NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

Puntuación final RULA <sup>(1-7)</sup>: 6

Nivel de riesgo <sup>(1-4)</sup>: 3

Actuación: Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

10.2.1.1.1.2. Postura 2

RESUMEN DE DATOS:

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo <sup>(1-6)</sup>	3
Puntuación del antebrazo <sup>(1-6)</sup>	2
Puntuación de la muñeca <sup>(1-6)</sup>	3
Puntuación giro de muñeca <sup>(1-2)</sup>	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) <sup>(0-1)</sup>	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) <sup>(0-6)</sup>	0

Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello <sup>(1-6)</sup>	4
Puntuación del tronco <sup>(1-6)</sup>	2
Puntuación de piernas <sup>(1-2)</sup>	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) <sup>(0-1)</sup>	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) <sup>(0-6)</sup>	2



**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA<sup>(1-7)</sup>: 7**

**Nivel de riesgo<sup>(1-4)</sup>: 4**

**Actuación: Se requieren análisis y cambios de manera inmediata.**

10.2.1.1.1.3. Postura  
3



**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

Puntuación del brazo <sup>(1-4)</sup> :	4
Puntuación del antebrazo <sup>(1-4)</sup> :	1
Puntuación de la muñeca <sup>(1-4)</sup> :	3
Puntuación grado muñeca <sup>(1-3)</sup> :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) <sup>(1-3)</sup> :	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) <sup>(1-3)</sup> :	0

**Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:**

Puntuación del cuello <sup>(1-4)</sup> :	2
Puntuación del tronco <sup>(1-4)</sup> :	4
Puntuación de las piernas <sup>(1-4)</sup> :	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) <sup>(1-3)</sup> :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) <sup>(1-3)</sup> :	2

**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA<sup>(1-7)</sup>: 6**

**Nivel de riesgo<sup>(1-4)</sup>: 3**

**Actuación: Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.**

Al momento de revisar el video se puede evidenciar que el sujeto 1 en un 70% del tiempo permanece en la postura 1, cuando está realizando la recolección de café. Por otra parte, las posturas 2 y 3 se podrían presentar en un 15% y 5% respectivamente. La postura dos difiere de la 1 por la rotación de cuello. Asimismo, se validó con el sujeto que había aprendido a recolectar café acompañando a sus padres a hacer la labor, no ha tenido algún tipo de capacitación frente a la actividad. Aunque la finca cuenta con certificación UTH, esta exige muy poco en cuanto a las consideraciones de SST.

10.2.1.1.2. OWAS



Postura con más riesgo

	Espalda	Brazos	Piernas	Cargas
Código	2	1	2	1
Postura	Espalda doblada	Los dos brazos bajos	De pie	< 10 Kg.

Riesgo de la postura **2**

Frecuencia de la postura 50 %

Nivel de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
<b>1</b>	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción.
<b>2</b>	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
<b>3</b>	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
<b>4</b>	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frec.	Frec.Rel.(%)	Riesgo
1	2	1	2	1	1	50	2
2	1	1	3	1	1	50	1

## 10.2.1.2. Sujeto 2

### 10.2.1.2.1. RULA

#### 10.2.1.2.1.1. Postura 1

##### RESUMEN DE DATOS:

##### Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo <sup>(1-6)</sup> :	2
Puntuación del antebrazo <sup>(1-3)</sup> :	1
Puntuación de la muñeca <sup>(1-4)</sup> :	3
Puntuación giro de muñeca <sup>(1-2)</sup> :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) <sup>(0-1)</sup> :	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) <sup>(0-3)</sup> :	0

##### Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello <sup>(1-6)</sup> :	3
Puntuación del tronco <sup>(1-6)</sup> :	2
Puntuación de piernas <sup>(1-2)</sup> :	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) <sup>(0-1)</sup> :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) <sup>(0-3)</sup> :	2



##### NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

**Puntuación final RULA <sup>(1-7)</sup>: 6**

**Nivel de riesgo <sup>(1-4)</sup>: 3**

**Actuación:** Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

### 10.2.1.2.1.2. Postura 2



#### RESUMEN DE DATOS:

##### Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación de brazo (1-4)	3
Puntuación de antebrazo (1-3)	1
Puntuación de la muñeca (1-4)	3
Puntuación de dedos (1-3)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) (0-10)	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-10)	0

##### Grupo B: análisis de cuello, hombro y piernas:

Puntuación del cuello (1-5)	2
Puntuación del hombro (1-4)	4
Puntuación de piernas (1-3)	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) (0-10)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) (0-10)	2

#### NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

**Puntuación final RULA (1-7): 6**

**Nivel de riesgo (1-4): 3**

**Actuación:** Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

### 10.2.1.2.1.3. Postura 3



**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

Puntuación del brazo (1-3):	3
Puntuación del antebrazo (1-3):	1
Puntuación de la muñeca (1-3):	3
Puntuación global de muñeca (1-3):	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) (0-3):	0
Puntuación de carga (fuerza) (Grupo A) (0-3):	0

**Grupo B: análisis de cuello, mano y pies:**

Puntuación del cuello (1-3):	2
Puntuación de la mano (1-3):	2
Puntuación de pies (1-3):	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) (0-3):	1
Puntuación de carga (fuerza) (Grupo B) (0-3):	2

**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA (1-7): 6**

**Nivel de riesgo (1-4) : 3**

**Actuación: Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.**

Para el caso del sujeto 2, las condiciones topográficas y condiciones del cultivo le “obligaron” a optar por posturas realmente incómodas para realizar la recolección de café, tal como se evidencia en la postura 3, donde de los 10 minutos de análisis estuvo cerca del 45% del tiempo en esta postura. Otro porcentaje grande estuvo en la postura 1 en otro 45% y en la postura 2 que implica una flexión considerable de espalda paso el aproximadamente el 10%.

**10.2.1.2.2. OWAS**



Postura con más riesgo

	Espalda	Brazos	Piernas	Cargas
Código	2	1	5	1
Postura	Espalda doblada	Los dos brazos bajos	Sobre rodilla flexionada	< 10 Kg.






Riesgo de la postura **3**

Frecuencia de la postura 33,33 %

Nivel de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
<b>1</b>	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción.
<b>2</b>	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
<b>3</b>	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
<b>4</b>	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frec.	Frec.Rel.(%)	Riesgo
1	1	1	2	1	1	33,33	1
2	2	1	2	1	1	33,33	2
3	2	1	5	1	1	33,33	3

**10.2.1.3. Sujeto 3**

*10.2.1.3.1. RULA*

### 10.2.1.3.1.1. Postura 1



#### RESUMEN DE DATOS:

##### Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo <sup>(1-4)</sup>	2
Puntuación del antebrazo <sup>(1-3)</sup>	1
Puntuación de la muñeca <sup>(1-4)</sup>	3
Puntuación global de muñeca <sup>(1-2)</sup>	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) <sup>(0-1)</sup>	1
Puntuación de carga/fuerza (Grupo A) <sup>(0-2)</sup>	0

##### Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello <sup>(1-2)</sup>	2
Puntuación del tronco <sup>(1-3)</sup>	2
Puntuación de piernas <sup>(1-2)</sup>	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) <sup>(0-1)</sup>	1
Puntuación de carga/fuerza (Grupo B) <sup>(0-2)</sup>	2

#### NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

**Puntuación final RULA <sup>(1-7)</sup>: 6**

**Nivel de riesgo <sup>(1-4)</sup>: 3**

**Actuación: Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.**

### 10.2.1.3.1.2. Postura 2



#### RESUMEN DE DATOS:

##### Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo <sup>(1-4)</sup>	2
Puntuación del antebrazo <sup>(1-3)</sup>	1
Puntuación de la muñeca <sup>(1-4)</sup>	3
Puntuación global de muñeca <sup>(1-2)</sup>	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) <sup>(0-1)</sup>	1
Puntuación de carga/fuerza (Grupo A) <sup>(0-2)</sup>	0

##### Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello <sup>(1-2)</sup>	2
Puntuación del tronco <sup>(1-3)</sup>	3
Puntuación de piernas <sup>(1-2)</sup>	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) <sup>(0-1)</sup>	1
Puntuación de carga/fuerza (Grupo B) <sup>(0-2)</sup>	2

**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA<sup>(1-7)</sup>: 6**

**Nivel de riesgo<sup>(1-4)</sup>: 3**

**Actuación:** Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

10.2.1.3.1.3. Postura  
3

**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

Puntuación del brazo <sup>(1-3)</sup> :	2
Puntuación del antebrazo <sup>(1-3)</sup> :	1
Puntuación de la muñeca <sup>(1-3)</sup> :	3
Puntuación giro de muñeca <sup>(1-2)</sup> :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) <sup>(0-3)</sup> :	1
Puntuación de carga/fuerza (Grupo A) <sup>(0-3)</sup> :	0

**Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:**

Puntuación del cuello <sup>(1-3)</sup> :	3
Puntuación del tronco <sup>(1-3)</sup> :	4
Puntuación de piernas <sup>(1-3)</sup> :	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) <sup>(0-3)</sup> :	1
Puntuación de carga/fuerza (Grupo B) <sup>(0-3)</sup> :	2



**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA<sup>(1-7)</sup>: 6**

**Nivel de riesgo<sup>(1-4)</sup>: 3**

**Actuación:** Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

El sujeto 3 presento mayormente la postura 1, de igual forma es necesario revisar su condición postural, al igual que los demás sujetos. El terreno irregular no les permite tener una postura bípeda correcta para que exista un equilibrio postural.

10.2.1.3.2. OWAS



Postura con más riesgo

	Espalda	Brazos	Piernas	Cargas
Código	2	1	2	1
Postura	Espalda doblada	Los dos brazos bajos	De pie	< 10 Kg.
				

Riesgo de la postura **2**

Frecuencia de la postura 33,33 %

Existen 2 posturas con riesgo 2. La tabla muestra la postura de mayor frecuencia con dicho riesgo. Consulte la lista de códigos para ver el resto de posturas críticas.

Nivel de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
1	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción.
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frec.	Frec.Rel.(%)	Riesgo
1	1	1	3	1	1	33,33	1
2	2	1	2	1	1	33,33	2
3	4	1	2	1	1	33,33	2

#### 10.2.1.4. Sujeto 4

##### 10.2.1.4.1. RULA

##### 10.2.1.4.1.1. Postura 1



#### RESUMEN DE DATOS:

##### Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo (1 <sup>º</sup> -3 <sup>º</sup> ):	2
Puntuación del antebrazo (1 <sup>º</sup> -3 <sup>º</sup> ):	1
Puntuación de la muñeca (1 <sup>º</sup> -4 <sup>º</sup> ):	3
Puntuación giro de muñeca (1 <sup>º</sup> -3 <sup>º</sup> ):	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) (1 <sup>º</sup> -3 <sup>º</sup> ):	1
Puntuación de carga/fuerza (Grupo A) (1 <sup>º</sup> -3 <sup>º</sup> ):	0

##### Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello (1 <sup>º</sup> -3 <sup>º</sup> ):	2
Puntuación del tronco (1 <sup>º</sup> -3 <sup>º</sup> ):	1
Puntuación de piernas (1 <sup>º</sup> -3 <sup>º</sup> ):	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) (1 <sup>º</sup> -3 <sup>º</sup> ):	1
Puntuación de carga/fuerza (Grupo B) (1 <sup>º</sup> -3 <sup>º</sup> ):	2

**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA<sup>(1-7)</sup>: 6**

**Nivel de riesgo<sup>(1-4)</sup>: 3**

**Actuación:** Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

10.2.1.4.1.2. Postura  
2

**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

Puntuación del brazo <sup>(1-4)</sup> :	1
Puntuación del antebrazo <sup>(1-3)</sup> :	2
Puntuación de la muñeca <sup>(1-4)</sup> :	3
Puntuación giro de muñeca <sup>(1-3)</sup> :	1
Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo A) <sup>(1-3)</sup> :	1
Puntuación de carga física (Grupo A) <sup>(1-3)</sup> :	0

**Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:**

Puntuación del cuello <sup>(1-3)</sup> :	2
Puntuación del tronco <sup>(1-3)</sup> :	1
Puntuación de piernas <sup>(1-3)</sup> :	2
Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo B) <sup>(1-3)</sup> :	1
Puntuación de carga física (Grupo B) <sup>(1-3)</sup> :	2



**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA<sup>(1-7)</sup>: 6**

**Nivel de riesgo<sup>(1-4)</sup>: 3**

**Actuación:** Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

10.2.1.4.1.3. Postura  
3

**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

Puntuación del brazo <sup>(1-3)</sup> :	3
Puntuación del antebrazo <sup>(1-3)</sup> :	1
Puntuación de la muñeca <sup>(1-3)</sup> :	3
Puntuación global de muñeca <sup>(1-3)</sup> :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) <sup>(1-3)</sup> :	1
Puntuación de carga (fuerza) (Grupo A) <sup>(1-3)</sup> :	0

**Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:**

Puntuación del cuello <sup>(1-3)</sup> :	2
Puntuación del tronco <sup>(1-3)</sup> :	1
Puntuación de piernas <sup>(1-3)</sup> :	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) <sup>(1-3)</sup> :	1
Puntuación de carga (fuerza) (Grupo B) <sup>(1-3)</sup> :	2



**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA<sup>(1-7)</sup>: 7**

**Nivel de riesgo<sup>(1-4)</sup>: 4**

**Actuación: Se requieren análisis y cambios de manera inmediata.**

10.2.1.4.1.4. Postura  
4



**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

Puntuación del brazo <sup>(14-16)</sup> :	2
Puntuación del antebrazo <sup>(17-19)</sup> :	1
Puntuación de la muñeca <sup>(20-22)</sup> :	2
Puntuación global de muñeca <sup>(23-25)</sup> :	1
Puntuación del tipo de actividad masculina (Grupo A) <sup>(26-28)</sup> :	0
Puntuación de carga/fuerza (Grupo B) <sup>(29-31)</sup> :	0

**Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:**

Puntuación del cuello <sup>(32-34)</sup> :	1
Puntuación del tronco <sup>(35-37)</sup> :	1
Puntuación de piernas <sup>(38-40)</sup> :	2
Puntuación del tipo de actividad masculina (Grupo B) <sup>(41-43)</sup> :	0
Puntuación de carga/fuerza (Grupo B) <sup>(44-46)</sup> :	0

**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA<sup>(14-21)</sup>: 3**

**Nivel de riesgo<sup>(12-41)</sup>: 2**

**Actuación:** Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente, algunos cambios.

10.2.1.4.1.5. Postura  
5



**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

Puntuación del brazo <sup>(14-16)</sup> :	2
Puntuación del antebrazo <sup>(17-19)</sup> :	1
Puntuación de la muñeca <sup>(20-22)</sup> :	2
Puntuación global de muñeca <sup>(23-25)</sup> :	1
Puntuación del tipo de actividad masculina (Grupo A) <sup>(26-28)</sup> :	0
Puntuación de carga/fuerza (Grupo A) <sup>(29-31)</sup> :	0

**Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:**

Puntuación del cuello <sup>(32-34)</sup> :	3
Puntuación del tronco <sup>(35-37)</sup> :	3
Puntuación de piernas <sup>(38-40)</sup> :	2
Puntuación del tipo de actividad masculina (Grupo B) <sup>(41-43)</sup> :	0
Puntuación de carga/fuerza (Grupo B) <sup>(44-46)</sup> :	1

**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA<sup>(14-21)</sup>: 5**

**Nivel de riesgo<sup>(12-41)</sup>: 3**

**Actuación:** Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

#### 10.2.1.4.1.6. Postura 6



##### Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo <sup>(14-1)</sup> :	3
Puntuación del antebrazo <sup>(14-1)</sup> :	1
Puntuación de la muñeca <sup>(14-1)</sup> :	2
Puntuación jo de muñeca <sup>(14-1)</sup> :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) <sup>(14-1)</sup> :	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) <sup>(14-1)</sup> :	0

##### Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello <sup>(14-1)</sup> :	3
Puntuación del tronco <sup>(14-1)</sup> :	4
Puntuación de piernas <sup>(14-1)</sup> :	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) <sup>(14-1)</sup> :	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) <sup>(14-1)</sup> :	1

#### NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

**Puntuación final RULA <sup>(14-7)</sup>:** 6

**Nivel de riesgo <sup>(14-9)</sup>:** 3

**Actuación:** Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

El sujeto cuatro varió constantemente en las posturas, debido a que tenía una labor particular, era quien pasaba revisando el surco recorrido y recogiendo el café que había quedado en las matas de café.

#### 10.2.1.4.2. OWAS



Postura con más riesgo

	Espalda	Brazos	Piernas	Cargas
Código	1	1	4	1
Postura	Espalda derecha	Los dos brazos bajos	Sobre rodillas flexionadas	< 10 Kg.









Riesgo de la postura **2**

Frecuencia de la postura 16,67 %

Existen 4 posturas con riesgo 2. La tabla muestra la postura de mayor frecuencia con dicho riesgo. Consulte la lista de códigos para ver el resto de posturas críticas.

Nivel de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
<b>1</b>	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción.
<b>2</b>	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
<b>3</b>	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
<b>4</b>	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frec.	Frec.Rel.(%)	Riesgo
1	1	1	4	1	1	16,67	2
2	1	1	2	1	1	16,67	1
3	1	3	2	1	1	16,67	1
4	1	1	5	1	1	16,67	2
5	2	1	2	1	1	16,67	2
6	2	2	3	1	1	16,67	2

## 10.2.1.5. Sujeto 5

### 10.2.1.5.1. RULA

#### 10.2.1.5.1.1. Postura 1

##### RESUMEN DE DATOS:

###### Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo <sup>(19-21)</sup>	3
Puntuación del antebrazo <sup>(19-21)</sup>	1
Puntuación de la muñeca <sup>(19-21)</sup>	2
Puntuación global de muñeca <sup>(19-21)</sup>	1
Puntuación del tipo de actividad/movimiento (Grupo A) <sup>(19-21)</sup>	0
Puntuación de carga/fuerza (Grupo A) <sup>(19-21)</sup>	0

###### Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello <sup>(19-21)</sup>	2
Puntuación del tronco <sup>(19-21)</sup>	2
Puntuación de piernas <sup>(19-21)</sup>	2
Puntuación del tipo de actividad/movimiento (Grupo B) <sup>(19-21)</sup>	0
Puntuación de carga/fuerza (Grupo B) <sup>(19-21)</sup>	1



##### NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

**Puntuación final RULA <sup>(19-21)</sup>: 4**

**Nivel de riesgo <sup>(19-21)</sup>: 2**

**Actuación: Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente, algunos cambios.**

#### 10.2.1.5.1.2. Postura 2



**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

Puntuación del brazo (°H):	3
Puntuación del antebrazo (°H):	1
Puntuación de la muñeca (°H):	2
Puntuación grado de muñeca (°H):	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) (°H):	0
Puntuación de carga (Grupo A) (°H):	0

**Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:**

Puntuación del cuello (°H):	2
Puntuación del tronco (°H):	3
Puntuación de piernas (°H):	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) (°H):	0
Puntuación de carga (Grupo B) (°H):	1

**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA<sup>11-21</sup>:** 6

**Nivel de riesgo<sup>11-41</sup>:** 3

**Actuación:** Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

10.2.1.5.1.3. Postura  
3

**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

Puntuación del brazo<sup>(14-16)</sup>: 3

Puntuación del antebrazo<sup>(17-19)</sup>: 1

Puntuación de la muñeca<sup>(20-22)</sup>: 2

Puntuación de peso de muñeca<sup>(23-25)</sup>: 1

Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo A)<sup>(26-31)</sup>: 0

Puntuación de carga fuerza (Grupo A)<sup>(32-35)</sup>: 0

**Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:**

Puntuación del cuello<sup>(36-38)</sup>: 1

Puntuación del tronco<sup>(39-41)</sup>: 1

Puntuación de piernas<sup>(42-44)</sup>: 2

Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo B)<sup>(45-50)</sup>: 0

Puntuación de carga fuerza (Grupo B)<sup>(51-54)</sup>: 1



**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA<sup>(14-71)</sup>: 4**

**Nivel de riesgo<sup>(14-91)</sup>: 2**

**Actuación: Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente, algunos cambios.**

**10.2.1.5.2. OWAS**



Postura con más riesgo

	Espalda	Brazos	Piernas	Cargas
Código	2	1	6	1
Postura	Espalda doblada	Los dos brazos bajos	Arrodillado	< 10 Kg.






Riesgo de la postura **2**

Frecuencia de la postura 33,33 %

Existen 2 posturas con riesgo 2. La tabla muestra la postura de mayor frecuencia con dicho riesgo. Consulte la lista de códigos para ver el resto de posturas críticas.

Nivel de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
<b>1</b>	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción.
<b>2</b>	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
<b>3</b>	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
<b>4</b>	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frec.	Frec.Rel.(%)	Riesgo
1	2	1	6	1	1	33,33	2
2	2	1	2	1	1	33,33	2
3	1	3	2	1	1	33,33	1

**10.2.1.6. Sujeto 6**

### 10.2.1.6.1. RULA

#### 10.2.1.6.1.1. Postura 1



##### RESUMEN DE DATOS:

###### Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo <sup>14-16</sup> 3

Puntuación del antebrazo <sup>17-19</sup> 1

Puntuación de la muñeca <sup>20-22</sup> 2

Puntuación global de muñeca <sup>23-25</sup> 1

Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo A) <sup>26-28</sup> 0

Puntuación de carga/fuerza (Grupo A) <sup>29-31</sup> 0

###### Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello <sup>32-34</sup> 2

Puntuación del tronco <sup>35-37</sup> 2

Puntuación de piernas <sup>38-40</sup> 2

Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo B) <sup>41-43</sup> 0

Puntuación de carga/fuerza (Grupo B) <sup>44-46</sup> 1

##### NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

**Puntuación final RULA <sup>14-21</sup>: 4**

**Nivel de riesgo <sup>14-41</sup>: 2**

**Actuación: Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente, algunos cambios.**

#### 10.2.1.6.1.2. Postura 2



**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

Puntuación de brazo (R <sup>19</sup> ):	3
Puntuación de antebrazo (R <sup>20</sup> ):	1
Puntuación de la muñeca (R <sup>21</sup> ):	2
Puntuación global de muñeca (R <sup>22</sup> ):	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) (R <sup>23</sup> ):	0
Puntuación de carga (Grupo A) (R <sup>24</sup> ):	0

**Grupo B: análisis de cuello, torso y piernas:**

Puntuación de cuello (R <sup>25</sup> ):	2
Puntuación de torso (R <sup>26</sup> ):	3
Puntuación de piernas (R <sup>27</sup> ):	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) (R <sup>28</sup> ):	0
Puntuación de carga (Grupo B) (R <sup>29</sup> ):	1

**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA<sup>13-21</sup>:** 6

**Nivel de riesgo<sup>13-41</sup>:** 3

**Actuación:** Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

10.2.1.6.1.3. Postura  
3



**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

Puntuación del brazo <sup>(14-16)</sup> :	2
Puntuación del antebrazo <sup>(17-18)</sup> :	1
Puntuación de la muñeca <sup>(19-21)</sup> :	2
Puntuación global de muñeca <sup>(19-21)</sup> :	1
Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo A) <sup>(22-23)</sup> :	0
Puntuación de carga física (Grupo A) <sup>(24-25)</sup> :	0

**Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:**

Puntuación del cuello <sup>(26-28)</sup> :	1
Puntuación del tronco <sup>(29-31)</sup> :	1
Puntuación de piernas <sup>(32-34)</sup> :	2
Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo B) <sup>(35-36)</sup> :	0
Puntuación de carga física (Grupo B) <sup>(37-38)</sup> :	0

**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA<sup>(14-21)</sup>: 3**

**Nivel de riesgo<sup>(13-41)</sup>: 2**

**Actuación: Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente, algunos cambios.**

10.2.1.6.2. OWAS



Postura con más riesgo

	Espalda	Brazos	Piernas	Cargas
Código	2	1	2	1
Postura	Espalda doblada	Los dos brazos bajos	De pie	< 10 Kg.






Riesgo de la postura **2**

Frecuencia de la postura 33,33 %

Existen 2 posturas con riesgo 2. La tabla muestra la postura de mayor frecuencia con dicho riesgo. Consulte la lista de códigos para ver el resto de posturas críticas.

Nivel de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
<b>1</b>	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción.
<b>2</b>	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
<b>3</b>	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
<b>4</b>	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frec.	Frec.Rel.(%)	Riesgo
1	2	1	2	1	1	33,33	2
2	2	1	3	1	1	33,33	2
3	1	1	3	1	1	33,33	1

### 10.2.1.7. Sujeto 7

#### 10.2.1.7.1. RULA

### 10.2.1.7.1.1. Postura 1



#### RESUMEN DE DATOS:

##### Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo <sup>(14-16)</sup>	3
Puntuación del antebrazo <sup>(17-18)</sup>	1
Puntuación de la muñeca <sup>(19-21)</sup>	2
Puntuación global de muñeca <sup>(14-21)</sup>	1
Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo A) <sup>(14-18)</sup>	0
Puntuación de carga/fuerza (Grupo A) <sup>(19-21)</sup>	0

##### Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello <sup>(22-23)</sup>	2
Puntuación del tronco <sup>(24-25)</sup>	2
Puntuación de piernas <sup>(26-27)</sup>	2
Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo B) <sup>(22-27)</sup>	0
Puntuación de carga/fuerza (Grupo B) <sup>(22-27)</sup>	1

#### NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

**Puntuación final RULA <sup>(14-27)</sup>: 4**

**Nivel de riesgo <sup>(14-27)</sup>: 2**

**Actuación: Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente, algunos cambios.**

### 10.2.1.7.1.2. Postura 2



**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

Puntuación del brazo (P <sup>AB</sup> ):	3
Puntuación del antebrazo (P <sup>ABR</sup> ):	1
Puntuación de la muñeca (P <sup>MU</sup> ):	2
Puntuación global de muñeca (P <sup>GMU</sup> ):	1
Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo A) (P <sup>AM</sup> ):	0
Puntuación de carga fuerza (Grupo A) (P <sup>CF</sup> ):	0

**Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:**

Puntuación del cuello (P <sup>CE</sup> ):	2
Puntuación del tronco (P <sup>TR</sup> ):	3
Puntuación de piernas (P <sup>PI</sup> ):	2
Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo B) (P <sup>BM</sup> ):	0
Puntuación de carga fuerza (Grupo B) (P <sup>CF</sup> ):	1

**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA<sup>11-21</sup>:** 6

**Nivel de riesgo<sup>11-41</sup>:** 3

**Actuación:** Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

10.2.1.7.2. OWAS



Postura con más riesgo

	Espalda	Brazos	Piernas	Cargas
Código	2	1	2	1
Postura	Espalda doblada	Los dos brazos bajos	De pie	< 10 Kg.






Riesgo de la postura **2**

Frecuencia de la postura 50 %

Existen 2 posturas con riesgo 2. La tabla muestra la postura de mayor frecuencia con dicho riesgo. Consulte la lista de códigos para ver el resto de posturas críticas.

Nivel de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
<b>1</b>	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción.
<b>2</b>	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
<b>3</b>	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
<b>4</b>	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frec.	Frec.Rel.(%)	Riesgo
1	2	1	2	1	1	50	2
2	2	1	3	1	1	50	2

### 10.2.1.8. Sujeto 8

#### 10.2.1.8.1. RULA

### 10.2.1.8.1.1. Postura 1



**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

- Puntuación del brazo <sup>(14-21)</sup>: 4
- Puntuación del antebrazo <sup>(14-21)</sup>: 2
- Puntuación de la muñeca <sup>(14-21)</sup>: 2
- Puntuación de giro de muñeca <sup>(14-21)</sup>: 1
- Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo A) <sup>(14-21)</sup>: 0
- Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) <sup>(14-21)</sup>: 0

**Grupo B: análisis de cuello, torso y piernas:**

- Puntuación del cuello <sup>(14-21)</sup>: 1
- Puntuación del torso <sup>(14-21)</sup>: 1
- Puntuación de piernas <sup>(14-21)</sup>: 2
- Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo B) <sup>(14-21)</sup>: 0
- Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) <sup>(14-21)</sup>: 1

#### **NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA <sup>(14-21)</sup>: 4**

**Nivel de riesgo <sup>(14-21)</sup>: 2**

**Actuación: Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente, algunos cambios.**

### 10.2.1.8.1.2. Postura 2

**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

Puntuación del brazo <sup>(14-16)</sup>: 3

Puntuación del antebrazo <sup>(17-19)</sup>: 2

Puntuación de la muñeca <sup>(20-22)</sup>: 2

Puntuación global de muñeca <sup>(23-25)</sup>: 1

Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo A) <sup>(26-28)</sup>: 0

Puntuación de carga (Grupo A) <sup>(29-31)</sup>: 0

**Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:**

Puntuación del cuello <sup>(32-34)</sup>: 1

Puntuación del torso <sup>(35-37)</sup>: 2

Puntuación de piernas <sup>(38-40)</sup>: 2

Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo B) <sup>(41-43)</sup>: 0

Puntuación de carga (Grupo B) <sup>(44-46)</sup>: 1



**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA <sup>(14-21)</sup>: 4**

**Nivel de riesgo <sup>(14-41)</sup>: 2**

**Actuación: Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente, algunos cambios.**

10.2.1.8.1.3. Postura  
3

**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

Puntuación del brazo <sup>(1-3)</sup>: 3

Puntuación del antebrazo <sup>(1-3)</sup>: 1

Puntuación de la muñeca <sup>(1-3)</sup>: 2

Puntuación global muñeca <sup>(1-3)</sup>: 1

Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo A) <sup>(0-3)</sup>: 0

Puntuación de carga física (Grupo A) <sup>(0-3)</sup>: 0

**Grupo B: análisis de cuello, torso y piernas:**

Puntuación del cuello <sup>(1-3)</sup>: 2

Puntuación del torso <sup>(1-3)</sup>: 3

Puntuación de piernas <sup>(1-3)</sup>: 2

Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo B) <sup>(0-3)</sup>: 0

Puntuación de carga física (Grupo B) <sup>(0-3)</sup>: 1



**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA <sup>(1-7)</sup>: 6**

**Nivel de riesgo <sup>(1-4)</sup>: 3**

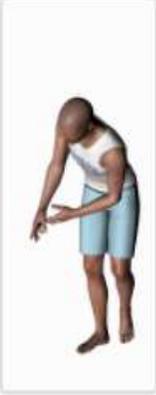
**Actuación:** Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

10.2.1.8.2. OWAS



Postura con más riesgo

	Espalda	Brazos	Piernas	Cargas
Código	4	1	3	1
Postura	Espalda doblada con giro	Los dos brazos bajos	Sobre pierna recta	< 10 Kg.






Riesgo de la postura **2**

Frecuencia de la postura 33,33 %

Nivel de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
<b>1</b>	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción.
<b>2</b>	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
<b>3</b>	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
<b>4</b>	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frec.	Frec.Rel.(%)	Riesgo
1	1	2	3	1	1	33,33	1
2	1	1	3	1	1	33,33	1
3	4	1	3	1	1	33,33	2

### 10.2.1.9. Sujeto 9

### 10.2.1.9.1.1. Postura 1



#### RESUMEN DE DATOS:

##### Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo <sup>11-16</sup>	4
Puntuación del antebrazo <sup>11-16</sup>	2
Puntuación de la muñeca <sup>11-16</sup>	2
Puntuación de giro de muñeca <sup>11-16</sup>	1
Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo A) <sup>11-16</sup>	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) <sup>11-16</sup>	0

##### Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello <sup>11-16</sup>	1
Puntuación del tronco <sup>11-16</sup>	1
Puntuación de piernas <sup>11-16</sup>	2
Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo B) <sup>11-16</sup>	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) <sup>11-16</sup>	1

#### NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

**Puntuación final RULA <sup>11-21</sup>: 4**

**Nivel de riesgo <sup>11-41</sup>: 2**

**Actuación: Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente, algunos cambios.**

### 10.2.1.9.1.2. Postura 2

**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

Puntuación del brazo (1 <sup>19</sup> ):	3
Puntuación del antebrazo (1 <sup>18</sup> ):	1
Puntuación de la muñeca (1 <sup>16</sup> ):	2
Puntuación global de muñeca (1 <sup>15</sup> ):	1
Puntuación del tipo de actividad masculina (Grupo A) (1 <sup>14</sup> ):	0
Puntuación de carga (Peso) (Grupo A) (1 <sup>13</sup> ):	0

**Grupo B: análisis de cuello, torso y piernas:**

Puntuación del cuello (1 <sup>12</sup> ):	2
Puntuación del torso (1 <sup>11</sup> ):	3
Puntuación de piernas (1 <sup>10</sup> ):	2
Puntuación del tipo de actividad masculina (Grupo B) (1 <sup>9</sup> ):	0
Puntuación de carga (Peso) (Grupo B) (1 <sup>8</sup> ):	1



**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA<sup>11-21</sup>: 6**

**Nivel de riesgo<sup>11-41</sup>: 3**

**Actuación: Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.**

10.2.1.9.1.3. Postura  
3

**RESUMEN DE DATOS:**



**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

- Puntuación del brazo <sup>14-16</sup>: 3
- Puntuación del antebrazo <sup>14-16</sup>: 1
- Puntuación de la muñeca <sup>14-16</sup>: 2
- Puntuación giro de muñeca <sup>14-16</sup>: 1
- Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) <sup>18-21</sup>: 0
- Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) <sup>18-21</sup>: 0

**Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:**

- Puntuación del cuello <sup>14-16</sup>: 2
- Puntuación del tronco <sup>14-16</sup>: 3
- Puntuación de piernas <sup>14-16</sup>: 2
- Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) <sup>18-21</sup>: 0
- Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) <sup>18-21</sup>: 1

**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA <sup>14-21</sup>: 6**

**Nivel de riesgo <sup>14-16</sup> : 3**

**Actuación: Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.**

**10.2.1.9.2. OWAS**



Postura con más riesgo

	Espalda	Brazos	Piernas	Cargas
Código	2	3	3	1
Postura	Espalda doblada	Los dos brazos elevados	Sobre pierna recta	< 10 Kg.






Riesgo de la postura **3**

Frecuencia de la postura **33,33 %**

Nivel de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
<b>1</b>	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético.	No requiere acción.
<b>2</b>	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
<b>3</b>	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
<b>4</b>	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frec.	Frec.Rel.(%)	Riesgo
1	1	3	3	1	1	33,33	1
2	2	1	3	1	1	33,33	2
3	2	3	3	1	1	33,33	3

## 10.2.1.10. Sujeto 10

### 10.2.1.10.1. RULA

10.2.1.10.1.1. *P*  
ostura 1



**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, codo, muñeca:**

- Puntuación del brazo <sup>(11-13)</sup>: 3
- Puntuación del codo <sup>(11-13)</sup>: 1
- Puntuación de la muñeca <sup>(11-13)</sup>: 2
- Puntuación grado de muñeca <sup>(11-13)</sup>: 1
- Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo A) <sup>(11-13)</sup>: 0
- Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) <sup>(11-13)</sup>: 0

**Grupo B: análisis de cuello, torso y piernas:**

- Puntuación del cuello <sup>(11-13)</sup>: 2
- Puntuación del torso <sup>(11-13)</sup>: 3
- Puntuación de piernas <sup>(11-13)</sup>: 2
- Puntuación del tipo de actividad manual (Grupo B) <sup>(11-13)</sup>: 0
- Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) <sup>(11-13)</sup>: 1

**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA<sup>(11-21)</sup>: 6**

**Nivel de riesgo<sup>(11-41)</sup> : 3**

**Actuación: Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.**

10.2.1.10.1.2. *P*  
ostura 2

**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

Puntuación del brazo (1-3):	2
Puntuación del antebrazo (1-3):	1
Puntuación de la muñeca (1-4):	3
Puntuación global de muñeca (1-7):	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) (0-3):	1
Puntuación de carga/fuerza (Grupo A) (0-3):	0

**Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:**

Puntuación del cuello (1-4):	3
Puntuación del tronco (1-4):	4
Puntuación de piernas (1-4):	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) (0-3):	1
Puntuación de carga/fuerza (Grupo B) (0-3):	2



**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA (1-7): 6**

**Nivel de riesgo (1-4) : 3**

**Actuación:** Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

10.2.1.10.1.3. *P*  
*ostura 3*

**RESUMEN DE DATOS:**

**Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:**

Puntuación del brazo <sup>(1-6)</sup> :	2
Puntuación del antebrazo <sup>(1-3)</sup> :	1
Puntuación de la muñeca <sup>(1-4)</sup> :	3
Puntuación giro de muñeca <sup>(1-2)</sup> :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) <sup>(0-1)</sup> :	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) <sup>(0-3)</sup> :	0

**Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:**

Puntuación del cuello <sup>(1-6)</sup> :	3
Puntuación del tronco <sup>(1-6)</sup> :	2
Puntuación de piernas <sup>(1-2)</sup> :	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) <sup>(0-1)</sup> :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) <sup>(0-3)</sup> :	2



**NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:**

**Puntuación final RULA <sup>(1-7)</sup>: 6**

**Nivel de riesgo <sup>(1-4)</sup>: 3**

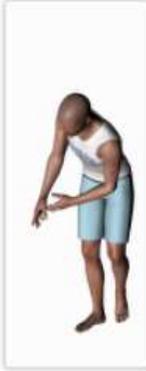
**Actuación: Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.**

**10.2.1.10.2. OWAS**



Postura con más riesgo

	Espalda	Brazos	Piernas	Cargas
Código	4	1	3	1
Postura	Espalda doblada con giro	Los dos brazos bajos	Sobre pierna recta	< 10 Kg.






Riesgo de la postura 2

Frecuencia de la postura 33,33 %

Existen 2 posturas con riesgo 2. La tabla muestra la postura de mayor frecuencia con dicho riesgo. Consulte la lista de códigos para ver el resto de posturas críticas.

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frec.	Frec.Rel.(%)	Riesgo
1	4	1	3	1	1	33,33	2
2	2	1	3	1	1	33,33	2
3	1	1	2	1	1	33,33	1