

## RESUMEN

### Evaluación de un contenedor de stock intermedio para la cosecha de Mora de Castilla

María Fernanda Maradei García<sup>1\*</sup>, Yomara Medina Hernández, Diego Moreno Moreno

<sup>1</sup> Escuela de Diseño Industrial, Universidad Industrial de Santander, Colombia

\*Correspondencia: María Fernanda Maradei García

Escuela de Diseño Industrial, Universidad Industrial de Santander, Colombia

[mafermar@uis.edu.co](mailto:mafermar@uis.edu.co)

---

#### INTRODUCCIÓN

El 75% del territorio colombiano es de tipo rural y concentra la tercera parte de la población. El 70% de los alimentos que se producen en el país vienen de pequeños campesinos. Siendo el sector agrícola el motor de la economía del país. El cultivo de mora es el más grande entre los frutos rojos sembrados, produciendo 130.000 toneladas anuales aproximadamente (Zea Navarro, 2020).

Se sabe, que el trabajo agrícola es de los sectores con un alto riesgo de carga física. De esta forma, estudios en esta población muestran una alta prevalencia de desórdenes musculoesqueléticos (DME). Brumitt et al. encuestaron a trabajadores agrícolas en Oregon (USA), mostrando que casi la mitad (48,4%) de los participantes tuvieron algún síntoma musculoesquelético en al menos, una región del cuerpo. Nuevamente, la espalda baja fue la más afectada (Brumitt et al., 2010). Dichos estudios son acordes a los presentados en Colombia en el último informe del 2014, donde el mayor porcentaje de consultas médicas de orden laboral, obedecen a DME como son las lumbalgias y las enfermedades de los discos intervertebrales (Mónica Corchuelo Vélez & Marcela Soler Guío, 2013). De igual manera, una investigación descriptiva realizada en el sector del cultivo de mora en el departamento de Santander en el 2019, mostró que el 81,9% de la población estudiada manifiesta dolor musculoesquelético en alguna parte del cuerpo. La

prevalencia de dolor lumbar fue del 64% (Maradei et al., 2019).

Varias razones pueden contribuir a esta tendencia, una de ellas, son las bajas características de diseño que tienen las herramientas usadas para facilitar el trabajo en el campo. Se sabe que el tipo de mecanización usado por los trabajadores, influyen en las demandas musculoesqueléticas. Por tanto, las intervenciones ergonómicas deben estar orientadas a proponer mecanizaciones que reduzcan dicha demanda, contribuyendo a la disminución de la exposición a factores de riesgo relacionados con los DME.

En ese sentido, y como una búsqueda para mejorar las condiciones laborales de los campesinos del sector de la mora, se desarrolló este trabajo. En él, se presenta la evaluación de un contenedor para las moras cosechadas durante la etapa de stock intermedio, permitiendo almacenarlas durante dicha actividad, mitigando los riesgos de carga física en el campesino. El trabajo buscó responder a la pregunta: ¿En qué porcentaje se disminuye la carga soportada en la espalda baja al usar un nuevo contenedor de stock intermedio para la cosecha de Mora de Castilla con respecto al método tradicional?.

#### OBJETIVO

Comparar la carga soportada en la espalda del campesino, cuando realiza la cosecha de Mora de Castilla en la etapa de stock intermedio, entre el método

tradicional (uso de Catabra) y una nueva propuesta de contenedor (Morero).

### **METODOLOGÍA**

Un total de 92 sujetos consintieron por escrito su participación voluntaria, correspondiente a la dotación operativa, todos de sexo masculino, pertenecientes a la industria manufacturera de neumáticos. Se establecieron criterios de inclusión y exclusión. El análisis consideró 3 fases, primera fase: entrevista y evaluación médico-ocupacional, segunda fase: análisis de síntomas musculoesqueléticos y tercera fase: evaluación de la carga cardiovascular.

#### Materiales

- Tallímetro con báscula marca ADE, modelo M20/313/812, Alemania.
- Sensor óptico de FC, marca Polar, modelo OH1+, Finlandia.
- Esfigmomanómetro digital, marca Omron, modelo HEM-7120, Japón, con precisión de  $\pm 3$  mmHg.

El estudio se realizó en dos fases.

#### **Fase 1. Estudio biomecánico.**

1. Una observación en los cultivos de mora a 5 campesinos. A partir de grabación de video se identificó las posturas asumidas durante el proceso de cosecha. Se tomaron 45 datos posturales por persona y se analizaron mediante el software Kinovea para determinar los ángulos del cuerpo cuando se recoge un fruto en una rama superior, media e inferior. Se registraron 255 datos entre los participantes, donde se revisó los ángulos de cuello, espalda, codos, hombros y piernas. Además, se cuantificó la inclinación del terreno y el ángulo de inclinación de la correa del contenedor anclada a la zona lumbar respecto a la horizontal.
2. Con la caracterización de la postura, se analizó la carga en la L5-S1 a partir de un modelo biomecánico en 2D propuesto por Irving Herman (Herman, 2016) (ver figura 2) y la carga en L4-L5 con ayuda de simulación digital humana 3D, usando el software Jack de Siemens.

3. Las posturas ingresadas al simulador digital humano corresponden a los valores obtenidos en el análisis de la fase 1, haciendo uso de los ángulos promedio de los segmentos corporales calculados en Kinovea. Estas mismas se clasificaron con relación a la posición del fruto en el arbusto. Las fuerzas de reacción sobre los maniqués, la ubicación y dirección de las cargas, obedecen a los obtenidos en los análisis biomecánicos previos. Los datos de medidas antropométricas se basaron en los resultados expuestos en el artículo Síntomas musculoesqueléticos en las actividades de cosecha de mora de castilla de Piedecuesta, Colombia (Maradei, Ardila, Sanabria, 2016), los cuales indican una altura promedio de los campesinos recolectores de mora de 1,67 metros y un peso promedio de 68 kilogramos.

#### **Fase 2. Estudio ergonomía de producto**

Se midió la eficiencia y satisfacción en condiciones reales del uso de la nueva propuesta (Moreno). La prueba se realizó a dos grupos de 15 campesinos residentes de la vereda Miraflores (Santander, Colombia) en las fincas de cada participante en los cultivos de mora. La duración aproximada de la prueba fue de 45 minutos. La prueba tuvo como variable independiente el tipo de contenedor con dos tratamientos (catabra y morero). La variable respuesta fue la eficacia (medida a partir del peso de mora recolectado) El estadístico de prueba utilizado fue la prueba de t-student para la variable de peso, dado que la muestra fue menor a 30 personas. Se aplicó para muestras no pareadas. El nivel de significancia fijado es de 5% por lo que se consideran estadísticamente significativos valores de  $p < 0,05$  La satisfacción (medido a partir de la herramienta CSAT de tipo autorreporte) fue medido después de usar por 45 minutos el sistema morero. El objetivo era determinar el grado de satisfacción que tenían los campesinos después del uso en condiciones reales.

### **RESULTADOS**

#### **1. Carga sobre la espalda baja.**

Los resultados muestran, que en el método tradicional los campesinos sujetan la catabra a la cintura. Por tanto, existe una fuerza externa adicional en la espalda,



resultado del peso de las moras en el contenedor. En el caso del Morero, el punto de aplicación de esta fuerza es en la estructura de la cadera, sin afectación al raquis.

Las posturas más comunes adoptadas por los campesinos obedecen a la cosecha en la rama superior, media e inferior.

Catabra

Estimación fuerza de compresión en la L4/L5.

- Rama inferior: 2620.7 N
- Rama media: 766,9 N
- Rama superior: 690.6 N.

Estimación fuerza de compresión en la S1-L5.

- Rama inferior: 2139,55 N
- Rama media: 749,9 N
- Rama superior: 639,5

Morero

Estimación fuerza de compresión en la L4/L5.

- Rama inferior: 1393,6 N
- Rama media: 489,3 N
- Rama superior: 433,1 N

Estimación fuerza de compresión en la S1-L5.

- Rama inferior: 1760 N
- Rama media: 517,5 N
- Rama superior: 552,7 N

## 2. Prueba ergonómica de eficiencia y satisfacción de Moreno

**Eficiencia:** La evidencia muestra que la cantidad de mora recolectada en libras por cada participante en un lapso de 10 minutos, utilizando la catabra es mayor (5,17 lb) en comparación con la nueva propuesta (4,63 lb). Al hacer

la comparación de medias con la prueba t-student para muestras pareadas se encuentra un valor de significancia  $p=0,064$ . Es decir que no hay diferencias significativas.

**Satisfacción:** El autorreporte de CSAT (customer satisfaction survey) muestra que el sistema obtuvo una calificación de 4,6 sobre 5 en facilidad de almacenamiento y de 4,5 en la satisfacción general al utilizar el contenedor Moreno. El 80% lo recomendaría a otros campesinos.

## CONCLUSIÓN

El estudio muestra que el nuevo contenedor disminuye la carga soportada en la espalda baja en un 46,83% en su punto más crítico (rama inferior L4-L5). Asimismo, las cargas encontradas son inferiores al método tradicional y por debajo de los límites propuestos por NIOSH (3400 N). Asimismo, la evaluación de satisfacción y eficiencia muestra que este Morero puede ser una alternativa para la cosecha de mora al reducir el riesgo de carga sin detrimento de la productividad (Lb recolectadas por tiempo).

**Palabras Clave:** ergonomía, biomecánica, usabilidad agricultura, lumbalgia

**Keywords:** ergonomics, biomechanics, usability agriculture, low back pain

## REFERENCIAS

1. Brumitt J, Reisch R, Krasnoselsky K, Welch A, Rutt R, Garside LI, McKay C. Self-Reported Musculoskeletal Pain in Latino Vineyard Workers. *J Agromedicine*. 2010;16(1):72-80. doi:10.1080/1059924X.2011.534041
2. Herman IP. Statics of the Body. In: Herman IP, ed. *Physics of the Human Body*. Springer International Publishing; 2016:39-94. doi:10.1007/978-3-319-23932-3\_2
3. Maradei F, Jaimes CPA, Sarmiento SJS. Síntomas musculoesqueléticos en las actividades de cosecha de mora de castilla de Piedecuesta, Colombia. *Hacia*



la Promoción de la Salud.  
2019;24(2):Article 2.  
doi:10.17151/hpsal.2019.24.  
2.8

4. Corchuelo Vélez M, Soler Guío M. Informe ejecutivo II encuesta nacional de condiciones de seguridad y salud en el trabajo en el sistema general de riesgos. Ministerio del Trabajo; 2013.
5. Zea Navarro R. Memorias al congreso de la república de Colombia 2019-2020. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Regional; 2020. .

