

DETECCIÓN DE LOS FACTORES QUE AFECTAN EL BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE MÉTODOS DE ANÁLISIS ERGONÓMICOS EN ÁREA DE PRODUCTO TERMINADO

Detection of factors that affect the welfare of workers through the use ergonomics analysis methods in area of finished product

Alan Mauricio Ciprés Hernández¹

Gilberto Chávez Esquivel²

Resumen

La ergonomía es el estudio del ser humano en su ambiente laboral que busca mejorar y garantizar una mejor calidad de vida a todos los trabajadores, y al mismo tiempo, que los mismos se desempeñen mejor y contribuyan a aumentar la productividad. En la presente investigación se realiza una medición de disergonomía para determinar los factores que generan lesiones musculares, identificando las actividades, del área de producto terminado de una empresa, que generan más daños a los operadores, con el fin de optimizar el bienestar humano y el desempeño total del sistema.

Palabras clave: Análisis ergonómico, lesiones musculares, optimización, disergonomía.

Abstract

Ergonomics is the study of the human being in his work environment, thereby improving and guaranteeing a better quality of life for all workers, and at the same time that they can perform better and increase their productivity. In the present investigation a measurement of dysergonomics is carried out to determine the factors that generate muscle injuries, identifying the activities that

¹ ITSU. Uruapan, Michoacán, México. Dirección postal: 60015. Correo electrónico: alancipres95@gmail.com

² ITSU. Uruapan, Michoacán, México. Dirección postal: 60015. Correo electrónico: gilbertochavez@tecuruapan.edu.mx

generate more damage to the operators in order to optimize human well-being and the total performance of the system.

Keywords: Ergonomic analysis, muscle injuries, optimization, dysergonomy.

Fecha recepción: 01/10/2019 Fecha revisión: 17/10/2019 Fecha aceptación: 14/11/2019

Introducción

El aguacate es un producto agrícola de México de gran importancia para dicho país, dado que su cosecha contribuye en la actividad económica del mismo, en particular de ciertas zonas, y también forma parte de las exportaciones que desarrolla el sector agropecuario. Esto hace que en toda la industria que se dedica al trabajo con el aguacate, cada vez exista más competencia, obligando a las empresas a mejorar constantemente, ofreciendo un servicio y productos con mejor calidad (Cruz, S. T., Esquivel, G. C., y Campanur, A. G., 2017).

Se realiza una investigación de aspectos ergonómicos en una empresa que se dedica única y exclusivamente al procesamiento del aguacate, cumpliendo siempre con los más altos estándares de calidad que se requieren y con las legislaciones nacionales e internacionales establecidas.

La ergonomía es el estudio del ser humano en su ambiente laboral, logrando con esta misma mejorar y garantizar una mejor calidad de vida a todos los trabajadores, y al mismo tiempo, que los mismos se desempeñen mejor contribuyendo a un aumento de la productividad (Cruz G. A., 2001, Nivel B.W. y Freivalds A. (2001).

Dado que actualmente se ha registrado un alto índice de operadores(as) con lesiones musculares en diferentes partes del cuerpo, en distintas áreas de la empresa, se requiere hacer una medición de la disergonomía e implementar mejoras ergonómicas para disminuir dichas lesiones.

Materiales y métodos

Método Suzanne Rodgers

Se realizó un análisis ergonómico utilizando el método Suzanne Rodgers del año 1993. Este método evalúa la fatiga muscular al realizar una tarea específica, establece el riesgo de presentar trastornos musculoesqueléticos por esfuerzos acumulativos, mediante el análisis de seis grupos principales del cuerpo (cuello/hombros, espalda, brazos/codos, muñecas/dedos, piernas/rodillas y tobillos/pies/dedos), otorga una calificación a cada uno y, determina cuál es el nivel de urgencia respecto a la implementación de medidas de control, que puede ser extremadamente alto, alto o moderado (De la Vega B.E., 2005).

Se dividió el área de producto terminado en cuatro secciones, para determinar en qué zona existe una mayor exposición de los trabajadores a lesionarse, y evaluar cada sección con este método. Se verificó el esfuerzo que se realiza mediante la ponderación utilizada por el método, para posteriormente sugerir mejoras a modo que beneficien el bienestar y productividad de los trabajadores.

Una vez dividida el área de producto terminado se identificaron las zonas donde habían ocurrido accidentes con exposición a lesiones, identificándose el mes de ocurrencia y las partes del cuerpo afectadas.

Se utilizó el análisis de Pareto para determinar las zonas del cuerpo con mayor frecuencia de lesiones.

Se realizó el análisis por medio del método en la actividad con mayor riesgo de sufrir una lesión.

Método OCRA

Se determinó el nivel de riesgo asociado al trabajo repetitivo, de la actividad de estibado de cajas con producto terminado en tarimas, mediante el método del índice OCRA (Occupational Repetitive Actions). Este método determina el nivel de riesgo de trastornos musculoesqueléticos de las extremidades superiores, derivado de la exposición a movimientos repetitivos. Se debe aplicar en tareas repetitivas con ciclos de trabajo definidos, y es recomendado por normas internacionales, tales como la ISO 11228-3:2007 y la UNE-EN 1005-5:2007. Puede existir riesgo derivado del trabajo repetitivo, cuando este tiene una duración de por lo menos una hora.

A continuación se definen términos necesarios para la aplicación del método (Colombini D., 1998):

- Turno de trabajo: jornada diaria de trabajo en la que el trabajador desempeña varias tareas.
- Tarea: actividad de trabajo cuyo objetivo es la consecución de una operación específica. Pueden ser repetitivas si están construidas por ciclos repetidos de acciones mecánicas, o no repetitivas en caso contrario. Ejemplos: montaje de piezas en cadena, carga o descarga de pales, etc.
- Ciclo: secuencia de acciones técnicas, principalmente mecánicas, de corta duración que se repiten de la misma manera una y otra vez.
- Acción técnica: operaciones elementales que posibilitan la consecución de un ciclo. Es la unidad de movimiento o acción a la que está referida el método debido a su fácil diferenciación en el análisis de la tarea. Son acciones que implican actividad mecánica o de control que no están necesariamente asociadas a movimientos de una articulación, sino que una acción técnica puede involucrar a varias articulaciones como ocurre al cortar, girar, buscar defectos, etc.

Los factores de riesgo que se consideran son (Colombini D., 1998):

- Recuperación: Periodo de tiempo en el turno o en un ciclo durante el cual no se lleva a cabo ninguna acción técnica. El factor de riesgo es realmente la falta de tiempo de recuperación.
- Repetitividad: Existencia de ciclos de acciones técnicas repetidas en el tiempo siempre del mismo modo.
- Frecuencia: Numero de acciones técnicas mecánicas por unidad de tiempo. Es el factor de más peso en el método y el que más incertidumbre proporciona al resultado final.
- Fuerza: Esfuerzo físico a realizar por el trabajador para la ejecución de la acción técnica. Además, a este valor habrá que asociar la duración de este esfuerzo en % referido al ciclo de trabajo.
- Postura: Posiciones y movimientos realizados por cada una de las articulaciones de las extremidades superiores para completar la secuencia de acciones técnicas de un ciclo.
- Factores adicionales: Son factores que se pueden presentar ocasionalmente. Su tipo, intensidad y duración afectaran al nivel de exposición final.

El método OCRA establece un índice de exposición (IE), que corresponde a la relación entre el número de acciones ejecutadas por las extremidades superiores diariamente en tareas repetitivas, y el número de acciones recomendadas, de acuerdo a las condiciones en las cuáles se realiza la tarea. La obtención del IE se simplifica en la siguiente fórmula:

$$IE\ OCRA = Ae/Ar$$

Donde,

Ae: número total de acciones técnicas ejecutadas durante un turno.

Ar: número de acciones técnicas recomendadas para llevar a cabo durante un turno.

Los niveles de riesgo del método OCRA según el valor del IE son los siguientes:

1. Si el valor de IE es igual o menor a 2.2, sin riesgo (área verde).
2. Si el IE se encuentra entre 2.3 y 3.5 (área verde/amarillo o de riesgo no relevante) el riesgo no es significativo. En estos casos se debe realizar vigilancia de la salud y, donde sea posible, iniciar medidas de mejora de las condiciones de trabajo, educación y entrenamiento de los trabajadores expuestos.
3. IE mayor de 3.5 (área roja) indica riesgo significativo o elevado. Las condiciones de trabajo deben ser analizadas y realizar cambios en función de los factores de riesgo demostrados.

Se debe calcular un índice de exposición para cada extremidad superior, a menos que ambas extremidades desarrollen las mismas acciones técnicas.

Se utilizó el software ErgoPreven para el procesamiento de la información y la obtención de los resultados.

Resultados y discusión

Método Suzanne Rodgers

En la figura 1 se observan las cuatro secciones del área de producto terminado.

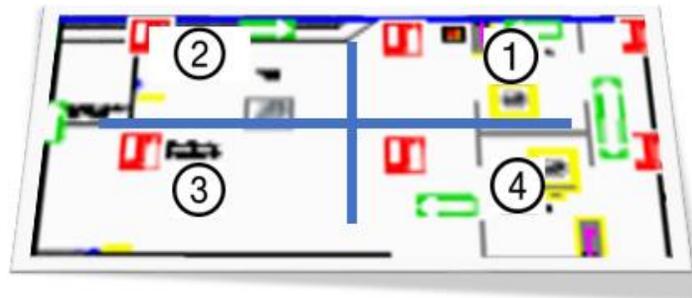


Figura 1. División del área de producto terminado.

En la tabla 1 se observa el número de accidentes con exposición a lesiones por área, mes de ocurrencia y parte del cuerpo afectada

	ÁREA	MESES								Σ	OTRAS	
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO			
MANO	A1	1	2	1	1				1	6	2	
	A2									0		
	A3		3		1			2	1	7		
	A4									0		
TRONCO	A1							2		2	2	
	A2									0		
	A3	3	2			1		1	2	9		
	A4							1	1	2		
MIEMBRO SUPERIOR	A1	1	1						1	3	1	
	A2									0		
	A3	1	1		2	2		2	3	11		
	A4		1							1		
TOTAL										41	5	46

Tabla 1. Análisis de lesiones en base a la zona del cuerpo afectada.

De acuerdo a la información obtenida se registran 59 trabajadores con algún tipo de lesión. Si bien, todos ellos corresponden al área de producto terminado, no todas las lesiones se originaron en dicha área, ya que por diferentes circunstancias algunos operadores se mueven entre las áreas, y por lo

demás, algunas de las lesiones se originaron en el trayecto de sus casas al centro de trabajo o, al contrario.

De acuerdo al análisis de Pareto existen 3 zonas del cuerpo donde las lesiones son más frecuentes. Por otra parte, existen 41 lesiones. En la tabla 2 se observa el número de lesiones por sección.

Sección	Numero de lesiones
A3	27
A1	11
A4	3
A2	0

Tabla 2. Número de lesiones por sección área producto terminado.

En la sección 3 del área de producto terminado se encuentran los trabajadores más expuestos a sufrir algún tipo de lesión, esto por las actividades que desempeñan. En la tabla 3 se muestran las actividades que se realizan en esta sección y el número de lesiones por cada una. Se observan 27 lesiones.

Actividad	Número de lesiones
Estibado de cajas con producto terminado en tarimas	7
Empacado de productos en cajas de cartón	7
Abastecer la banda de producto	5
Encintado de cajas con producto terminado	3
Flejado de Pallet	3
Etiquetado de producto	2
Armado de cajas de cartón	0
Movimiento de cargas (tarima con producto terminado)	0
Total	27

Tabla 3. Actividades y número de lesiones sección 3 área producto terminado.

Dado que el proceso de envasado presenta un mayor riesgo de provocar una lesión musculoesquelética, desarrollado en el puesto de operador general, se desarrolló el análisis por medio del

método Suzanne Rodgers. De acuerdo a los resultados obtenidos, la actividad que genera más desgaste y mayor riesgo de sufrir una lesión es el estibado de cajas con producto terminado en tarimas. En la tabla 4 se observa el análisis de Suzanne Rodgers de esta actividad.

ANÁLISIS DE SUZANNE RODGERS								
Trabajo: Estibado de cajas con producto terminado en tarimas								
Tarea: Transportar las cajas de la banda hacia la tarima e ir las estibando. Turno: Matutino								
NIVELES DE ESFUERZO						CALIFICACIONES		
Si es un esfuerzo que la mayoría no puede hacer califique con 4								
PARTE	LIGERO - 1	MODERADO - 2	ALTO - 3	ESF	DUR	FREC	CA LIF	
<i>Guello</i>	Cabeza volteando ligeramente a un lado, atrás o levemente hacia adelante	Cabeza volteando a un lado o 20 grados hacia adelante	Igual que moderado pero extensión fuerte hacia atrás o peso o muy flexionada hacia adelante	2	1	2	212	
<i>Hombros</i>	Brazos ligeramente alejados a los lados, brazos extendidos con algo de soporte	Brazos lejos del cuerpo, sin soporte, trabajando arriba de la cabeza	Ejerciendo fuerza o sosteniendo peso con brazos lejos del cuerpo o sobre la cabeza	DER	3	2	2	322
				IZQ	3	2	2	322
<i>Espalda</i>	Inclinando hacia un lado, o flexionando arqueando la espalda	Flexionando al frente; sin carga, cargando pesos moderados cerca del cuerpo, trabajando arriba de su cabeza	Cargando o ejerciendo fuerza mientras gira su columna, alto esfuerzo o peso mientras flexiona	3	2	3	323	
<i>Brazos Codos</i>	Brazos lejos del cuerpo, sin carga; esfuerzos ligeros cargando cerca del cuerpo	Rotando (pronación supinación de brazos) mientras se ejerce fuerza moderada.	Alto esfuerzo ejercido con rotación, cargando con brazos extendidos.	DER	3	2	1	321
				IZQ	3	2	1	321
<i>Mano Muñeca Dedos</i>	Muñecas rectas ; agarres confortables	Agarres con ángulos de muñeca moderados especialmente en flexión, con moderado esfuerzo.	Pinzamientos frecuentes; muñeca muy estresada; alto esfuerzo.	DER	2	1	2	212
				IZQ	2	1	2	212
<i>Pierna Rodilla</i>	Trabajo parado, caminando sin doblarse o inclinarse; sostenido en sus dos pies	Inclinándose hacia enfrente, apoyándose en la mesa; peso en una pierna; pivoteando mientras ejerce fuerza.	Ejerciendo gran fuerza mientras empuja, jala o carga; agazapado mientras ejerce fuerza	DER	2	2	2	222
				IZQ	2	2	2	222
<i>Tobillo Pie Dedos</i>	Trabajo parado, caminando sin doblarse o inclinarse; sostenido en sus dos pies	Inclinándose hacia enfrente, apoyándose en la mesa; peso en una pierna; pivoteando mientras ejerce fuerza.	Ejerciendo gran fuerza mientras empuja, jala o carga; agazapado mientras ejerce fuerza	DER	2	2	2	222
				IZQ	2	2	2	222

Tabla 4. Análisis método Suzanne Rodgers estibado de cajas con producto terminado en tarimas.

Aplicación del método OCRA

Del análisis de la actividad de estibado de cajas con producto terminado en tarimas, como parte del procesamiento del aguacate, se obtiene que, el tiempo neto de la tarea es de 450 minutos, obtenido de la diferencia entre la duración de la jornada completa, de 480 minutos, y el tiempo total de

reposo de 30 minutos, la duración media del ciclo es de 60 segundos, y el peso de las cajas es variable, alcanzando un peso máximo de 25 kg.

La actividad analizada demanda mantenerse de pie durante toda la jornada laboral. El operador debe tomar con las manos cada caja que sale desde una banda, luego girar 180°, transportarla hacia el pallet, y posicionarla y acomodarla en este. Cada determinado número de cajas, dependiendo de la presentación del producto, se completa el pallet y se comienza a trabajar en un pallet nuevo.

En las siguientes tablas se detallan los resultados de la aplicación del método OCRA.

	Brazo izquierdo	Brazo derecho
Duración de la tarea en un turno (minutos)	450	450
Duración media del ciclo (segundos)	60	60
Total de acciones por ciclo	8	8
Frecuencia de acciones (n° de acciones/min)	8	8
Acciones ejecutadas (n° de acciones/turno)	3600	3600

Tabla 5. Duración de la tarea, duración media del ciclo, acciones por ciclo y frecuencia de acciones de cada extremidad superior.

Acciones		
Nombre de la acción	N° veces derecha	N° veces izquierda
Alcanzar la caja de la banda	1	1
Coger la caja	1	1
Transportar la caja	2	2
Dejar la caja	1	1
Acomodar la caja	3	3

Tabla 6. Número de acciones técnicas por extremidad superior.

Brazo izquierdo		Brazo derecho	
Fuerza en Borg	% Tiempo de la tarea	Fuerza en Borg	% Tiempo de la tarea
2	66,67	2	66,67
3	33,33	3	33,33
Fuerza media ponderada (Borg)	Factor Ff	Fuerza media ponderada (Borg)	Factor Ff
2,3333	0,58334	2,3333	0,58334

Tabla 7. Factor fuerza, Ff (esfuerzo percibido).

Puntuaciones brazo izquierdo				Puntuaciones brazo derecho			
Hombro	Codo	Mano	Muñeca	Hombro	Codo	Mano	Muñeca
24	12	10	12	24	12	10	12
Factor postural brazo izquierdo				Factor postural brazo derecho			
0,33				0,33			

Tabla 8. Factor postural, Fp.

Factor de repetitividad, Fr		Factor de coeficientes adicionales, Fa	
Brazo izquierdo	Brazo derecho	Brazo izquierdo	Brazo derecho
0,7	0,7	0,8	0,8

Tabla 9. Factor repetitividad y coeficientes adicionales.

CF	Ff		Fp		Fa		Fr		Duración		N° acciones recomendadas	
	Izq.	Dch.	Izq.	Dch.	Izq.	Dch.	Izq.	Dch.	Izq.	Dch.	Izq.	Dch.
30	0,58334	0,58334	0,33	0,33	0,8	0,8	0,7	0,7	450	450	1455,32	1455,32

Tabla 10. Número de acciones recomendadas. Nota: CF, constante de frecuencia de acciones (n° de acciones/min).

Cálculo índice OCRA extremidad superior derecha e izquierda:

$$IE\ OCRA = Ae/Ar = 3600/1455,32$$

$$IE\ OCRA = 2,47$$

De acuerdo a los resultados del índice OCRA, el nivel de riesgo derivado del trabajo repetitivo se encuentra en el área verde/amarillo o de riesgo no relevante, lo que quiere decir que el riesgo no es significativo. Por lo tanto, corresponde realizar vigilancia de la salud e iniciar medidas de mejora de las condiciones de trabajo, educación y entrenamiento de los trabajadores expuestos.

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos, se destaca que los trabajadores al momento de realizar las actividades adoptan posturas corporales inadecuadas, lo que puede causar algunas de las siguientes consecuencias:

- Dolor de cuello, hombros y espalda.
- Desalineación de huesos y músculos, y afectar el movimiento de las articulaciones.
- Desgaste de la columna vertebral, haciéndola más frágil.
- Disminución de la flexibilidad.
- Afectación del equilibrio y, en consecuencia, aumento del riesgo de caídas y lesiones.
- Dificultad en la digestión y la respiración.

Otro aspecto a considerar es que en el área analizada solo existe una pausa para comer, y no se establecen pausas para realizar ejercicios compensatorios durante la jornada laboral.

Se propone revisar más en detalle las tareas realizadas y la forma en que la realizan los diversos trabajadores para, conforme a esas observaciones, implementar la manera correcta de hacer las actividades, generando menos desgaste al trabajador, sin dejar de lado la productividad, para beneficio tanto de la empresa como de los trabajadores.

Se recomienda realizar capacitaciones a los trabajadores e implementar un programa de pausas laborales asociadas a ejercicios compensatorios, de manera de disminuir la prevalencia de lesiones derivadas de actividades repetitivas.

Referencias

- Colombini D. (1998). An observational method for classifying exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics* 41(9):1261–89. DOI: 10.1080/001401398186306
- Cruz G. A. (2001). *Principios de Ergonomía*. Bogotá, Colombia: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Cruz, S. T., Esquivel, G. C., y Campanur, A. G. (2017). Comparativa de los métodos de análisis ergonómicos OWAS, RULA y REBA en empacadoras de aguacate. *Coloquio de Investigación multidisciplinaria Journal CIM*, 497-503.
- De la Vega B.E. (2005). *Listas de verificación, métodos y modelos matemáticos para evaluación ergonómica de ambientes de trabajo, segunda parte*. Buenos Aires, Argentina: Estructplan. Recuperado de <https://estrucplan.com.ar/listas-de-verificacion-metodos-y-modelos-matematicos-para-evaluacion-ergonomica-de-ambientes-de-trabajo-segunda-parte/>
- Nivel B.W. y Freivalds A. (2001). *Ingeniería Industrial*. Ciudad de México, México: Alfaomega Grupo Editor, S.A de C.V.
- Norma ISO 11228-3 (2007). Ergonomics. Manual handling. Part 3: Handling of low loads at high frequency.
- Norma UNE-EN 1005-5 (2007). Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 5: Evaluación del riesgo por manipulación repetitiva de alta frecuencia.