

Diseño y construcción de una herramienta manual para corte de tallos maderosos en la industria floricultora de la sabana de Bogotá¹

Design and development of a woody stems cutting hand tool for the floriculture industry of Bogotá's savannah*

Galmher Arnold Castillo Díaz, instructor producción multimedia
gcastillod@sena.edu.co

Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA.
Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial - Soacha
Regional Cundinamarca

FECHA DE RECEPCIÓN: 14 DE MARZO DE 2014

FECHA DE ACEPTACIÓN: 11 DE ABRIL DE 2014

.....
¹ Diseño y construcción de una herramienta manual para corte de tallos maderosos en la industria floricultora de la sabana de Bogotá. Fecha de inicio: mayo de 2008. Fecha de terminación: aún está en desarrollo, en etapa de elaboración de modelos funcionales. Financió y ejecutó hasta febrero 2008, hasta la etapa de recolección de información, la Pontificia Universidad Javeriana.

* Design and Development of a woody stems cutting hand tool for the floriculture industry of Bogotá's savannah. Start date: May 2008. End date: Still in development. On functional modeling building stage. On finance and building up to February 2008: data compilation stage, from the Pontificia Universidad Javeriana.

RESUMEN

La presente investigación es multidisciplinaria y tiene por objeto el diseño de un prototipo funcional de una herramienta manual para corte de tallos maderosos en la industria floricultora. Este proyecto se basa en una necesidad real sentida ya que de acuerdo con estudios realizados, el síndrome del túnel carpiano (STC), trastorno musculoesquelético (TME) de mayor incidencia en la población laboral floricultora y a su vez la mayor causa de consulta por enfermedad profesional (EP) en Colombia, está relacionado con el uso de este tipo de herramientas del sector floricultor, sector que encabeza la lista de reportes de EP del régimen contributivo SGSSS del año 2004, con el 9% del total de los casos diagnosticados.

Por otra parte, se ha establecido que el STC se presenta a cualquier edad, tanto en hombres como en mujeres, en inadecuadas condiciones de higiene laboral, desempeñando tareas repetitivas y con uso excesivo de la articulación carpiana, cuya compleja estructura es muy propensa a lesiones. Este proyecto busca identificar tales fallas ergonómicas de las herramientas usadas actualmente y desarrollar una que las corrija, utilizando la metodología de diseño desde la concepción teórica del modelo de funcionamiento hasta la construcción final del modelo y el prototipo funcional. Actualmente, el proyecto se encuentra en etapa de construcción del modelo funcional.

Palabras clave: ergonomía, diseño herramientas, prototipado, usabilidad, cultivo flores.

ABSTRACT

There is a well-known fact, that in many small-towns in the sabana de Bogotá, young crops workers are getting total permanent incapacity in their hands, due to the job they are almost obliged to perform around their towns: Cutting flowers stems with unsuitable gardener's scissors, causing a critical raise in the Carpal tunnel syndrome (CTS) incidence in this working population. On the other hand,

this fact concerns not only to the social services companies, but also to the labour ministry, especially for the many compensations to pay monthly to an increasing number of affected workers, that sues the public office, causing an important detriment in the treasury, which finally affects all Colombians, nevertheless, there is yet a big amount of sub-registered cases.

However, with this new design the incidence or CTS will be substantially reduced and therefore, the winning of these companies will be dramatically rocketed on the other hand.

The design of a tool, like gardener's scissors, lies in specifying and explaining in detail, its components and pieces, as well as the correlation among them. There are three main stages when considering a gardener's scissors design: function, production, commercialization, the user/consumer, making sure the scissors turn out to be efficient in each one of this features.

Keywords: Ergonomics, Tool Design, Prototyping, Usability, Handtools Design.

1. Descripción del proyecto

1.1 Planteamiento del problema

En la encuesta realizada por la Corporación Cactus², las dolencias asociadas a trabajo repetitivo y a la adopción de posturas incorrectas durante el corte de flores, exceso de trabajo y condiciones ambientales de los cultivos ocu-

pan el segundo, tercer y cuarto lugar de dolencias percibidas por los trabajadores, como son dolor de espalda, dolor en las manos y calambres en las piernas, respectivamente. La encuesta fue realizada entre diciembre de 2003 y enero de 2004³ a 851 personas (296 hombres (34,8%) y 555 mujeres (65,2%)) que trabajan en cultivos de flores del occidente y norte de la sabana.

1.1.1 Dolencias percibidas

Cuadro 1. Dolencias percibidas en el sector floricultor

Dolencia	Hombres N = 296		Mujeres N = 555		Total n = 851	
	F	%	F	%	F	%
Dolor de cabeza	82	27,70	308	55,50	390	45,83
Dolor de espalda	81	27,36	245	44,14	326	38,31
Dolor en las manos	58	19,59	195	35,14	253	29,73
Calambre en piernas	36	12,16	125	22,52	161	18,92
Ardor de ojos	61	20,61	99	17,84	160	18,80
Alergia en las manos	28	9,46	85	15,32	113	13,28
Gastritis	22	7,43	61	10,99	83	9,75
Alergia en la piel	11	3,72	36	6,49	47	5,52

Fuente. Zamudio, R. (2004). Ponencia "Mujer y contexto de género", en el municipio de Tenjo.

Las lesiones de extremidad superior derivadas de microtraumatismos repetitivos son un problema frecuente que ha sido estudiado de

forma exhaustiva en la industria⁴. En dichos estudios se han encontrado ciertos factores de riesgo, citados a continuación:

² Corporación Cactus (2005). La floricultura y los derechos humanos.

³ Zamudio, R. (2004).

⁴ Solé Gómez, M^a D. NTP 311: Microtraumatismos repetitivos: estudio y prevención. Especialista en Medicina del Trabajo. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

- Mantenimiento de posturas forzadas de muñeca o de hombros.
- Aplicación de una fuerza manual excesiva.
- Ciclos de trabajo muy repetitivos, que dan lugar a movimientos rápidos de pequeños grupos musculares o tendinosos.
- Tiempos de descanso insuficientes.

De hecho, existe consenso entre muchos autores al considerar que

la patología de miembro superior se produce con mayor frecuencia en combinación de varios de los mencionados factores, especialmente de la asociación de un movimiento repetitivo en presencia de tensión muscular, poniéndose de manifiesto asociaciones con un gradiente biológico positivo; es decir, a mayor repetitividad y esfuerzo, mayor prevalencia de lesiones. En el Cuadro 2 se han recogido los ejemplos de tres lesiones derivadas de microtraumatismos repetitivos y de los factores y tareas/oficios asociados.

Cuadro 2. Principales lesiones por microtraumatismos repetitivos, factores de riesgo y actividades asociadas a estos

Alteración	Factores de riesgo	Tareas/oficios
Síndrome del túnel carpiano	Flexión o extensión de las muñecas. Torsión repetida de la muñeca. Desviación radial o cubital. Esfuerzos repetidos de la muñeca en posturas forzadas. Maniobras de presión con la palma o con los dedos.	Pulir, afilar, abrillantar, lijar, tareas de montaje, teclear, remachar, empaquetar, lavar a mano, martillar, enladrillar, fregar. Cajeros, carpinteros, cocineros, matarifes.
Tendinitis	Esfuerzos repetidos con la muñeca en extensión-flexión o en desviación cubital.	Trabajo en prensas, de montaje, uso de alicates, tendido de cables, empaquetar.
Tenos/Nóvitis	Trabajos manuales. Empujar con la muñeca en extensión y desviación radial o en supinación. Maniobras de presión con la palma de la mano, estando la muñeca en flexión o extensión. Torsión rápida.	Pulir, afilar, abrillantar, trabajo en prensas, coser, cortar, uso de alicates, atornillar, escurrir, retorcer. Matarifes.

Fuente. Zamudio, R. (2004). Ponencia “Mujer y contexto de género”, en el municipio de Tenjo.

1.1.2 Medidas preventivas

En el mismo documento se definen específicamente seis condiciones

que se deben evitar para prevenir la aparición de lesiones osteomusculares de extremidad superior:

- Tareas repetitivas: aquellas actividades cuyo ciclo sea inferior a 30 segundos o aquellos trabajos en los que se repitan los mismos movimientos elementales durante más de un 50% de la duración del ciclo.
- Trabajos que requieran esfuerzos prolongados o repetitivos que superen el 30% de la capacidad muscular máxima del trabajador.
- Posturas extremas de determinados segmentos corporales.
- Mantenimiento prolongado de cualquier postura.
- Trabajos con herramientas que vibran.
- Exposición de ciertos segmentos corporales al frío o en contacto con superficies duras.

En el caso específico de la actividad de corte de tallos de rosa, todas las anteriores se identifican como presentes en la actividad y por consiguiente origen de las lesiones musculoesqueléticas del miembro superior que afectan a su población laboral, siendo la repetitividad, las posturas inadecuadas y la fuerza excesiva las que se tratarán positivamente para el operario con el diseño de la herramienta de corte propuesta en el presente proyecto.

1.1.3 Rediseño de las condiciones de la tarea de corte de rosa asociadas a la herramienta

Los beneficios que representa el diseño de la herramienta son:

- La disminución y estandarización del esfuerzo por realizar en el corte.
- La reducción de la frecuencia (repetitividad).
- Los cambios posturales⁵.

Para el control de los esfuerzos, las soluciones son las siguientes:

- Reducir la fuerza por emplear manteniendo óptimamente afiladas las herramientas.
- Distribuir la fuerza favoreciendo la actuación de todos los dedos a uno solo o favoreciendo el uso alternativo de las manos.
- Facilitar el uso de grupos musculares potentes e implementar mangos largos (adecuados a la medida de la mano).
- Vigilar el efecto del uso y el tipo de guantes sobre el trabajo. Evitar el desarrollo de una fuerza

5 LaDou, J. (1999). Capítulo 20. Desarrollo, tecnología y comercio. Transferencia de tecnología y elección tecnológica. En OIT, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (ed), *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (pp. 20.11-20.14). Madrid, España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

por encima de lo necesario por falta de sensibilidad o de ajuste de la prenda de protección.

- Facilitar el mantenimiento de las herramientas⁶.

La identificación de frecuencias de corte en cultivo por encima siete flores por minuto hace necesaria una disposición de los mecanismos de la herramienta que permita que se alternen los diferentes grupos musculares, pero también una reestructuración de los métodos de trabajo que haga más variada la tarea de los operarios e impida que estos se vean forzados a aumentar la frecuencia de corte para poder alcanzar las metas impuestas, que desde los inicios del trabajo en cultivos de flores en Colombia han sufrido un vertiginoso ascenso hasta llegar hoy a la exigencia de 500 tallos/hora.

Por todo lo descrito anteriormente, y basados en las experiencias vividas por parte de los trabajadores, el tema de estudio obedece a la siguiente incógnita: ¿es posible diseñar o rediseñar un elemento de corte que permita disminuir las lesiones de miembro superior para aquellas personas que tienen como tarea realizar el proceso de corte de rosa para el sector floricultor?

6 Polidoro y Sánchez. Salud laboral y prevención de riesgos laborales. Aproximación desde una perspectiva de género. Emakunde. Eusko jaurlaritza/gobierno vasco. Con la cofinanciación del Fondo Social Europeo.

1.2 Marco Teórico

1.2.1 *Enfermedades del antebrazo, muñeca y mano*

- Tenosinovitis y peritendinitis.

Tenosinovitis de De Quervain.

Tenosinovitis estenosante de los dedos.

- Artrosis.
- Síndrome compartimental.
- Trombosis de la arteria cubital (síndrome del martillo hipotenar).
- Contractura de Dupuytren
- Quistes sinoviales de muñeca y mano.

Viikari (1999) dice que "(...) se ha utilizado un diagnóstico de amplio contenido, el de 'trastornos traumáticos acumulados' (TTA)⁷, para denominar a todos los trastornos de los tejidos blandos de la extremidad superior que se cree están causados, precipitados o agravados por esfuerzos repetitivos de la mano" (p. 6.24).

Otra definición útil para este trabajo es la de Silverstein, Fine y Armstrong (1986)⁸: "La repetición

7 Corporación Cactus (2005). Flores colombianas entre el amor y el odio.

8 Viikari, E.- Juntur (1999). Capítulo 6. Sistema musculoesquelético, antebrazo, muñeca y mano. En OIT, Ministerio de Trabajo

frecuente de movimientos en el trabajo y las demandas elevadas de fuerza en la mano son poderosos factores de riesgo, sobre todo cuando se dan conjuntamente” (pp. 252-269).

Posturas inadecuadas, por su ángulo elevado respecto al eje de la muñeca en el trabajo, así como las bajas temperaturas del ambiente, se asocian a factores de riesgo.

Viikari (1999) define el STC de la siguiente manera: La tenosinovitis de los tendones flexores de la cara palmar de la muñeca puede producir el atrapamiento del nervio mediano en su trayecto a través de la muñeca, dando lugar al síndrome del túnel del carpo.

La fisiopatología en la fase aguda de la enfermedad se caracteriza por la acumulación de líquido y de una sustancia llamada fibrina en la vaina del tendón en la tenosinovitis, y en el paratendón y entre las células musculares en la peritendinitis. Posteriormente se observa crecimiento celular.

1.2.2 Características de la herramienta

- La naturaleza del agarre.
- Grosor del agarre.

- Fuerza del agarre y dimensiones de la mano.
- Forma de los mangos.
- Superficie y textura del agarre.
- Importancia de los guantes.
- Importancia del género.

Naturaleza, grosor y fuerza del agarre y dimensiones de la mano

Las herramientas de corte de tallos de rosas están compuestas principalmente por dos grandes cuerpos: el mango y su cabezal, donde se encuentran localizadas las cuchillas. Como nuestra herramienta de corte debe ajustarse a las dimensiones antropométricas de un percentil específico de usuarios, necesariamente los usuarios de los percentiles 1-5 y 95-99 requerirán un tratamiento particular.

Adicionalmente, la herramienta debe permitir un cierto grado de adaptación a su usuario final. La forma y función de la herramienta deben permitir un cierto grado de libertad de la configuración. Para lograr lo anterior, la atención deberá dirigirse principalmente a la configuración formal de los mecanismos y piezas, especialmente a lo que hace las veces de interfaz entre el usuario y la herramienta: el mango.

El agarre adecuado de nuestra herramienta de corte debe ser una

y Asuntos Sociales (ed), *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* (pp. 6.24-6.27). Madrid, España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

combinación entre agarre de fuerza y agarre de precisión. Se aplicará un cálculo de esfuerzo teniendo en cuenta, por un lado, la distancia de desplazamiento para la acumulación de energía y la cantidad de fuerza invertida durante el recorrido, por el otro. La fuerza efectiva de la acción de corte será entonces el resultado de la fuerza aplicada en función de la distancia requerida por la herramienta.

Mangos

Respecto a los mangos y a otras consideraciones especiales del diseño de herramientas manuales, Fraser (1999) menciona: la orientación del mango de la herramienta, siempre que sea posible, deberá permitir que la mano y el brazo permanezcan en su posición funcional natural, es decir, con la muñeca supinada algo más de la mitad, abducida unos 15° y ligeramente flexionada en dirección dorsal, con el dedo meñique flexionado casi por completo, los demás un poco menos, y el pulgar aducido y ligeramente flexionado; una postura denominada a veces, erróneamente, la postura del apretón de manos (en un apretón de manos la muñeca no está supinada más de la mitad). La combinación de aducción y flexión dorsal de la muñeca, con la flexión variable de los dedos y del pulgar, genera un ángulo de agarre de unos 80° entre el eje largo del brazo y una línea que pasa por el punto central

del anillo creado por el pulgar y el índice, es decir, el eje transversal del puño.

Si se coloca la mano en una posición de desviación del cúbito, es decir, con la mano doblada hacia el dedo meñique como para utilizar unos alicates normales, se genera una presión en los tendones, los nervios y los vasos sanguíneos de la muñeca y puede producirse una serie de trastornos, como la tenosinovitis, el síndrome del túnel carpiano y otros similares. Inclinando el mango y manteniendo la muñeca recta (es decir, inclinando la herramienta y no la mano), puede evitarse la compresión de los nervios, los tejidos blandos y los vasos sanguíneos. Aunque este principio se ha reconocido hace mucho, aún no ha sido aceptado del todo por los fabricantes de herramientas o por la mayoría de la gente. Tiene una aplicación particular en el diseño de herramientas de acción de palanca en cruz, como los alicates, así como de los cuchillos y los martillos (pp. 26.68).

Superficie y textura del agarre

La superficie de agarre debe ser firme pero suave al tacto y con un acabado de espuma de alta densidad elástica preferiblemente para garantizar la perfecta distribución de la mayor área de la mano y así permitir la acción de grupos musculares, que, de otro modo, no estaría presente. Debe abarcar la mayor cantidad

de área posible, con el fin de asegurar distribución homogénea de la presión en zonas de mayor extensión y con un coeficiente de esfuerzo menor para grupos de músculos pequeños.

La longitud del mango estará determinada por las dimensiones críticas de la mano, obtenidas del estudio antropométrico de las manos de los trabajadores de este sector.

Importancia de los guantes

T. M. Fraser (1999) nos dice: “Los guantes de seguridad no suelen abultar mucho, pero los guantes que se utilizan en climas fríos pueden ser muy grandes, interfiriendo no sólo con la retroinformación sensorial sino también en la capacidad de sujeción y agarre” (pp. 26.67)⁹.

Importancia del género

T. M. Fraser (1999) menciona: “En general, las manos de las mujeres suelen tener unas dimensiones más reducidas, su capacidad de agarre es menor, y poseen entre un 50 y un 70% menos fuerza que los hombres, aunque naturalmente, algunas mujeres del percentil superior tienen manos más grandes y una fuerza mayor que los hombres que se encuentran en el percentil más bajo” (pp. 26.67).

Se puede deducir que la mayor parte de personas que tienen dificultades para manipular algunas herramientas manuales, que han sido diseñadas generalmente teniendo en mente un enfoque masculino, son mujeres.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Disminuir las lesiones de miembro superior derivadas del uso de herramientas manuales de corte y poda de rosa en los operarios por medio del diseño y construcción de un dispositivo de corte que disminuya el esfuerzo y la repetitividad y mejore la postura del conjunto mano-muñeca.

2.2 Objetivos específicos

- Producir una tabla de valores antropométricos actuales de las dimensiones de la mano de los trabajadores expuestos para analizar la forma de agarre.
- Determinar las dimensiones de los mangos de la herramienta, que se debe elaborar por medio de los resultados del estudio antropométrico.
- Determinar la fuerza necesaria para realizar el corte de la rosa con diferentes herramientas y diseñar un instrumento de corte

⁹ Chaffin, Andersson y Bernard (1999). *Occupational Biomechanics*. Third edition (pp. 252-269).

que disminuya el esfuerzo y homogenice la cantidad de fuerza y recorrido necesarios para el corte de tallos de rosas entre los percentiles 5 y 95.

3. Metodología propuesta

El diseño de un producto consiste en detallar y especificar los componentes o piezas y su correlación, de forma que se conviertan en un conjunto unificado que satisfaga todas las disposiciones y funciones para las que se le ha concebido.

Al considerar el diseño de los productos es preciso tener en cuenta: función, producción, comercio, usuario o consumidor, procurando que el producto resulte eficiente en cada uno de estos ámbitos, sin olvidar que para lograr el diseño de un producto de una manera efectiva se requiere entender claramente las funciones y alcances esperados para este.

En las metodologías se pueden distinguir tres etapas generales, así:

La primera está relacionada con los elementos de entrada que dan origen al producto y que pueden venir de un requerimiento o de una necesidad de su creador; la segunda, que guarda relación con los procesos de diseño industrial del producto; y la tercera, relacionada con pruebas para determinar el producto final.

- **Definición del problema o situación problemática:** consiste en la contextualización del estudio sea este un problema específico para resolver o un campo donde aún no se ha determinado con claridad el problema. En este paso lo que se pretende es determinar con claridad y precisión lo que se desea resolver: generar, transmitir o controlar movimiento o energía.
- **Análisis del problema:** la información acerca del tema problema resulta de gran importancia para conocer variables que pueden conducir a la solución: tipo de movimiento o energía requerida, espacio, características de funcionamiento y operatividad.
- **Recolección de información:** inicialmente se realiza una toma de datos antropométricos y se aplicará una encuesta de incomodidad, con el fin de determinar las principales características que debe tener el dispositivo, que cumpla con una funcionalidad específica y que disminuya el dolor en aquellas zonas donde se presenta la incomodidad. De forma simultánea, se hará una revisión bibliográfica acerca de las diferentes temáticas conducentes a la solución del problema de corte y poda de rosa, así como el análisis de soluciones similares para la misma problemática.

- **Determinación de las características de la solución:** la especificación de las funciones que debe cumplir la herramienta de corte y cómo las debe cumplir (materiales, características y requerimientos de funcionamiento).
- **Expresión gráfica:** la elaboración de bocetos de la herramienta de corte debe ser representada gráficamente bajo convenciones internacionales (planos).
- **Selección de materiales:** para esta etapa se requiere tener en cuenta los aspectos funcionales y estructurales de la herramienta para determinar los materiales que cumplan con las especificaciones requeridas.
- **Selección de los procesos:** la determinación del procedimiento de materialización de la solución (conformado, mecanizado y ensamble).
- **Elaboración del modelo funcional:** materialización de la solución a escala a partir de los materiales o del tamaño.
- **Pruebas del modelo y análisis del modelo:** un modelo permite analizar el comportamiento de la solución sin que sea necesaria una inversión considerable (forma, estructura, funcionamiento).

- **Definición del prototipo:** luego de analizar el comportamiento del modelo, se puede proceder a hacer los ajustes necesarios a los planos y procesos, con el fin de fabricar el prototipo.
- **Construcción del prototipo:** elaboración del prototipo final y práctica de pruebas finales para lograr la implementación de la herramienta.

Para la realización de este proyecto es necesario aplicar el método de muestreo aleatorio simple, con el fin de establecer un espacio muestral de 145 participantes con una confiabilidad del 92%¹⁰.

Materiales y equipos por utilizar

Antropómetro: equipo utilizado para medir las dimensiones de la mano.

Goniómetro: equipo para medir los ángulos correspondientes a la ejecución de la actividad.

Dinamómetro digital: equipo programado para medir la fuerza que ejerce el trabajador a la hora de realizar la actividad de corte y de poda.

10 T. M. Fraser (1999). Capítulo 29. Ergonomía, herramientas. En OIT, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (ed), *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (pp. 26.67). Madrid, España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

Monitores de ritmo cardiaco, vibrómetro, sonómetro, monitor de temperatura, monitor de calidad de aire interior, fotómetro.

Videocámara digital: este equipo es utilizado para mostrar los instrumentos utilizados en la investigación y recrear el ambiente en el cual se desarrollaron las actividades.

Variables: sexo y edad.

Variables antropométricas para la población de estudio

Peso, estatura, talla de guante, ancho de mano, longitud de la mano, ancho de la muñeca, circunferencia del puño, longitud (al nivel interdigital), circunferencia de la muñeca, fuerza de agarre máxima (kg-f), primer dedo ancho interfalange, es-

pesor de la mano (metafalange 3), anchura interna y externa del agarre, profundidad de la mano (región tenar), primer dedo profundidad interfalange, circunferencia metacarpal de la mano, anchura metacarpal mínima de la mano, primer dedo circunferencia interfalange, longitud de la mano: pinza pulgar-índice, tercer dedo ancho interfalange distal y proximal, circunferencia de la mano, proximal de los dedos, máxima rotación: supinación y pronación (en grados), tercer dedo profundidad interfalange distal y proximal, tercer dedo circunferencia interfalange distal y proximal.

Para el registro de dichas variables se ha desarrollado el siguiente formulario, que permite de forma rápida registrar los datos para cada usuario:

Imagen 3. Formulario de ingreso de datos antropométricos para la población operaria de herramientas de corte del sector floricultor de la sabana de Bogotá.

TEST DE EVALUACIÓN DE PROCESO DE CORTE DE ROSAS

Nombre _____
¿Es una mano robótica? _____

Edad Sexo ¿Usted es Zurd@? ☐ SI ☒ NO

¿Durante tiempo lleva trabajando en floristería?
 2 a 5 años

En cuanto a su herramienta de trabajo (tijeras)

¿La tijera le parece pesada? ☐ SI ☒ NO
 ¿Tiene el tamaño adecuado para su mano? ☐ SI ☒ NO

La fuerza que ud hace para accionar la tijera es:
☐ Muy poca ☐ Para nada
☐ Poca ☐ Muy poco
☒ Normal ☐ Mucho
☐ Mucha ☐ Demasiado
☐ Excesiva

¿Se le dificulta agarrar la tijera con cuantes de camisa? :
☐ Muy poca ☐ Para nada
☐ Poca ☐ Muy poco
☒ Normal ☐ Mucho
☐ Mucha ☐ Demasiado
☐ Excesiva

¿Siente Alguna molestia debido a la actividad de corte de rosas?
☐ SI ☒ NO

En los dibujos de abajo seleccione el área respectivo de la(s) molestias:

En los dibujos de abajo seleccione el área respectivo de la(s) molestias:

¿Ha hecho modificaciones en la herramienta?
☐ SI ☒ NO

Cual(es)?
 poner liga, poner caucho

¿Se le resbalan las tijeras por:
 La Humedad ☐ SI ☒ NO
 El Peso ☐ SI ☒ NO
 El tamaño ☐ SI ☒ NO
 Pulso o fuerza ☐ SI ☒ NO
 Otro, Cual(ies)?
 la fierra del cultivo

¿Algún factor como clima, hora u otro, le pueden impedir que corte la cantidad de tallos.
 calor

¿A que hora del día ud. su productividad es mayor?
 mañana temprano

¿Si tuviera la oportunidad, qué cambio le gustaría hacerle a la herramienta que tiene actualmente?
 mas grande, mas suave en los mangos

¿Ha trabajado con otras herramientas de corte? ☐ SI ☒ NO
Está si le han parecido mejores que las que tiene actualmente? ☐ SI ☒ NO

Cual(es)?

Toma de datos: Antropométricos

Largo Mano	183	Circunferencia Mano metacarpal	191
Ancho Mano	92	Circunferencia pulso	249
Ancho muñeca	50	Circunferencia muñeca	160
Grosor mano	27	Circunferencia Mano Puñetas Dóndes Uñas	203
Profundidad mano	44		

Dedo Pulgar

Articulación Ancho	19	Articulación Circunferencia	63
Articulación Profundidad	17		
Longitud de punta a vertice	56		

Dedo Índice

Articulación Distal Ancho	15	Articulación Distal Circunferencia	56
Articulación Distal Profundidad	11	Articulación Proximal Circunferencia	58
Articulación Proximal Ancho	10		
Articulación Proximal Profundidad	10		
Longitud de punta a vertice	108		

Dedo Corazón

Articulación Distal Ancho	15	Articulación Distal Circunferencia	57
Articulación Distal Profundidad	12	Articulación Proximal Circunferencia	58
Articulación Proximal Ancho	18		
Articulación Proximal Profundidad	18		
Longitud de punta a vertice	78		

Dedo Anular

Longitud de punta a vertice	71		
-----------------------------	----	--	--

Dedo Meñique

Longitud de punta a vertice	68		
-----------------------------	----	--	--

Alturas al pliegue de la muñeca

Talla a prolongacion de muñeca	61
2altura a prolongacion de muñeca	167
3altura a prolongacion de muñeca	163
4altura a prolongacion de muñeca	167
5altura a prolongacion de muñeca	122

Medición Pieza de Agarre

Apertura Máxima 3	
Apertura Máxima 2	
Apertura Máxima 4	

Toma de Dinamometría

Inicial Neutral	21	Final Neutral	
Inicial Desv radial		Final Desv radial	
Inicial Desv ulnar		Final Desv ulnar	
Inicial Flexión		Final Flexión	
Inicial Extensión		Final Extensión	
Inicial Pronación		Final Pronación	
Inicial Supinación		Final Supinación	

Registro: [14] 1 [P] [N] [B] de 24

Fuente: Castillo, G. (2009).

4. Resultados obtenidos

El resultado a la fecha de este proceso de investigación está en la etapa de construcción del modelo funcional, para realizar los ajustes pertinentes en todas las variables

involucradas en las correcciones de dicho modelo.

El resultado final será un prototipo de herramienta para el proceso de corte y poda de la rosa con todas las funciones y prestaciones del producto final.

» Generación de nuevo conocimiento

Resultado/producto esperado	Indicador	Beneficiario
Prototipo funcional para el corte y poda de la rosa que minimice los riesgos osteomusculares.	Sistema mecánico en funcionamiento que disminuya la enfermedad del túnel del carpo.	Comunidad floricultora interesada en nuevos diseños y aplicaciones. Población académica del SENA. Grupos y centros de investigación que coinvestiguen en este proyecto.

» Apropiación social del conocimiento

Resultado/producto esperado	Indicador	Beneficiario
Fortalecimiento del grupo de investigación creando un grupo multidisciplinario de trabajo.	Creación de nuevas propuestas de investigación aplicada que cumplan una función social.	Grupo de especialistas que pueden contar con una herramienta nueva de trabajo.
Publicación de artículos en revistas especializadas.	<i>Journal Applied Ergonomics.</i> <i>Journal of Sports Medicine.</i>	Comunidad académica en general técnica, tecnológica, profesional y de maestría de las áreas de mecanizado industrial, CNC, automatización industrial, salud ocupacional, medicina del deporte, fisioterapia, rehabilitación, etc. Industria manufacturera.

» Impacto esperado

Impacto esperado	Plazo: años después de finalizado el proyecto (corto: 1-4; mediano: 5-9; largo: 10 o más)	Indicador verificable
Protocolos de trabajo experimental.	Corto plazo: 1 año.	Posibilidad de nuevas investigaciones.
Otras entidades adquiriendo este tipo de equipos.	Corto plazo: 3-4 años.	Necesidad de implementar en sus programas de producción nuevas formas de corte.
Impulso de la creación del Instituto Colombiano para el Diseño de Herramientas Manuales.	Largo plazo: 10 años.	Implementación de nuevas políticas de investigación y desarrollo, enfocadas en la prevención de enfermedades de tipo laboral.

5. Equipo de investigación

5.1 Equipo de investigadores necesarios para el proyecto

Director del proyecto: coordina y supervisa toda la información producida por el proyecto. Participa en el diseño de la herramienta según las especificaciones de este y da a conocer el producto final para su posterior evaluación de funcionalidad y aplicabilidad.

Semillero de investigación: encargado de la aplicación de encuestas, mediciones de campo, toma de medidas, ejecución de protocolos de comprobación, manejo de equipos y registro audiovisual, así como de su respectiva divulgación y administración en medios físicos, digitales y TIC.

Ingeniero mecánico: apoya en la aplicación de los resultados del análisis de los datos antropométricos y dinamométricos encontrados.

6. Presupuesto del proyecto

Rubros	Fuentes			Total (miles de pesos)
	Colciencias	SENA	Otra	
Personal	\$ 32.407,6	\$ 89.455,8	\$ 0,0	\$ 121.863,3
Equipo	\$ 5.225,8	\$ 919,2	\$ 0,0	\$ 6.145
Equipo propio uso		\$ 2.770,0	\$ 0,0	\$ 2.770,0

Rubros	Fuentes			Total (miles de pesos)
	Colciencias	SENA	Otra	
Materiales	\$ 445,0	\$ 55,0	\$ 0,0	\$ 500,0
Salidas de campo	\$ 5.000,0	\$ 0,0	\$ 0,0	\$ 5.000,0
Viajes	\$ 0,0	\$ 0,0	\$ 0,0	\$ 0,0
Bibliografía	\$ 500,0	\$ 0,0	\$ 0,0	\$ 500,0
Software	\$ 2.362,5	\$ 0,0	\$ 0,0	\$ 2.362,5
Publicaciones	\$ 0,0	\$ 700,0	\$ 0,0	\$ 700,0
Servicios técnicos	\$ 5.340,0	\$ 660,0	\$ 0,0	\$ 6.000,0
Construcciones	\$ 0,0	\$ 0,0	\$ 0,0	\$ 0,0
Mantenimiento		\$ 0,0	\$ 0,0	\$ 0,0
Administración		\$ 254,9	\$ 0,0	\$ 254,9
Evaluación y seguimiento	\$ 2.427,9	\$ 0,0	\$ 0,0	\$ 2.427,9
Total	\$ 50.986,3	\$ 94.387,4	\$ 0,0	\$ 148.674,0

Este presupuesto está por detallarse, de acuerdo con los recursos físicos disponibles y los monetarios asignados al grupo de investigadores que lo desarrollará y está sujeto a modificaciones.

REFERENCIAS

- Abeysekera, J. D. A., Shahnavaz, H. Chapman, L. J. (1990). Ergonomics in developing countries. En B. Das (Ed.). *Advances in Industrial Ergonomics and Safety*. Londres: Taylor & Francis.
- Ahonen, Launis, y Kuorinka. (1989). *Ergonomic Workplace Analysis*. Helsinki: Instituto Finlandés de Medicina del Trabajo.
- Blumberg, M. (1988). Towards a new theory of job design. En *Ergonomics of Hybrid Automated Systems*, W Karwowski, HR Parsaei y MR Wilhelm. Amsterdam: Elsevier.
- Campion, M. A. (1988). Interdisciplinary approaches to job design: A constructive replication with extensions. *J Appl Psychol* 73, 467-481.
- Chaffin, DB. (1969). A computerized biomechanical model-development of and use in studying gross body actions. *J Biomech* 2, 429-441.
- Chaffin, Andersson y Martin. (1999). *Occupational Biomechanics*. Third Edition, 252-269.
- Chapanis, A. (1975). *Ethnic Variables in Human Factors Engineering*. Baltimore: Johns Hopkins University.
- Coch, L. French, J. R. P. (1948). Overcoming resistance to change. *Hum Relat* 1, 512-532.
- Comité Europeo de Normalización (CEN). (1990). *Ergonomic Principles of the Design of Work Systems. EEC Council Directive 90/269/EEC, Minimal health and safety requirements for manual handling of loads*. Bruselas: CEN.
- Corlett, N. (1988). The investigation and evaluation of work and workplaces. *Ergonomics* 31, 727-734).
- Drury, C. G. (1987). A biomechanical evaluation of the repetitive motion injury potential of industrial jobs. *Sem Occup Med* 2, 41-49.
- Edholm, O. G. (1966). The assessment of habitual activity. En *Physical Activity in Health and Disease*, K Evang y K Lange-Andersen. Oslo: Universitetterlaget. Eilers, K, Nachreiner, F., Hänicke, K. (1986).
- Eastman Kodak Company. (1983). *Ergonomic design for people at work*. Vol. II: The design of jobs, including work patterns, hours of work, manual materials handling tasks, methods to evaluate job demands, and physiological basis of work. New York.
- Fleishman, E. A., Quaintance, M. K. (1984). *Toxonomies of Human Performance: The Description of Human Tasks*.
- Glesson, N. P. y Mercer, T.H. The Utility of Isokinetic Dynamometry in the Assessment of Human Muscle Function. *Sports Med* 21, 18-34.

- Gowitzke, B. A. (s. f.). Understanding the scientific bases of human movement.
- Kapanji, I. A. (s. f.). Cuadernos de fisiología articular: Esquemas comentados de mecánica articular.
- Konz, S. (1979). Design of Handtools. In Proceedings of the Human Factor Society Meeting. Boston, 293-300.
- Konz, S. (1990). Workstation organization and design. *Ergonomics* 32, 795-811.
- Kroemer, Khe, Kroemer, H. B. Kroemer-Elbert Ke. (1994). *Ergonomics: How to Design for Ease and Efficiency*.
- Llano, J. C. (2005). Curso Internacional en tendencias y oportunidades de investigación en salud ocupacional. Ministerio de la Protección Social. Ponencia.
- Molina & Malaber (s. f.). Guía para el estudio de la anatomía y fisiología del movimiento humano.
- Nicholas, J. (s. f.). Medicina Deportiva. Patología de las extremidades superiores.
- NTP 311: Microtraumatismos repetitivos: estudio y prevención. (Redact. M^a Dolores Solé Gómez). Especialista en Medicina del Trabajo. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.
- OIT. (1999). Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. En OIT, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. (Ed.). Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Madrid, España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Scheaffer, Mendenhall & Ot. (1987). Elementos de muestreo. Muestreo irrestricto aleatorio. Capítulo 4, 57-60.
- Stammler, J. H. (1993). *The Dictionary of Human Factors Ergonomics*. Boca Raton: CRC Press.
- Woodson, W. E., Tillman, B. Tillman, P. (1991). *Human Factors Design Handbook*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Wakula, Berg y Landau Kurt, Popp. (s. f.). The Influence of forearm - wrist orientation, handgrip span and some anthropometric had parameters on static maximal grip strength as a design criterion for pruning hand tools.
- Zamudio, R. (2004). Mujer y contexto de género. Ponencia. Tenjo. Cundinamarca. Colombia.