

**PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES INGENIERILES PARA MEJORAR LA
EJECUCIÓN DE LAS TAREAS DEL ÁREA DE LABORES CULTURALES DEL
PROCESO DE TUTORADO EN FLORES EL TRIGAL S.A.S UN CULTIVO DEL
ORIENTE ANTIOQUEÑO.**

DUBAN ALEJANDRO MARTINEZ VIDAL

TRABAJO DE GRADO
PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

DIRECTOR

DAVID ALEJANDRO GRANADOS MORALES
PH.D. SISTEMAS ENERGÉTICOS – UNIVERSIDAD NACIONAL DE
COLOMBIA

CODIRECTOR

JAIME DE JESÚS MOSQUERA OROZCO
M.Sc. EN EDUCACIÓN

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ORIENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
RIONEGRO

2021

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

RESUMEN

El sector floricultor en Colombia es uno de los sectores más importantes de Colombia, entrando a diagnosticar las labores internas de los cultivos estudiando y proponiendo soluciones a problemas expresados en este caso en concreto por Flores el Trigo S.A.S. Donde se tenían problemáticas en el área de labores culturales en la labor de tutorado en las actividades de temple instalación y refuerce.

Realizando un diagnóstico inicial reconociendo las labores y la causa raíz de las problemáticas llevando a cabo un reconocimiento en campo proponiendo mejoras para su posterior evaluación. Encontrando con esta evaluación que son soluciones factibles, que ayudan a mitigar las problemáticas expresadas y diagnosticadas además ayudando a volver la empresa más productiva.

PALABRAS CLAVE:

Labores culturales, tutorado, Inventor, herramientas y diagnóstico, déficit tecnológico.

ABSTRACT:

The floriculture sector in Colombia is one of the most important sectors in Colombia, entering to diagnose the internal workings of the crops studying and proposing solutions to problems expressed in this particular case by Flores el Trigo S.A.S. Where there were problems in the area of cultural work in the tutored work in the hardening, installation and reinforcement activities.

Carrying out an initial diagnosis, recognizing the tasks and the root cause of the problems, carrying out a field survey, proposing improvements for subsequent evaluation. Finding with this evaluation that they are solutions are feasible, that help to mitigate the problems expressed and diagnosed, also helping to make the company more productive.

KEYWORDS:

Cultural work, tutoring, tempering, rod installation, reinforcement, Inventor, tools, and diagnosis

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN:	3
PALABRAS CLAVE:	3
ABSTRACT:	3
KEYWORDS.....	3
1. INTRODUCCION	¡Error! Marcador no definido.
2. ESTADO DEL ARTE.....	11
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
4. JUSTIFICACIÓN	16
5. OBJETIVOS	17
GENERAL:.....	17
ESPECÍFICOS.....	17
6. ASPECTOS METODOLÓGICOS	18
7. MARCO TEÓRICO	21
8. RESULTADOS Y DISCUSION.....	23
Resultado del diagnóstico.....	27
9. CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS.....	56

1. Introducción

El sector floricultor de Colombia para el año 2018 exportaría un total 1,463 millones de dólares, siendo en total 259,523 toneladas de flores, con un proceso de crecimiento de manera ascendente subiendo esta cuota cada año ya que para el año 2016 fueron 1,255 millones de dólares y para el año 2017 fueron 1,342 millones de dólares (Procolombia, 2019). El oriente antioqueño es responsable del 33% de la producción nacional (Pardo Angélica, 2019) aportando un total de 130 mil empleos directos en el país con una participación del 36% de empleados masculinos y un 64% empleados femeninos. Del total de mujeres, aproximadamente el 60% son madres cabezas de hogar (sectorial grupo, 2018).

Este sector es uno de los sectores más importantes no solamente de la región si no del país, pero se encuentra en un déficit tecnológico ya que la mayoría de labores se hacen de manera manual y artesanal, aumentando la necesidad de mano de obra, recurso que representa un total del 50% del costo de un tallo (María Sepúlveda, 2014). Esto no solo es un problema económico, sino también de ergonomía, con posibles lesiones de los colaboradores debido a sobreesfuerzos que podrían ser evitados con el uso de tecnología como máquinas simples o herramientas. En este sector se supone una baja eficiencia y eficacia debido a retrasos por fatigas acumuladas en los colaboradores y tiempos de ejecución demasiado largos, agravadas además por circunstancias climáticas fuertes con condiciones de humedad y calor altas dentro de los invernaderos en donde se realizan las funciones.

Debido a la importancia del sector y a las difíciles condiciones de trabajo en la mayoría de los cultivos del Oriente Antioqueño, se planteó una investigación aportar soluciones y determinar aquellas que existan y se hubieran tal vez aplicado con mejoras validadas en la operación de los cultivos, con el fin de analizar la implementación a cultivos del oriente antioqueño, ayudando de esta manera el sector floricultor de la región.

Una contextualización de las principales áreas de un cultivo y sus actividades es la siguiente:

- Propagación: Consiste en la germinación de plantas a partir de semillas seleccionadas o el enraizamiento de esquejes según sea la reproducción de la especie (Sánchez Dora, 2008)
- Preparación de suelos: Donde se realizan diferentes actividades de alistamiento del terreno de producción de la flor, más conocido como cama (Yanchapaxi Jaime, Calvache Marcelo, Lalama Mario. 2010), algunas son: añadir compost al suelo, mezclado de la tierra y el compost con el tractor y un rotavator, limitación de la cama, colocación de mangueras de regadío, instalación de la malla. Información suministrada por la empresa.
- Siembra: Es la disposición en la cama de una plántula para su posterior desarrollo y crecimiento (Fernández Alicia et al. 2008).

- Labores culturales: Todas aquellas actividades que se realizan desde la siembra hasta la cosecha o corte, siendo las principales desmalece y eliminación de brotes no productivos cama (Rivera Mariela. 2015).
- Cosecha: O lo que es lo mismo el corte, una vez la flor alcanza los estándares de calidad y de condiciones físicas como: altura, puntos florales, grosor de tallo, apertura de flor, entre otros (Yanchapaxi Jaime, Calvache Marcelo, Lalama Mario. 2010).
- Postcosecha: la cual es la encargada de empacar y clasificar las flores según los estándares de cada cliente, protegiéndolos y manteniendo las características de calidad hasta que el cliente los recibe (Yanchapaxi Jaime, Calvache Marcelo, Lalama Mario. 2010).
- Control Fitosanitario: Consiste en el constante monitoreo de plagas como: hongos e insectos principalmente y suministrar a las flores diferentes tipos de sustancias que ayudan a eliminarlos y controlarlos (Yanchapaxi Jaime, Calvache Marcelo, Lalama Mario. 2010). Se realiza durante todo el ciclo productivo de la flor.
- Riego y nutrición: Se trata de mantener una buena humedad en el suelo para que los nutrientes puedan ser absorbidos por las plantas. De no ser suficientes los nutrientes que ya tiene la tierra donde están las plantas se añaden más en forma solida o liquida (Yanchapaxi Jaime, Calvache Marcelo, Lalama Mario. 2010). Se realiza durante todo el ciclo productivo de la flor.
- Plantas madre. Selección de algunos especímenes de plantas con muy buenas características físicas las cuales son sembradas para reproducción sacando de ellas los esquejes información suministrada por la empresa.
- Compostaje y enriquecimiento de suelo: consiste en llevar a un área toda la parte de la planta que queda después del corte de la flor como: raíces y plantas pequeñas para su posterior triturado y puesta en descomposición. Este compost es mezclado con otras sustancias como: cales, aserrín y viruta de arroz o coco creando suelo enriquecido que a su vez es mezclado con el suelo de los invernaderos. Información suministrada por la empresa.

Para constatar esta información y ya que nos queríamos centrar en el Oriente Antioqueño, con ayuda de la Universidad Católica de Oriente se logró que la empresa Flores el Trigal S.A.S nos abriera sus puertas y brindara su colaboración para este trabajo. Flores el trigal S.A.S es una de las empresas más importantes del sector con tres fincas productoras y que se dedica principalmente al cultivo de crisantemo, el cual tiene un ciclo de producción de 10 semanas desde la preparación del suelo hasta su corte.

Para acercar el trabajo de investigación a las labores más problemáticas de la empresa, se tuvo un acercamiento con la empresa en donde se expresó por parte del personal administrativo en este caso jefe de producción Carlos Jaramillo y la jefa del área de Labores culturales Carolina Cadavid que

con el producto (flores) y que es responsable de su cuidado durante 9 de las 10 semanas que tarda su producción, es el área de Labores Culturales, la cual cuenta con 35 colaboradores y en la cual las operaciones se hacen de manera totalmente manual no teniendo ningún tipo de ayuda mecánica para la realización de las labores más que un alicate.

Por ello se investigó más a cerca del área de labores culturales. Se denomina labores culturales a la serie de actividades que se ejecutan para garantizar el éxito de un cultivo, e inclusive a las realizadas después de la cosecha, como la limpieza o saneamiento del suelo (Contreras José .2015). Para ceñirnos al contexto de la empresa, se indaga sobre las actividades que se tienen en esta área de labores culturales y que es para ellos labores culturales. Las labores culturales son aquellas actividades que se realizan para agregar valor a la plántula o para que no lo pierda durante el desarrollo y crecimiento.

El área de la empresa Flores el Trigal se compone principalmente de seis actividades, específicamente en el cultivo de crisantemo:

- Desbotonado: Se trata de extraer los botones florales que son, flores que aún no se desarrollan o se abren, según la especificación de cada especie para el mejor crecimiento de aquellos botones que quedan en la planta.



Figura 1. Botones florales y rosa abriendo. extraído de Olivero Mauricio, (2020).

- Desmalece: Se trata de erradicar todo el material vegetal que no sea el producto principal en producción.
- Luces y cortinas: Utilización de lámparas luz día para la imitación de la luz natural necesaria para el crecimiento de la planta ya que en el día la planta crece y en la noche florece, a más horas de luz tenga más largo será el tallo de la flor. La cortina ayuda a

separar las camas de flores que necesitan diferente número de noches de luz para un correcto crecimiento.

- Erradicación: Extracción de los tallos que florecen prematuramente ya que son plantas reproductivas sexualmente prematuras por condiciones genéticas y sin tener la altura necesaria para los estándares de calidad, que son de 60 cm a 1 metro dependiendo el cliente.
- B-NINE: Aplicación de químico que ayuda para el correcto crecimiento de la flor ayudando a engruesar el tallo se aplica en diferentes etapas de la flor y las veces que cada variedad exija para el cumplimiento de los estándares de calidad.
- Tutorado: Labores que se aplican a la cama donde la flor crece y se desarrolla, estas actividades son:
 - Subida de malla: Actividad en la que se va colocando la malla a 2/3 de la altura de la planta para evitar la flexión en los tallos se realiza 1 vez por semana.
 - Temple: Actividad donde se le da ajuste a la tensión de los alambres que actúan como el chasis o sostenimiento de las camas. Estos alambres pierden esta tensión debido a que sufren de dilatación debido a esfuerzos mecánicos por el peso ejercido por las plantas además de dilatación térmica por los constantes cambios de temperatura en los invernaderos.
 - Despegue: Actividad de primera subida de malla donde además de esta actividad se colocan los clavos de los horizontales en las chapetas. Los horizontales son un bastón cuadrado de madera de 2 pulgadas de lado que ayudan a que las camas mantengan el ancho necesario y evitan el daño mecánico en las flores y las chapetas son una ayuda mecánica que mediante traba ayudan a que la malla no se baje, la chapeta va introducida en la varilla.



Figura 2. Colaborador retirando horizontales y varillas con chapeta.
Elaboración propia.2020

- Instalación de varilla: Se coloca la varilla con una chapeta están serán las encargadas de sostener los horizontales a la altura vertical necesaria.
- Refuerzo: Se instalan varillas en los laterales de las camas para ayudar a evitar el movimiento de flexión en las plantas debido a el peso que se adquiere en las últimas semanas del ciclo productivo.
- Repaso de cortes: En las camas que están en proceso de corte debido al alto flujo de colaboradores las camas sufren caída de horizontales y de malla ya que el ciclo de corte dura 1 semana aproximadamente se realiza la labor para evitar daños mecánicos en los tallos o flores que aún quedan para corte.

Realizando un diagnóstico inicial en Flores el Trigal S.A.S se encuentran complicaciones en 3 actividades realizadas en las labores culturales las cuales no se encuentra una solución y se estudian más a profundidad. Las problemáticas de estas actividades son:

- Tiempos perdidos en la actividad de enderezar varillas para la labor de instalación y refuerce. Esta actividad no se debería realizar ya que no está contemplada en el cálculo de mano de obra, y demanda un tiempo aproximado de 2 minutos por cama. Es una actividad que apareció de manera repentina y no se sabe por qué, ya que antes no se realizaba y ya si ya que antes nos y usaban varillas si no bastones cuadrados de

madera de 2 pulgadas de lado y estos no se torcían, además con un gasto significativo de tiempo.

- Altas fatigas en los colaboradores después de la labor de temple debido a posiciones incómodas con muchos problemas ergonómicos. La fatiga se debe a la alta fuerza que se debe realizar en posiciones ergonómicas complejas, además de que cada cama tiene 3 alambres siendo una tarea repetitiva y de mucho esfuerzo físico el cual lleva a la acumulación de fatiga y a bajar el rendimiento de los colaboradores.
- Lesiones leves en los colaboradores al cargar las varillas para la labor de refuerce e instalación de varilla. En esta actividad se cargan sobre sus hombros hasta 18 varillas con un peso de 1.5 kilogramos cada una, las varillas tienen un largo de 1.6 metros y con la manipulación de las varillas sobre los hombros genera lesiones en los colaboradores.

Se inició una búsqueda bibliográfica tratando de identificar soluciones propuestas o implementadas en cultivos y que se puedan adaptar e implementar a los problemas encontrados en Flores el trigal S.A.S.

2. Estado del Arte

Se realizó una revisión bibliográfica de diferentes documentos sobre las mejores técnicas para los cultivos encontrando que: La elaboración de buenas técnicas de labores culturales en los rosales empezando por una buena reproducción de plantas que en el documento lo llaman técnica tradicional o de libre crecimiento. Seguido de buenas técnicas y prácticas de: Pinzamiento, corte de la yema, desbotone, descabece, desbrote, desyemado y poda, que son labores culturales propias solo de los rosales y las cuales llevan a ventajas como:

- Es una forma de programar producción sin recurrir a la siembra de nuevos esquejes.
- Se obtienen flores más grandes y de mejor calidad.
- Se obtienen tallos de mejor calibre o grosor.
- La producción se realiza en forma temprana o más rápido.
- Hay ahorro de costos.
-

Estas ventajas hacen más productivos y eficientes a los cultivos de rosas (Yong, Ania. 2004).

Otro estudio encontrado en el cual se evaluaron el desbotone del clavel en los diferentes estados del botón conocidos popularmente como botón 'arveja', 'garbanzo', 'barril', 'estrella', 'bala' y 'punto de corte'. Se escogieron 3 camas de cada estado, cada cama con 1,240 plantas sembradas y se les realizó el desbotonado en las diferentes etapas. Cuando llega el corte se miden las variables de producción total a primera cosecha y grados de calidad con los criterios de clasificación en postcosecha de longitud, vigor y torcedura de tallo.

Grados de calidad	Criterios de clasificación		
	Longitud (cm)	Vigor-débil (grados)*	Torcedura (índices)
Select	> 65	< 10	0
Fancy	55 - 64	10 - 20	1
Estándar	45 - 54	20 - 30	2
Nacional	< 44	> 30	3

*grados de desviación del tallo respecto a la horizontal.
Fuente: SAF (1981).

Figura 3. tabla de criterios de clasificación. extraída de (Arévalo Gabriel, Ibarra Daniel, Flórez Víctor. 2007).

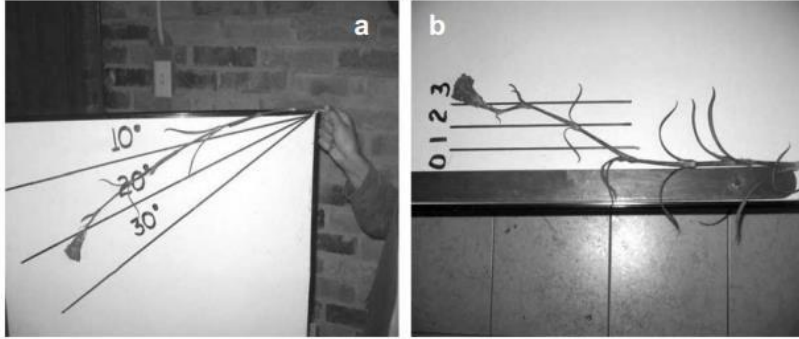


Figura 4. imágenes las pruebas realizadas. extraída de (Arévalo Gabriel, Ibarra Daniel, Flórez Víctor. 2007).

Se concluyó que el desbotone en los estados evaluados no influye significativamente en la producción total del clavel en la primera cosecha. Sin embargo, en la clasificación por grados de calidad, se encontraron diferencias significativas. El desbotone en botón 'arveja', 'garbanzo' y 'barril' mostró mayores promedios en el número de tallos grado 'select', mientras que el desbotone en botón 'estrella', 'bala' y 'punto de corte' reflejó mayores promedios para los grados 'Fancy' estándar y nacional. El desbotone en diferentes estados de desarrollo del botón principal afectó el número de tallos torcidos, sin aumentar significativamente el número de tallos débiles. El ensayo permitió definir que la etapa crítica para el desbotone son los estados de desarrollo del botón principal previos al estadio 'barril', pues pasado este punto disminuye la calidad del producto. (Arévalo Gabriel, Ibarra Daniel, Flórez Víctor. 2007).

En un estudio parecido se realizó un desbotone en diferentes semanas, específicamente en las semanas 17, 18, 19 y 20 de edad del cultivo del clavel. Se trabajó con las variedades Moonlight y Daniko, y para cada una se seleccionaron 16 camas sembradas con la misma semana, es decir 32 camas con una densidad de siembra de 1,140 plantas para un total de 36.480 plantas evaluadas. Se desbotonaron 2 camas en cada una de las semanas antes nombradas y se esperó a que cumpliera con el ciclo de las 34 semanas necesarias para el cultivo del clavel. Las variables evaluadas fueron:

- Semana de pico de producción.
- Números de tallos en cada semana desde la semana 22 hasta semana 34.
- Calidad final del producto.

Observando que a producción total de tallos en los cuatro tratamientos fue muy similar, ya que ninguno mostró diferencia significativa. La mayor producción de tallos fue entre las

semanas 5 y 6 para las dos variedades (Daniko y Moonlight) después de realizar la labor de desbotone, (semana 22 y 23 de edad de las plantas) reportando un dato de 831 tallos cama en promedio para la variedad Daniko y 743 para la variedad Moonlight. Y concluyendo que desbotonar en las semanas 17,18,19 o 20 no tiene diferencias significativas en el largo del ciclo de producción de la flor, por lo tanto, se puede desbotonar en cualquiera de las semanas y la flor estará lista para corte o cosecha la misma semana. (Mendoza María. 2019).

Se encontró otro estudio que se basa en el aumento de producción de maíz higuerrilla y calabaza para la producción de biocombustibles sin afectar la producción de alimentos en Oaxaca México, aumentando el aprovechamiento de los suelos y convirtiéndolos en suelos más eficientes. En el estudio se evalúan dos posibilidades, la siembra en callejones, que son espacios de suelo entre árboles frutales y la utilización de multiestratos en el suelo y sembrando las tres variedades juntas con separaciones de 75 cm. Una vez se cosecha, se calcula en promedio cuantos kg se logra producir de cada variedad por hectárea sembrada. Se encontró que con estas dos técnicas se tiene un aumento en la productividad, con mayor aprovechamiento del suelo, pero no existen diferencias estadísticas significativas en los resultados obtenidos con las dos técnicas aun que los números de la técnica de multiestratos son un poco más altos (Flores Azucena. 2012).

Otra posible nueva tecnología es la genética en la cual aíslan todos los genes del crisantemo. Los cuales son responsables de todas las características físicas y químicas de la flor y logran manipular conveniencia algunas de ellas mejorando aspectos como grueso del tallo y color de las flores creando incluso un nuevo color de crisantemo. (Su, J., Jiang, J., Zhang, F. et al. 2019). Esta tecnología representa altos costos debido a que se debe realizar en laboratorios especializados con personal calificado.

También se encontró el uso de drones en cultivos, que mediante cámaras multispectrales pueden detectar plagas y daños de manera más eficaz y rápida, lo cual se logra sobrevolando los cultivos con drones y tomando fotos de este y analizando las plagas que se ven con las imágenes multispectrales las cuales con el ojo humano solo se detectan de manera muy cercana con una inspección visual. Los trabajos de revisión fitosanitaria del cultivo se realizan de manera más ágil aumentando la eficacia y disminuyendo los costos de producción al disminuir la mano de obra necesaria para efectuar las mismas revisiones. Encontrando una solución tecnológica a un problema en el cultivo. (Chávez Marco. 2018).

Se encontró el experimento de evaluación de una nueva herramienta de corte de rosa que se diseñó en el centro de estudios de ergonomía de la pontificia universidad javeriana de Bogotá se hizo mediante electromiografía, la cual es una técnica de registro de la actividad muscular durante el desarrollo de una actividad o tarea, para analizar si había diferencias estadísticas significativas en las cargas musculares, usando herramientas tradicionales y esta nueva herramienta. Evaluando a 10 colaboradores de un cultivo de rosas cuando usaban la

herramienta tradicional y la nueva herramienta. Encontrando que no había diferencia y se generaban las mismas cargas musculares por lo tanto la herramienta desarrollada no se puso en ejecución (Barrera Jorge. 2009).

Algo similar se encuentra en otro estudio donde se evalúa el diseño de 3 herramientas tipo tijeras de corte en los cultivos de la sabana de Bogotá que ya existían en el mercado y eran las utilizadas en ese momento en los cultivos. Donde se le pregunta y se hacen diferentes tipos de encuestas a 20 colaboradores de que características de esos 3 diseños de tijeras eran los que más cómodas las hacían, además de observación de 2 colaboradores en la ejecución de la labor fijándose en diferentes áreas del cuerpo, en especial los miembros superiores y manos durante la ejecución de la labor de corte encontrando como resultado la clasificación de las mejores características de diseño que más cómodas hacen a los 3 diferentes tipos de tijeras que se utilizaban en los cultivos proponiendo un nuevo diseño al final reuniendo las mejores características encontradas tanto en las encuestas como en la observación realizada en campo. (Suarez Yadira. 2016).

Por último, se encuentra el diseño de una nueva máquina clasificadora de rosas donde con nuevas tecnologías con ayuda de sensores, utilizando estudios previos de algoritmos de aprendizaje y redes neuronales se construye y se prueba un prototipo totalmente funcional de una maquina clasificadora que clasifica 3 características: tamaño de la flor, ancho de la flor y largo del tallo con una efectividad del 80 % en la clasificación (Martínez, Hernandez, & Cárdenas, 2016). Es uno de los artículos más interesantes que presenta una solución real y funcional.

Una vez realizada la búsqueda bibliográfica para la solución de diferentes problemáticas en los cultivos de flor y observar que ninguna se adapta o ayuda con las problemáticas encontradas en Flores el trigal S.A.S, se desea evaluar y analizar posibles soluciones tecnológicas basadas en herramientas para los 3 problemas específicos identificados en las actividades de labores culturales de la empresa. Y se hace una pequeña investigación de como son las labores culturales en otros sectores como el de la papa y se decide con el asesor no incluirlo para no sobrecargar el trabajo.

3. Planteamiento del Problema

El déficit de ayudas tecnológicas o herramientas hacen que las actividades del área de labores culturales:

- Sean menos amenas para los colaboradores.
- Representen riesgos altos en la salud de los trabajadores y que conlleven a incapacidades y enfermedades laborales, debido a posiciones poco ergonómicas en la ejecución de estas.
- Tengan sobrecostos en la mano de obra por disminución del ritmo de trabajo debido a sobrecargas musculares en la ejecución de las labores.
- Perdidas no justificadas en el tiempo debido a la realización de labores no programadas.
- Genera desconfianza de los colaboradores frente a las empresas floricultoras provocando un alto cambio en el personal. Haciendo cada vez más difícil la atracción de nuevo talento a la empresa y el tener una mano de obra calificada en el área.

Encontrando 3 problemas principales que se deberán estudiar más a profundidad:

- ❖ fatigas acumuladas en el proceso de temple por sobre esfuerzos en la realización de la labor además de posturas ergonómicas no adecuadas durante la ejecución.
- ❖ Una ineficiencia en la labor de instalación y refuerce por la realización de enderezar la varilla la cual antes no se hacía ya que se usaba madera y no varilla corrugada.
- ❖ Sobre esfuerzos musculares al cargar más de 25 kilogramos en las varillas en la labor de refuerce.

Con todos los problemas antes mencionados provocan una falta de eficiencia y eficacia en el área de culturales afectando la productividad. Genera además problemas para la salud y seguridad del colaborador y un sobrecosto de mano de obra, por lo tanto, afecta el costo de producción del tallo. Haciendo al cualquier cultivo menos competitivo, sabiendo que cualquier ventaja es apreciada por los cultivos de flores se quiere hacer este estudio del proceso de Labores culturales analizando toda ayuda en la parte de SST costos y producción que ayude a mejorar o mitigar los problemas antes mencionados. Se interviene el área de labores culturales ya que es el área que se encarga de las plantas desde el momento de siembra hasta el momento de cosecha o corte, siendo responsable de las plantas durante la mayor parte de su proceso de producción (Rivera Mariela, 2015).

4. Justificación

La investigación se realizará debido a la necesidad que existe en los cultivos de flores, de ser lo más eficientes en un mercado cada vez más competitivo, Teniendo que:

- Mejorar la imagen empresarial y así evitar la alta rotación del personal ya que existe un grado considerable de dificultad, para encontrar nuevo personal. Esto representa entrenar a una nueva persona en los procesos de la empresa, bajando la eficiencia operativa, generando costos adicionales en los procesos o posibles accidentes laborales.
- Evitar la posibilidad de existencia de accidentes laborales debido a sobre esfuerzos por cargas excesivas musculares o posiciones ergonómicas no adecuadas al realizar las diferentes tareas del área de labores culturales.
- Disminuir la fatiga por cargas musculares acumuladas que tiene como consecuencia la disminución del ritmo de trabajo y con ello se disminuya la eficiencia de la labor aumentando con ello los costos del proceso.
- Eliminar procesos que no sean necesarios o agreguen valor y que solo lleven pérdidas de tiempo.

Por esta razón se quiere estudiar el proceso de Labores culturales y proponer mejoras que impacten la ergonomía, productividad, y se disminuya la deserción laboral de la empresa, a través de procesos más estandarizados con labores más cómodas y ergonómicamente correctos, con personal más cualificado y satisfecho con sus actividades diarias. Haciendo los cultivos empresas más eficientes eficaces por lo tanto más productivas.

5. Objetivos

5.1 General

Plantear soluciones ingenieriles para mejorar la ejecución de las tareas del área de labores culturales del proceso de tutorado en las actividades de templar, instalar verticales y reforzar.

5.2 Específicos

- Diagnosticar el proceso de labores culturales donde se identificaron las problemáticas de la labor en temas de salud y seguridad en el trabajo, productividad y costos.
- Plantear mejoras al proceso de labores culturales con el fin de mitigar problemas asociados a esta operación.
- Validar la implementación de las soluciones y evaluación de mejoras cuando sea posible.

6. Aspectos Metodológicos

La metodología utilizada se describe en la siguiente tabla.

Tabla 1. Metodología.

Ítem	Nombre	Justificación
Tipo de estudio	Descriptivo	El estudio describirá la situación actual del área de labores culturales de Flores el Trigo S.A.S buscando causas de las problemáticas y que efectos podría tener el no mitigar o eliminar las mismas.
Método de estudio	Observación	Se realizará un registro visual del área buscando y describiendo las problemáticas de Labores culturales registrado los datos de las problemáticas de manera clara y científica
	Análisis	Se realizará una búsqueda de las diferentes actividades que conforman las labores de Labores culturales y las causas de las problemáticas y cuáles son sus efectos para los colaboradores y la empresa.
Fuentes de información	Primarias	normas técnicas, trabajos de investigación y artículos científicos
	Secundarias	trabajos de investigación artículos científicos y manuales técnicos
Tratamiento de información	Operaciones	lectura, clasificación y análisis

A continuación, se presenta el diseño metodológico

Tabla 2. Diseño metodológico.

Objetivo Específico	Ruta metodológica	metodología o instrumentos	Marco teórico
Diagnosticar el proceso de labores culturales donde se identificaron las problemáticas de la labor	Se desarrolla la capacidad de reconocer	observación en campo.	Labores culturales
		medidas de tiempo con cronometro	Ergonomía

	estructura de labores cultural	estandarización del tiempo	metodología de diagnostico
		costeo de labor por cama	Estudios del método de trabajo
Plantear mejoras al proceso de labores culturales con el fin de mitigar problemas asociados a esta operación.	se fomentará la competencia de proponer planes de mejora que ayuden a mitigar las problemáticas.	búsqueda bibliográfica de soluciones	Soluciones de ingeniería
		búsqueda de restricciones de diseño	Diseño mecánico
		software de dibujo Cad	Dibujo grafico
Validación de la implementación de las soluciones y evaluación de mejoras cuando sea posible.	se aumentará la aptitud de saber si es correcto las decisiones tomadas para mitigar las problemáticas en el área de labores culturales.	observación en campo.	Labores culturales
		medidas de tiempo con cronometro	Ergonomía
		estandarización del tiempo	metodología de diagnostico
		costeo de labor por cama	Estudios del método de trabajo

La metodología está basada en 4 puntos:

1. Diagnóstico en campo del área de labores culturales, con el fin de identificar problemáticas asociadas con las actividades de esta labor. Se evaluaron las diferentes actividades en una matriz de factores que tengan una causa negativa o riesgo para la empresa. cuando tenían almenos uno de los factores, se reseñó para la investigación de una posible solución.
2. Revisión de literatura para identificar posibles soluciones planteadas para el área de interés y búsqueda de herramientas existentes en el mercado que ofrezcan ayuda mecánica en las labores donde se presentan las problemáticas manifestadas. La búsqueda bibliográfica se realizó en diferentes revistas científicas y trabajos de grados de universidades centrándose en universidades de zonas productoras de flor como son Bogotá y Quito, también apoyándose de la herramienta de Google Académico. Las herramientas se buscaron en bases de datos de empresas comercializadoras de herramientas especializadas para cultivos e industria agroindustrial.

3. Análisis de soluciones encontradas y su viabilidad de implementación. El análisis se lleva a cabo en los mismos factores de la matriz de riesgo evaluando si mitigan o eliminan ese riesgo o si existen otros factores de riesgos asociados a la solución. Demostrando así si son soluciones viables o no.

4. Análisis de la Implementación de las soluciones y evaluaciones de desempeño cuando sea posible. La implementación se hizo comprando las herramientas o prototipando los diseños de las posibles soluciones. Realizando pruebas en campo con situaciones reales, midiendo de nuevo tiempos comprobando el comportamiento de estos y encuestando a los colaboradores sobre la satisfacción al utilizar la posible solución, ya que son ellos los que ejecutan la labor y utilizan las herramientas.

7. Marco Teórico

A continuación, se presenta el marco teórico.

Tabla 3. MARCO TEORICO.

Marco teórico	descripción
Labores culturales	Se denomina labores culturales a la serie de actividades que se ejecutan para garantizar el éxito de un cultivo, e inclusive a las realizadas después de la cosecha, como la limpieza o saneamiento del suelo (Contreras José .2015).
Ergonomía	<i>Según la Asociación Internacional de Ergonomía</i> , la ergonomía es el conjunto de conocimientos científicos aplicados para que el trabajo, los sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona. <i>Según la Asociación Española de Ergonomía</i> , la ergonomía es el conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinar aplicados para la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando la eficacia, seguridad y bienestar.
Metodología de diagnostico	Diferentes técnicas d como realizar un correcto diagnostico (Rocha Nina. 2010).
Estudios del método de trabajo	El examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se esté realizando (OIT, 1996)
Soluciones de ingeniería	La resolución de problemas para el ingeniero normalmente implica diseñar algo. A veces el objetivo es crear un dispositivo, una estructura o un sistema para el beneficio de la gente. La solución que da un ingeniero puede ser un componente pequeño como la parte de una máquina. Puede tratarse del diseño de un edificio o un gran puente, o de un proceso para la fabricación de un producto. O bien puede ser el diseño de un sistema grande y complejo como alguno que posibilite proteger la vida del ser humano en el medio hostil del espacio exterior. (Deiana Ana, Granados Dolly, Sardella María, 2018)
Diseño mecánico	Históricamente, el proceso de diseño implicaba algún aspecto de tipo artesanal, que más tarde se transmitía por experiencia directa; por tanto, el proceso de diseño implicaba más arte que ciencia. Por ejemplo, se entrenaba a un herrero mediante el aprendizaje para diseñar y fabricar herramientas de metal. A su vez, tales herramientas podían ser útiles a un carpintero que de manera parecida fue entrenado para diseñar y construir estructuras de madera. (Deiana Ana, Granados Dolly, Sardella María, 2018).

Dibujo mecánico	Para comprender qué es un dibujo mecánico, primero debemos considerar cada término que compone la expresión por separado. Un dibujo es un trazo o una delineación que permite representar una figura. Lo mecánico, por su parte, puede vincularse a una máquina, un dispositivo o un mecanismo (Pérez Julián, Gardey Ana, 2017).
-----------------	--

8. Resultados y Discusión

8.1 Resultados del Diagnóstico

En primer lugar, se visita el cultivo acompañando los colaboradores en las diferentes actividades de labores culturales, para comprobar qué tipos de problemáticas se evidencian, además de las manifestadas por la empresa.

Se buscan los factores que afecten la producción del área, escogiendo 3, los cuales son:

- Factores de productividad (pro)
- Factores de costos (cost)
- Factores de seguridad y salud en el trabajo (sst)

Se realiza la matriz presentando los problemas encontrados

Tabla 4. Matriz de factores de riesgo

Problemática observada	Factor de riesgo			Descripción	Posible solución
	sst	ope	cost		
Lesiones leves en los colaboradores al cargar las varillas para la labor de refuerzo e instalación de varilla.	X	-	-	Cuando los colaboradores deben hacer la actividad de refuerzo de las camas e instalación de la varilla, deben transportar entre 12 y 18 varillas de 1.5 Kg y 1.5 m de largo en sus hombros y en la manipulación sufren pequeñas lesiones en su piel.	No encontrada a se deja pa análisis más profundo.
Pérdidas de tiempo en la ejecución de actividades al no tener una ruta clara ni conocer los tiempos invertidos en desplazamiento entre bloques en el cultivo	-	X	X	Los colaboradores no tienen una ruta de ejecución de las labores claras desplazándose entre bloques que se encuentran muy distantes, pasando por el lado de bloques que también deben intervenir generando pérdidas considerables de tiempos. cuando se pregunta a los supervisores cuanto debe ser el tiempo de desplazamiento entre dos bloques no se tiene conocimiento alguno de este.	Establecimiento de ruta optimizada y estandarización de tiempos de desplazamiento entre bloques.

Tiempos perdidos en la actividad de luces y cortinas ya que de desconocer la ubicación de cortinas negras disponibles	- <u>X</u> -	Se necesitan Cortinas negras en un bloque, pero los colaboradores no conocen la ubicación exacta de cortinas disponibles perdiendo tiempo en su búsqueda afectando la operación	Producción de un inventario que se actualice periódicamente
Altas fatigas en los colaboradores en la realización de la actividad de temple y posibles accidentes	<u>X</u> <u>X</u> <u>X</u>	Labor de temple es la que más fatiga provoca en los colaboradores bajando significativamente el ritmo de trabajo después de la realización de esta observándose también caídas en la realización de la labor	No encontrada se deja para análisis más profundo.
No se tiene ningún tipo de indicador de productividad	- <u>X</u> <u>X</u>	No se tienen indicadores que me ayuden con el control de mi proceso	Creación de un sistema de indicadores y estandarización del proceso
Pérdida de tiempo en la labor de enderezar varilla	- <u>X</u> <u>X</u>	Cuando debo realizar la labor de instalación de varilla o refuerce de las camas, se necesita la varilla y esta se encuentra con grados de flexión o como se conoce popularmente “están torcidas”. Esta actividad no se encuentra contemplada dentro del cálculo de mano de obra	No encontrada se deja para análisis más profundo.

Encontrando 3 problemas a los que no se le encuentra una posible solución de manera inmediata, se plantea un diagnóstico más a profundidad con el fin de buscar posibles soluciones. Las problemáticas se presentaron en el área de labores culturales, en el proceso de tutorado, en las actividades de: temple, instalación de verticales y refuerce de las camas. A continuación, se realiza una descripción más profunda de las actividades en las cuales se encontraron las problemáticas.

Templar: Se realiza en las semanas 4 y 6 o 7 del ciclo productivo que empieza cuando cada cama es sembrada según lo requiera la especie de la flor, se realiza para recuperar la tensión de los alambres de las camas de producción de la flor que se pierde debido a esfuerzos mecánicos y a dilataciones térmicas por cambios abruptos en las temperaturas de los invernaderos con diferencias de hasta 25 grados centígrados. Cada cama tiene 4 alambres de acero galvanizado anticorrosión. Los alambres se ubican a lo largo de la cama que tiene entre

30 a 33 metros según sea el espacio disponible en cada bloque o invernadero y tiene 1.35 metros de ancho, situando un alambre en cada extremo y los otros dos separados por 0.45 metros uno de otro contando desde el alambre del extremo. El alambre tiene calibre 10 (3.40mm *de* Ø) o 12 (2.77 mm *de* Ø) con colocación arbitraria según la disponibilidad de inventario que se tenga en el almacén, con buenos resultados en el uso de ambos calibres.

Los alambres se colocan como ayuda para dar rigidez y sostenimiento a la malla de la cama donde se siembran las flores siendo la columna vertical o chasis de la malla, con los alambres y la malla se evita daños mecánicos de flexión y torsión en las flores debido a su peso y al movimiento por viento o aspersión.

La actividad se realiza:

- Soltando el amarre o ajuste de cada alambre.
- Desenrollando las 3 vueltas del alambre en el horizontal recomendadas para evitar la pérdida de tensión.
- Se endereza el alambre colocándolo de la manera más recta posible.
- Se agarra con un alicate común y se hala hacia atrás en posturas ergonómicas dudosas lo máximo posible según la fuerza de cada colaborador.
- Con el alicate se da una vuelta al horizontal para evitar pérdida de tensión.
- Se suelta el alicate y con la mano se le dan otras dos vueltas enrollando el alambre en el horizontal.
- El alambre sobrante se enrolla sobre sí mismo y se hace un gancho o amarre para evitar que se suelte y perder la tensión brindando un mejor ajuste.
- Se comprueba que quede tensionando, tomando el horizontal y llevándolo hacia atrás halándolo lo más posible si el movimiento es mínimo casi imperceptible la tensión es adecuada.

La problemática observada consiste en las posiciones ergonómicas no adecuadas cuando se hala el alambre y la aparición de fatiga por los sobre esfuerzos realizados en la ejecución de la actividad.

Instalar verticales: Se realiza en la semana 2 del ciclo productivo, se realiza para sostener la malla a una altura vertical que varía según la semana del ciclo. Sostienen los horizontales como columnas soportando fuerzas de compresión por el peso de la malla, se instalan a lo largo de la cama variando en 10 u 11 varillas por cama según el largo de la cama, colocadas en el centro del ancho de 1.35 metros de la cama y cada 2.75 metros a lo largo poniendo la primera a 2.8 metros del pasillo central del invernadero. La varilla utilizada es una varilla corrugada de acero AISI-SAE 1011 un material flexible utilizada en la construcción para columnas y vigas, de ½ pulgada de espesor o 13mm con 1.5 metros de largo y un peso de 1.7 kilogramos. Se utiliza esta varilla debido a un gran número de posibles proveedores además de un costo bajo de solo \$1.000 COP el metro lineal aproximadamente.

Las varillas se colocan para darme una estructura de malla más rígida con posibilidad de varianza en la altura lo cual es necesario en el ciclo de producción y crecimiento de las flores evitando así los daños mecánicos dándome un mejor sostenimiento.

La actividad de instalar verticales cuenta con las siguientes acciones:

- Búsqueda y transporte de la varilla a la cama a intervenir.
- Enderezar varillas. (no se debería hacer no contemplado en el modelo de mano de obra)
- Repartición y colocación de la varilla junto a los horizontales a lo largo de la cama cada 2.75 m.
- Transporte hasta pasillo central y búsqueda de almádana de 4 libras.
- Desplazamiento a lo largo de la cama haciendo una parada en cada varilla.
- Fijar cada varilla clavándola 0.6 m quedando 0.9 metros por encima del nivel del suelo con la almádana.
- Comprobación con galga de cumplimiento de profundidad de clavado de la varilla.
- Desplazamiento hasta pasillo central.

La problemática consiste en la realización de una acción o actividad que es la de enderezar la varilla que no se hacía antes ya que se usaban listones de madera cuadrados de 2 in de lado que no necesitaban ser enderezados y no se tiene que contemplado en el cálculo de mano de obra. Al no estar contemplada en el cálculo genera sobrecostos e ineficiencia en el proceso invirtiendo tiempo de más en la actividad de instalación de varillas.

Reforzar camas: Se realiza en la semana 7 u 8 del ciclo productivo, se realiza para evitar flexión en los tallos debido al peso de las flores que finalizando el ciclo productivo es suficiente para tumbar una cama por completo. ya que los verticales soportan fuerzas de compresión, pero no son suficiente para soportar las cargas de flexión generadas en este momento del ciclo de producción. Por ello se instalan 18 a 20 varillas adicionales a las de la instalación según sea el largo de la cama en las mitades de la distancia entre los horizontales que es equivalente a decir que es la mitad de la distancia en donde ya están las varillas que se instalaron en la semana 2. Las varillas se colocan en pares en cada extremo de la distancia del ancho de la cama quedando con una distancia entre ellas de 1.35 metros. Se instalan ejerciendo mayor presión al lado contrario donde se observe que la cama se está flexionando, ayudándola a halar o tirar hacia el lado contrario de los posibles daños enderezando la cama.

Las varillas utilizadas son idénticas a las que se usan para la instalación se colocan finalizando el ciclo para evitar daños mecánicos dándole a la cama mayor estabilidad y resistencia a las fuerzas horizontales de flexión.

La actividad de reforzar cuentas con las siguientes acciones:

- Búsqueda y transporte de la varilla a la cama a intervenir.

- Enderezar varillas. (no se debería hacer no contemplado en el modelo de mano de obra)
- Repartición y colocación de la varilla junto en la mitad horizontales a lo largo de la cama cada 2.75 m llevando las 18 o 20 varillas según sea el caso y colocando una en cada extremo del ancho de la cama.
- Transporte hasta pasillo central y búsqueda de almádana de 4 libras.
- Desplazamiento a lo largo de la cama por un lado haciendo una parada en cada varilla y devolviéndose por el otro lado de la cama.
- Fijar cada varilla clavándola con la almádana de manera inclinada ejerciendo mayor presión al lado que se necesite.

La problemática observada consiste en el transporte de 18 a 20 varillas con un peso de 1.7 kilogramos lo cual no es recomendado para salud y seguridad en el trabajo y me genera fatigas por sobrecargas musculares en la realización de la labor.

Resultado del Diagnóstico Problema 1

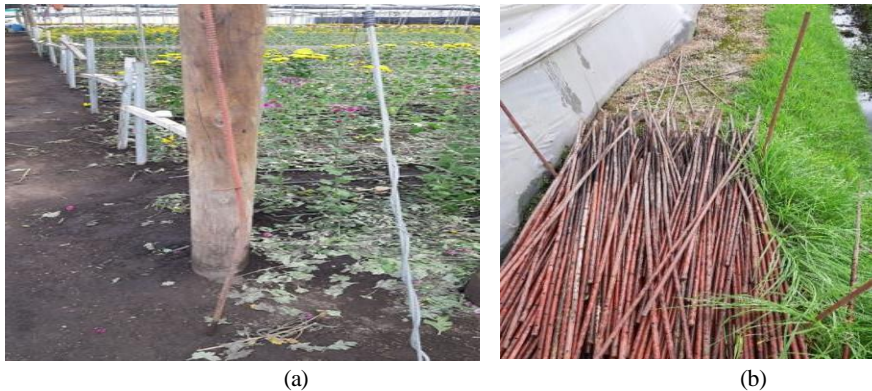


Figura 5. Situación de varillas en labores culturales. (a). Varillas torcidas; (b). Acopio de varillas. Elaboración propia.2020

En primer lugar, se quiere saber la causa raíz del problema, para ello se utilizó la herramienta de los 5 porqué encontrando con ella una posible causa raíz del problema.

1. ¿Por qué las varillas están torcidas? Debido a una fuerza aplicada de forma transversal a su longitud para poderlas sacar de la tierra.
2. ¿Por qué tienen que ejercer esa fuerza horizontal? Porque es la metodología que tienen actualmente para sacar la varilla de la tierra.
3. ¿Por qué es la metodología que se tiene actualmente? Porque no se tiene conocimiento de otra metodología o de algún aparato o herramienta que ayude con la extracción de la varilla.

4. ¿Por qué no se tiene el conocimiento de alguna metodología o aparato que ayude con la extracción? Porque, aunque se han realizado varias búsquedas no existe nada especializado que sea en específico para la extracción de varilla que esta clavada verticalmente en la tierra usada en cultivo de flores.
5. ¿Por qué no existe nada especializado que sea específico para la extracción de varilla que esta clavada verticalmente usada en cultivos de flores? Porque aún no se ha diseñado nada ni adaptado alguna herramienta que pueda funcionar.

Encontrando la causa raíz que es la forma en la que los colaboradores de preparación realizan la extracción de la varilla se procede a la observación.



Figura 6. Colaborador ejerciendo fuerza en cruz. Elaboración propia. 2020

Donde nos cercioramos de que efectivamente el trabajo se hace de manera manual sin que se utilice ningún aparato, dispositivo, máquina o herramienta que nos ayude a la realización de la labor y ejerciendo fuerzas en cruz horizontales, para liberar de presiones la varilla y poderla extraer de manera más fácil.

La consecuencia o efecto de no realizar ninguna acción para eliminar o mitigar el encontrar las varillas torcidas es: La pérdida de 2.33 minutos cama para la realización de una actividad la cual no está contemplada en el cálculo de mano de obra ya que, no se encuentra comprendido dentro del tiempo estándar de las actividades de refuerzo e instalación de varilla. Generando con esto una mala eficiencia en estas dos actividades y un déficit de personal requerido, en la programación de las labores.

La empresa manifiesta que en un día se realizan 50 camas de estas actividades por lo tanto tenemos un total 116.5 min o 1 hora y 56 min perdidas al día. lo que sería 1.94 horas hombre al día, por 6 días laborales que tiene la semana son 11.64 horas a la semana. El año tiene 52 semanas debido a eso se pierden 605.3 horas hombre al año.

Cada hora hombre tiene un costo para la empresa de \$6050 pesos colombianos información suministrada por la empresa. Al año se pierden \$ 3.661.994 COP.

Para encontrar el dato de los 2.33 minutos se utiliza la fórmula de tamaño de muestra con población finita:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * P * Q}{Z_{\alpha}^2 * P * Q + e^2 * (N - 1)}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra requerido.

N = tamaño de la población en este caso son las camas que se ejecutan en un día.

Z_{α}^2 = nivel de confiabilidad en nuestro caso del 95 % equivale a $z_{\alpha} = 1.96$

P = % de posibilidad de que un evento estudiado ocurra 50 % o 0.5

Q = 1-P = 0.5

he = % de error admisible 7% o 0.07

$$n = \frac{50 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.07^2 * (50 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 40$$

Este tiempo de 2 minutos en promedio se saca al medir un total de 40 camas como nos indica el tamaño de muestra, 20 con la actividad de refuerzo donde se enderezan 18 varillas y 20 con la actividad de instalación de varilla donde se enderezan 12 varillas resultados a continuación. Midiendo a una sola persona para esta actividad con un ritmo de trabajo de 100 % teniendo el tiempo de 2.03 min

Tabla 5. Medida de tiempos de actividad

Enderezar varillas en la actividad de	Tiempos medidos en min			
	1.89	2.16	1.9	1.54
Instalación	1.75	1.8	2.05	1.45
	1.52	2.14	1.96	1.85
	1.62	1.98	1.84	1.67

	2.35	1.89	1.78	1.75
	2.2	2.16	2.33	2.11
	2.22	1.8	2.05	2.18
Refuerce	2.15	2.44	1.96	2.23
	2.62	2.42	2.32	2.14
	2.35	2.12	2.23	2.12
	Promedio			2.03

Buscando en la tabla de suplementos de la O.I.T el suplemento aplicable a la actividad de enderezar varillas es de un 15 %. Y sabiendo que los tiempos para todas las pruebas es con ritmo controlado del 100% no teniendo que multiplicar el tiempo por el factor del ritmo de trabajo ya que es totalmente controlado.

Aplicando fórmula de tiempo estándar.

Tiempo normal + (Tiempo normal * suplemento) = Tiempo estándar

$$2.03 + (2.03 * 0.15) = 2.33 \text{ min}$$

Resultados Diagnostico Problema 2

Altas fatigas en los colaboradores después de la labor de temple debido a posiciones incómodas. la labor de temple es la que más fatiga provoca en los colaboradores bajando significativamente el ritmo de trabajo después de la realización de esta y siendo testigo de caídas que podrían ocasionar accidentes para la empresa.

Mediante observación en campo se desea encontrar por qué esta labor genera tanta fatiga y que consecuencias además de disminución en el ritmo de trabajo puede ocasionar. Se nota que la labor se realiza halando el alambre con un alicate común generando grandes cargas musculares en el colaborador, lo cual es una posible causa a la fatiga. Se aprecia que además las caídas son frecuentes y se pueden generar posibles lesiones en el túnel carpiano debido a posturas ergonómicas de las manos no adecuadas al hacer la labor. (Piñeda Aldo. 2013).



Figura 7. Colaborador realizando la labor de temple. Elaboración propia. 2020



Figura 8. Colaborador se cae realizando la labor de temple. Elaboración propia. 2020

Sabiendo que la seguridad y salud en el trabajo es lo más importante para cualquier colaborador y empresa, y debido a los posibles accidentes que se pueden causar por la realización de esta labor además de la fatiga que causa en los colaboradores. Se busco una posible herramienta que nos ayude a la realización de la labor.

La actividad de temple pertenece a la labor de tutorado y realizando la medición de eficiencia durante un día de trabajo se observa lo siguiente.

Usando la fórmula para la eficiencia sacada de (García Mario. 2016)

$$eficiencia = \frac{tiempo\ util}{tiempo\ total}$$

Donde tiempo útil es el tiempo que tengo disponible y el tiempo total es el tiempo empleado para la realización de la labor. Y para el cálculo del tiempo útil se calcula con la siguiente fórmula.

$$tiempo\ util = \frac{Tiempo\ estandar\ de\ labor\ por\ cama * numero\ de\ camas\ a\ intervenir}{colaboradores\ disponibles}$$

Tabla 6. Cálculo del tiempo útil

Labor	tiempo estándar por cama	Camas	colaboradores	tiempo útil
SUBIR MALLA	2.36	184	6	72.37
REFORZAR	6.27	100	6	122.21
REPASAR CORTES	1.15	90	6	17.25
SUBIR MALLA	2.36	115	6	45.23
REPASAR CORTES	2.36	152	6	59.85
REPASAR CORTES	1.15	12	6	2.30
REPASAR CORTES	1.45	136	6	32.87
TEMPLAR	2.35	60	6	23.50
REPASAR CORTES	1.15	18	6	3.45
REPASAR CORTES	1.15	18	6	3.45
INSTALAR	3.37	120	6	67.52
REPASAR CORTES	1.45	50	6	12.08

Tabla 7. Cálculo de eficiencia

Labor	Tiempo útil	Tiempo total	Eficiencia
SUBIR MALLA	72.37	61.00	118.6%
REFORZAR	122.21	124.00	98.6%

REPASAR CORTES	17.25	15.00	115.0%
SUBIR MALLA	45.00	45.00	100.0%
REPASAR CORTES	59.85	35.00	171.0%
REPASAR CORTES	2.30	2.00	115.0%
REPASAR CORTES	32.87	20.00	164.3%
TEMPLAR	23.50	40.00	58.8%
REPASAR CORTES	20.70	20.00	103.5%
REPASAR CORTES	20.70	20.00	103.5%
INSTALAR	67.52	95.00	71.1%
REPASAR CORTES	12.08	10.00	120.8%

Para verlo de manera más clara se presenta la anterior información en la siguiente grafica.

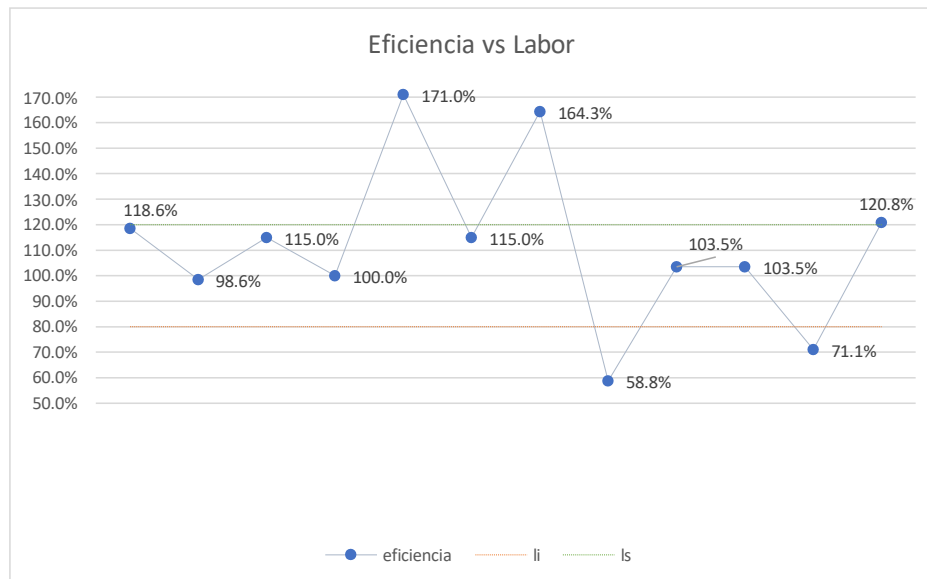


Figura 9. Grafica eficiencia vs labor. Elaboración propia. 2020

Se hace como grafico de control donde el límite inferior es 80% donde los costos por tallo empiezan a aumentar y no es factible para la empresa y el límite superior es 120% donde por encima de esa eficiencia existen problemas de calidad en la labor. Estudio realizado por la empresa.

En el gráfico vemos claramente como durante la labor de temple la eficiencia baja hasta 58.8 % y después de realizar la labor de temple la fatiga hace mella en el ritmo de trabajo de los colaboradores.

Resultados Diagnostico Problema 3

Lesiones leves en los colaboradores al cargar las varillas para la labor de refuerce e instalación de varilla. los colaboradores deben realizar la actividad de refuerce de las camas o instalación de la varilla, deben transportarlas a lo largo de las camas que tienen entre 32 a 35 metros de largo y Según sea la labor transportan 12 varillas para instalación o 18 varillas para refuerce. Cada varilla tiene un peso de 1.5 kilogramos un diámetro de 13 milímetros y un largo de 1.5 metros llevando 18 varillas llevan un peso sobre sus hombros de 27 kilogramos lo cual supera por 2 kilogramos el máximo peso en carga que puede llevar un colaborador que son 25 kilogramos (Segurmanía, 2019). Generando con esta situación un riesgo para los colaboradores.



Figura 10. Colaboradores distribuyendo varilla. Elaboración propia. 2020



Figura 11. Colaboradores regando la varilla. Elaboración propia.2020

Observando en campo que cuando intentaban sacar una varilla por el peso, por lo largo, o por la chapeta que se enredaba esta labor además de la fatiga por sobrecargas musculares genera lesiones en la piel de los colaboradores. Este tipo de lesiones no genera ausentismos, pero si molestias e inconformidades en los colaboradores.

8.2 Revisión de la Literatura y Búsqueda de Herramientas.

Se realiza una búsqueda en la literatura donde abordaran las 3 problemáticas que afligen la empresa, pero no se encuentra nada en específico. Después de la búsqueda bibliográfica se procedes a una búsqueda de herramientas, artilugios o máquinas que ayuden con las diferentes problemáticas que se encontraron en el diagnóstico o que se puedan adaptar para dar una posible solución y los resultados son:

Búsqueda de Herramientas para Problema 1

Se procedió con la búsqueda de alguna ayuda mecánica que podamos utilizar o adaptar para la actividad de sacar la varilla, y se encontró lo siguiente:

Las bombas de extracción mecánica de petróleo que consiste una varilla gigante sujetan a una leva muy grande que se propia adaptar a escala como un extractor de varilla para el problema en el cultivo.

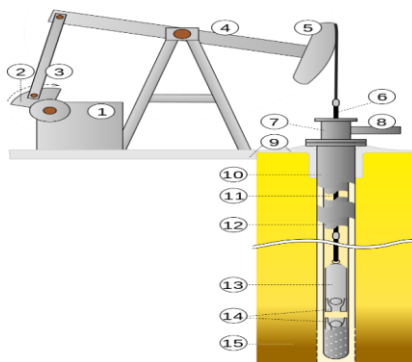


Figura 12. Bomba petrolera. Wikiwand, (2020).

Otra posible solución que se encontró es el arrancador manual de estacas. El cual utiliza el principio de palanca. Lo cual parece una posible solución viable.



Figura 13. Arrancador de estacas manual. Barros Balner (2018)

Búsqueda de Herramientas para Problema 2

En la búsqueda de herramientas se encontró la primera de las posibles soluciones.

El tensor de alambre cliplock el cual brinda una rápida solución ya que utiliza una llave con la que se genera palanca dándose una ayuda mecánica disminuyendo la fuerza que se debe ejercer para tensionar el alambre y a un sistema de traba que permite que la tensión no se pierda.



Figura 14. Tensor de alambre cliplock. Strainrite (2021)

La segunda posible opción es el tensor de torniquete el cual nos brinda también una ventaja mecánica brindando una posible solución a la problemática planteada.



Figura 15. Tensor de torniquete. Amazon (2020)

La tercera opción que se encontró es el tensor de alambre Agrofacil el cual con sistema de palanca brinca una posible solución para el temple de el alambre.



Figura 16. Tensor de alambre Agrofacil. Agrofacil (2020)

Se hace una búsqueda en campo visitando varios locales en los que trabajan con alambre como son cerrajerías, empresas de trabajos metalmecánicos talleres automotrices, pero no se encuentra nada que nos puedan ayudar. Para encontrar una posible solución que no estuviera de manera digital.

Búsqueda de Herramientas para Problema 3

La primera opción que encontramos son camiones transportadores los cuales su función precisamente el transporte de varilla con planchones adaptados para ello. Es una solución que se puede adaptar fácilmente como un caro autopropulsado.



Figura 17. Camión transportador de varilla. Kosmoat98 (2017)

Buscando algo más pequeño encontramos las carretas que pueden ser adaptadas para arrastrar con tractores como con los que cuenta la finca siendo también una solución viable.



Figura 18. Carretas arrastradas por cuatrimoto. Fullmaquinarias (2020)

Carreta manual. Que fuera más fácil de operar sin necesidad de ocupar un vehículo motorizado para el transporte de la varilla.



Figura 19. carreta manual. Herragro (2020)

8.3 Análisis de Soluciones y Viabilidad

El análisis de viabilidad está basado en los 3 factores de la matriz de riesgo: Seguridad y salud en el trabajo, productividad y costos. si la herramienta planteada logra solucionar el problema ya encontrado y no presenta problemáticas derivadas que afecten los 3 factores de riesgo.

Análisis de Soluciones y Viabilidad para el Problema 1

Analizando la bomba de extracción de petróleo, se encontró que existen limitantes: una es el peso que supondría este tipo de mecanismos agregando un nuevo problema en las dificultades de transporte de esta herramienta. Otra que debería ser demasiado grande para el espacio que se tiene de una cama que solo sería 1.2 metros de ancho. Esta herramienta no tiene un sistema de agarre y sujeción de la varilla de manera concisa, ya que en la bomba es por tomillo roscado el cual no tenemos en la varilla utilizada en el cultivo. Siendo una herramienta que no es viable completamente para el cultivo.

Analizando el arrancador de estacas: se ve una posible falla, que es un artilugio, que dependiendo los materiales de construcción puede pesar más de 5 kilogramos y un colaborador durante todo el día cargándolo a lo largo de 56 hectáreas que tiene el cultivo puede generar fatiga. Esto conllevaría al aumento significativamente de los tiempos de ejecución y sobrecargas musculares por transporte de la herramienta. Volviéndolo una solución no viable para el cultivo.

Análisis de Soluciones y Viabilidad para el Problema 2

Analizando el tensor de alambre cliplock se nota que la finca cuenta con 6.000 camas sembradas cada cama tiene 3 alambres necesitando uno en cada lado de la cama. Serían

necesarios 36.000 de estos tensores con un precio de \$ 3.500 pesos colombianos llevarían a una inversión inicial de \$ 126.000.000 COP no siendo viable para la empresa.

Analizando el tensor de torniquete con las 6.000 camas de la empresa utilizando 1 por alambre se necesitarían 18.000 de estos. cada uno tiene un precio de \$ 50.000 pesos colombianos con una inversión inicial de \$ 900.000.000 COP se convierte rápidamente en una opción inverosímil e imposible para la empresa.

Analizando el tensor de alambre agro fácil con un valor de \$190.000 COP necesitando solo 10 de estos se necesitaría una inversión inicial de \$1.900.000 COP siendo financieramente factible, pero presenta un problema técnico, el tensor está diseñado para el alambre de púa. El tensor necesita un apoyo en la punta superior y el alambre usado en las camas es alambre liso el cual no da el agarre necesario para la utilización de este tensor.

Análisis de Soluciones y Viabilidad Problema 3

La opción del camión transportador por su tamaño no es viable en el cultivo dentro de los invernaderos.

La opción de una carreta impulsada con tractores o algún tipo de vehículo no es viable debido a el tamaño para transitar por los caminos entre las camas de solo 28 cm y si se soluciona ese problema la empresa lo que desea es mantener sus emisiones de gases contaminantes al mínimo descartando usar un vehículo de combustión interna se busca la posibilidad de un vehículo eléctrico, pero no es viable por su alto costo.

La opción de la carreta manual tiene una limitante y es que el camino entre las camas es de solo 28 cm. No siendo una opción viable para el cultivo de flores

8.4 Análisis y Evaluación de Implementación.

Análisis y Evaluación de Implementación de la Solución Planteada para el Problema 1

Al no encontrar nada en las búsquedas hechas a través de la red se hizo una nueva búsqueda a la antigua con una búsqueda en campo. Visitando diferentes obras de construcción tanto de edificios como de carreteras para averiguar cómo manipulan ellos la varilla y si tienen alguna herramienta especial para esa labor no encontrando nada en ellos. Se visitan también talleres metalmecánicos, talleres mecánicos de maquinaria agrícola y finalmente un taller de chapa y pintura automotriz donde se evidencia una posible solución viable.



Figura 20. Martillo de contrapesa sacador de abolladura. Elaboración propia. 2020



Figura 21. Sistema de contrapesa. Elaboración propia. 2020

Como vemos en las imágenes anteriores es una maquina o herramienta que con una pequeña contrapesa de 400 gramos es capaz de sacar abolladuras en las chapas de los autos. Siendo así una solución factible con poco peso que pueda ocasionar fatigas en los colaboradores. quedando aun un problema por resolver el agarre de la varilla y esta vez la solución la encontramos en un taller mecánico automotriz donde se ve la sujeción de tornillos con una herramienta que llaman “hombre solo” que no es más que unos alicates de cierre de presión.



Figura 22. Hombre solo. recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Pinzas_de_presi%C3%B3n .2020

Y aunque son herramientas viables para la utilización en el cultivo por separado no dan ninguna solución viable. La solución tendría que unir estas dos herramientas y se hace con la ayuda del software de dibujo CAD inventor, se procede al diseño donde se unan las dos partes tanto el hombre solo como el martillo de contrapesas dando así una posible solución al problema 1. Tiempos perdidos en enderezar varilla para la labor de instalación y refuerce.

Solución planteada para problema 1.

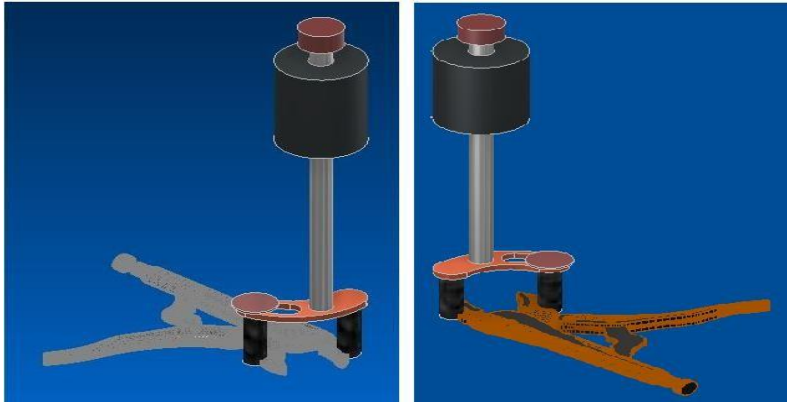


Figura 23. Dispositivo para sacar varilla. Elaboración Propia. 2020

Uniendo las dos ideas, se le coloca al hombre solo dos barras soldadas a un soporte tipo bisagra pintado de naranja y se une al sistema de contrapesa ayudando a sacar la varilla de manera vertical. Evitando así las torceduras en la varilla pesando menos de 1.5 kilogramos es un diseño experimental con un costo inferior a 60.000 pesos colombianos. Se hace de manera digital para hacer una presentación a la empresa y disminuir costos en prototipos. Presentando así el diseño de una posible solución. Este diseño no se lleva a prototipo debido

a que la empresa no cuenta con torno y los proveedores que manejan aun que se le envían los planos del diseño tienen una lista de espera de 6 meses para entregar los pedidos.

Análisis y Evaluación de Implementación de la Solución Planteada para el Problema 2

Se hace una búsqueda de nuevo en campo visitando varios locales en los que trabajan con alambre como son cerrajerías, empresas de trabajos metalmecánicos talleres automotrices, pero no se encuentra nada que nos puedan ayudar.

Se hizo una reunión con el jefe de producción y la jefa del área de labores culturales, preguntándoles que restricciones tendría una herramienta para la labor de temple donde nos manifiestan las siguientes restricciones de diseño.

- Debe ser ligero con un peso menos a 2 kilogramos si se tiene que trasladar.
- No puede agregar elementos móviles que se deban extraer en de las camas en cada ciclo productivo.
- Debe poder disminuir el tiempo estándar de la labor que son 2.26 minutos.
- Debe disminuir los riesgos ergonómicos y de seguridad y salud en el trabajo.
- No debe causar daños en los tallos de las flores.
- Debe ser de fácil uso.

Teniendo las restricciones se pasa al planteamiento de un diseño de herramienta que nos pueda colaborar a mitigar la problemática y que cumpla las restricciones. Con ayuda del software de dibujo CAD inventor.



Figura 24. Diseño prototipo herramienta de temple. Elaboracion propia.2020

Siendo esta una posible solución, se pasó a la realización del prototipo y a el análisis de las mejoras en campo.



Figura 25. Prototipo herramienta de temple después de la actividad. Elaboración propia. 2020



*Figura 26. Colaborador realizando el temple con la herramienta. Elaboración propia.
2020*

Como se observa en la figura 26 la barra inferior de la herramienta no soporta las fuerzas del alambre provocando en ella flexión. se mejora el diseño adaptándola para la utilización de los horizontales que ya se utilizaban en el cultivo quedando finalmente como se muestra en la siguiente imagen.



Figura 27. Prototipo final herramienta de temple. Elaboración propia. 2020

Quedando finalmente el prototipo el cual disminuye el tiempo de 2.26 minutos a 1.57 minutos. El tiempo de 2.26 es el tiempo estándar que tiene la empresa para la labor de temple y el tiempo de 1.6 minutos es el tiempo promedio que se sacó para comparar el tiempo utilizando la herramienta de temple. Se le pidió a cada uno de los 6 colaboradores que probará la maquina y templara la cama tomándoles el tiempo, repitiendo al final la actividad con los 6 colaboradores nuevamente, tiempos presentados en la tabla 2. Se les pregunta a los colaboradores la satisfacción con la herramienta donde manifestaron, una satisfacción al disminuirles enormemente las cargas musculares que debían hacer antes para templar comparadas a las que hacen después con la herramienta de temple.

Tabla 8. Tiempos de temple medidos en minutos

Colaborador	Prueba 1	Prueba 2
1	1.53	1.63
2	1.56	1.68
3	1.54	1.55
4	1.51	1.59
5	1.58	1.61
6	1.47	1.59
Promedio	1.57	

A partir del primer trimestre del 2021 Flores el Trigal S.A.S se encontrará en el proceso de implementación de la herramienta de temple de manera paulatina a toda la finca.

Análisis y Evaluación de Implementación de la Solución Planteada para el Problema 3

Se hace una visita de campo visitando de nuevo ferreterías almacenes talleres y se encuentra la solución en un almacén de cadena de un centro comercial donde utilizan carritos para transportar grandes cargas y acomodarlas.



Figura 28. Carrito para transporte. Mecalux (2020)

Siendo este de un ancho de 65 cm es demasiado ancho para las camas del cultivo por lo tanto recurrimos al software de dibujo Cad para plantear un posible diseño que inspirado en este carrito nos ayude a dar solución a la problemática planteada. Pero antes de empezar con el posible diseño debemos primero conocer las diferentes restricciones y deberes.

1. El ancho máximo es de 28 cm que sería el ancho mínimo del camino entre las camas.
2. Llevar una carga igual a 18 varillas.
3. El alto máximo es de 80 cm con ruedas para evitar daños en las flores.
4. Tener la capacidad de 27 kilogramos con un factor de seguridad de 1.5 en total debe ser capaz de llevar y soportar 40.5 kilogramos.
5. Ser capaz de dar estabilidad y que no se vuelque de manera fácil para evitar daños en las camas y posibles accidentes.
6. Ayudarnos a disminuir el tiempo para poder que sea un proyecto autofinanciado con un retorno en menos de 2 años de la inversión de los vehículos o carros.
7. Ser lo más ligero posible para evitar fatigas.
8. Mejorar la ergonomía y dar la postura correcta en el momento de ser usado.

Una vez conocidas las restricciones y deberes a realizar por el vehículo o carro de transporte de varilla se pasa a el diseño. Realizando en un principio una lluvia de ideas con ayuda de personal de la empresa como: los colaboradores, supervisor y jefe de área. Reuniendo las mejores ideas se presentó el diseño que cumplía con todas las restricciones. Adjunto planos al final.

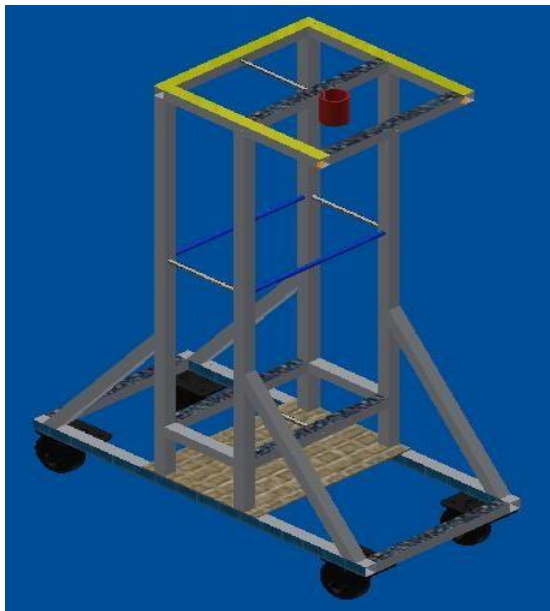


Figura 29. Presentación del diseño del vehículo de transporte de varilla. elaboración propia .2020

Una vez presentado el diseño y es aprobado se pasa a desarrollar el prototipo. Se realiza una búsqueda de los mejores materiales y métodos de realizarlo.

Proceso de construcción o desarrollo

El material escogido y que se usó en el diseño es tubo cuadrado de 3/4 de pulgada de lado y 1/48 pulgadas de espesor de pared. Debido a la facilidad de poderlo comprar en una ferretería local además de ser ligero, tener la resistencia mecánica necesaria en el vehículo y su bajo costo. Las ruedas que se escogieron son llantas estándar compradas en la ferretería, el material de la rueda es caucho sintético natural similar al usado en las llantas de los tractores para un mejor agarre y estabilidad del vehículo. Que aun que se ven pequeñas se utilizan para el prototipo debido a la facilidad de comprarlas en una ferretería local.



Figura 30. Proceso de construcción del vehículo, elaboración propia (2020). (a). Ensamble inicial; (b). Prototipo del vehículo de transporte de varilla; (c). Prueba de resistencia y estabilidad del carrito

Desarrollando el prototipo se hicieron cambios al diseño inicial mejorando el peso del vehículo dejándolo en tan solo 5.3 kilogramos. Los cambios realizados son la eliminación de los refuerces laterales y el cambio de material en los soportes de la varilla de barras de acero a Zamak. La soldadura elegida es tipo MIG por resistencia y estética al dejar menos bordes filosos. Inicialmente se hacen pruebas de estabilidad y resistencia con un saco o bulto de arena de 20 kilogramos las cuales el vehículo supera con facilidad. Una vez realizada la prueba se lleva a hacer nuevas pruebas en campo ya en condiciones reales de trabajo.



Figura 31. Pruebas de campo del vehículo de transporte, elaboración propia (2020)

Durante las pruebas en campo se encuentran algunas anomalías, por la distribución dentro del carro de las varillas, de diseño que son corregidas rápidamente.

Logrando al final mejorar con el vehículo los esfuerzos debido a cargas, lesiones en la piel de los colaboradores al no tener cerca del hombro las varillas ayudando en seguridad y salud en el trabajo, se reduce notablemente la fatiga en los colaboradores. Se ayuda en la ergonomía del colaborador, ya que a lo largo de la jornada laboral las cargas creaban fatiga y ello llevaba a malas posturas en los colaboradores lo cual podría generar enfermedades laborales a largo plazo.

Se ayuda a mejorar los tiempos de ejecución lo que demuestra la disminución de la fatiga. Como se muestra en los ensayos hechos en campo con el carro con un total de 20 camas a las que se les tomo la muestra realizando el trabajo de manera manual y 20 muestras que se le tomo la muestra con el carrito o vehículo

Se tomaron 40 muestras ya que se utiliza la fórmula de tamaño de muestra con población finita:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * P * Q}{Z_{\alpha}^2 * P * Q + e^2 * (N - 1)}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra requerido.

N = tamaño de la población en estas casi camas que se ejecutan en un día.

Z_{α}^2 = nivel de confiabilidad en nuestro caso del 95 % equivale a $z_{\alpha} = 1.96$

P = % de posibilidad de que un evento estudiado ocurra 50 % o 0.5

Q = 1-P = 0.5

he = % de error admisible 7% o 0.07

$$n = \frac{50 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.07^2 * (50 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 40$$

Que ya habíamos calculado en el problema 1 da exactamente lo mismo al tratarse de las mismas actividades con la diferencia que esta vez se tomaron 20 camas que se aran de manera manual y 20 camas que se hicieron con el vehículo de transporte.

Tabla 9. Comparativa de tiempos

TIEMPOS EN SEGUNDOS MUESTRAS		
MUESTRA	MANUAL	CON VEHICULO
1	119	111
2	125	101
3	106	112
4	128	117
5	121	72
6	107	118
7	120	101
8	119	71
9	114	86
10	117	81
11	124	114
12	108	77
13	111	123
14	140	103
15	107	90
16	136	89
17	118	67
18	115	79
19	123	91
20	129	75
Suma	1878	2387
Promedio	93.9	119.35

Vemos como en promedio se reducen un total de 25.45 segundos por cama utilizando el vehículo. En promedio por datos suministrados por la empresa se les instala varilla a 300 camas a la semana, por lo tanto, el ahorro semanal es de 7.635 segundos lo que es equivalente a 2.12 horas semanales. Como en la floristería el trabajo es continuo las 52 semanas al año eso lleva a un ahorro de 110.30 horas al año. Lo que también nos ayuda que el flujo del proceso de labores culturales se vea aumentado aumentando las camas semanales que puedo intervenir en una semana son más con el mismo personal.

Cada hora tiene un costo para la empresa de \$ 6.050 COP. Información suministrada por la empresa.

$110.30 \times \$ 6.050 = \$ 667.315$ COP de ahorro al año.

Cada vehículo o carro tiene un costo de \$ 120.000 COP son necesarios un total de 6 carros para los 6 colaboradores del área lo que tendría un costo de \$ 720.000 COP. Cumpliendo el requerimiento de que generara retorno en menos de 2 años, se logra en solo 1.08 años. Solo por tiempos de ejecución sin tener en cuenta los otros beneficios que son más difíciles de medir como la disminución de fatiga por cargas musculares las mejoras en la ergonomía y la disminución de posibles accidentes al llevar cargas pesadas en terrenos inestables.

Durante los ensayos se nota otro intangible como es el aumento de confianza institucional, el aumento de moral de los colaboradores y el aumento del sentido de pertenencia ya que ellos notaron que la empresa intento con este vehículo hacerles más ameno y agradable el puesto de trabajo. Ayudando a la empresa a mejorar su imagen.

Conclusiones

Maquinas simples ayudaran en el futuro de manera significativa si las empresas en especial el sector agroindustrial colombiano le apuesta más a la innovación. Ya que es un sector competitivo cualquier ventaja ayudara a ser más exitosas a las empresas colombianas. La agroindustria colombiana y en especial los cultivos de flores que son uno de los sectores más importantes tienen muchas oportunidades de mejoras para todas las ramas de la ingeniería.

Las herramientas planteadas ayudan a mejorar las problemáticas encontradas siendo una posible solución recomendando hacer más pruebas para mejorarlas aún más. Viendo como en este estudio los pequeños cambios hacen grandes cambios con: ahorros de tiempo, mejoras de imagen, de eficiencia, de salud y seguridad de los colaboradores entre otras ya vistas en los resultados.

El cambio cultural en los colaboradores es un factor principal ya que se tiene la resistencia a hacer las cosas de manera diferente siendo uno de los principales obstáculos para las investigaciones en campo, los ensayos y pruebas teniendo que generar un cambio cultural primero antes de intentar implementar nuevas maneras de ejecución de las labores o implementación de tecnología.

Toda empresa que apueste por la innovación en cualquier nivel del ciclo productivo va a ser empresas mas competitivas y en las cuales el crecimiento se va a dar de manera más rápida ayudando a la empresa a situarse en el mercado de manera más concisa y concreta.

Recomendaciones

Se recomienda a Flores el Trigo S.A.S y a todo el sector floricultor del oriente antioqueño abrir un centro de investigación y desarrollo de nuevas herramientas para volver a todo el sector más competitivo. Realizando nuevas investigaciones y desarrollos en pro del conocimiento y de ayudar todos los implicados en el sector. Mejorando la seguridad y salud de los colaboradores la ejecución de las labores y con ello la eficiencia y eficacia de los procesos volviéndose más productivas cada vez.

Referencias

1. Pardo María, (2019) *Metroflor en el oriente antioqueño*. Artículo de revista. Metroflor editorial. Rionegro Antioquia, Recuperado de <https://www.metroflorcolombia.com/metroflor-en-el-oriente-antioqueno/>
2. Procolombia, (2019) *¿Cómo funciona el sector floricultor en Colombia?*, Bogotá. Página web: Recuperado de <https://www.colombiatrader.com.co/noticias/como-funciona-el-sector-floricultor-colombia#:~:text=En%202018%20las%20exportaciones%20totales,toneladas%20m%C3%A1s%20frente%20a%202017>
3. Sectorial grupo, (2018) *Floricultura genera cerca de 130 empleos*. Artículo de revista. Bogotá. Recuperado de <https://www.sectorial.co/informativa-flores/item/162465-floricultura-genera-cerca-de-130-mil-empleos>
4. Sepúlveda María (2014) *Análisis de eficiencia técnica y estudio de casos en los cultivos de flores de la Sabana de Bogotá*, Pensamiento & Gestión, núm.36, enero-junio, 2014, p. 291-326. Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/646/64631418011.pdf>
5. Timana Javier, Urbano Duberley (2013) *Caracterización de labores culturales y estado fitosanitario del cultivo de durazno prunus pérsica en el municipio de palestina huila*. Proyecto de grado presentado para optar por el título de Agrónomo. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Pitalito. Recuperado de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/1400/Proyecto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. Chávez Marco (2018) *Mejoramiento de la productividad mediante la implementación de drones en el cultivo de flores de verano y rosas en el grupo esmeralda ecuador*. Proyecto de grado. Pontificia universidad católica del Ecuador. Quito. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17026/MEJORAMIENTO%20DE%20LA%20PRODUCTIVIDAD%20MEDIANTE%20LA%20IMPLEMENTACION%20DE%20DRONES%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20FLORES%20DE%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. Suarez Yadira (2016) *Caracterización de pautas de diseño de tijeras usadas por mujeres que realizan el corte de rosas en cultivos de flores en la sabana de Bogotá*. Tesis para magister en ingeniería industrial. Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito. Bogotá Colombia. Recuperado de <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/1439/1374>
8. Fernández Alicia, Marrero Virginia, Salgado Julia M; Cruz Mercedes, Igarza Alberto, Hernández María I; Calzada Vladimir, Rajme Yamir (2008) *Recomendaciones técnicas para la producción y comercialización de flores de corte*. Manual. La Habana, Cuba. Recuperado de <https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/agronomia/rparaflores.pdf>

9. Rivera Mariela (2015) LABORES CULTURALES Guía para mantener un huerto orgánico y saludable. Manual. Fundación Alternativas. Sopocachi, La Paz – Bolivia. Recuperado de https://alternativascc.org/wp-content/uploads/2018/05/labores-culturales_web-1.pdf
10. Veiga de Cabo, Jorge, Fuente Díez, Elena de la, & Zimmermann Verdejo, Marta. (2008). Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 54 (210), 81-88. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2008000100011&lng=es&tlng=es.
11. Rocha Nina (2010) DISEÑO DE UNA METODOLOGIA DE DIAGNOSTICO PARA EMPRESAS PRODUCTORAS DE FLORES TROPICALES Y FOLLAJES EN EL EJE CAFETERO. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/11052851.pdf>
12. Deiana Ana, Granados Dolly, Sardella María (2018) EL MÉTODO INGENIERIL, Libro de introducción a la ingeniería química, universidad de San Juan, Recuperado de <http://www.fi.unsj.edu.ar/assignaturas/introing/ MetodoIngenieril.pdf>
13. Pérez Julián, Gardey Ana. (2017) Definición de dibujo mecánico, Recuperado de <https://definicion.de/dibujo-mecanico/>
14. Segurmanía, (2019) *Manipulación manual de cargas, ¿cuáles son los pesos máximos recomendados?* País Vasco: recuperado de <http://www.segurmaniazurekin.eus/lecciones-seguridad/manipulacion-manual-de-cargas-cales-son-los-pesos-maximos-recomendados/#:~:text=Si%20se%20est%20C3%A1%20sentado%2C%20el,desfavorables%2C%20mayores%20de%203%20kg>.
15. Historial crediticio, (2020) *Salario por hora de trabajo en Colombia 2020*, Recuperado de <https://www.historialcrediticio.net/guias/salario-colombia/>
16. Sánchez Dora (2008) *Manual de cultivo y manejo de heliconias y follajes nativos e introducidos*. Manual. Convenio sena-humboldt. San José del Guaviare. Recuperado de <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31280/08-07-366-0153PS-Anexo1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
17. Yong, Ania (2004) *Técnicas de formación y manejo del rosal*, Cultivos Tropicales, vol. 25, núm. 4, 2004, p. 53-60. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193225911005.pdf>
18. Yanchapaxi Jaime, Calvache Marcelo, Lalama Mario (2010) *Elaboración de un manual técnico-práctico del cultivo de rosas (rosa sp.) para exportación*. Tesis para la obtención de título como ingeniero agrónomo. Universidad central de Ecuador. Quito-Pichincha. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/320387356_Cultivo_de_Rosas_para_Exportacion

19. Arévalo Gabriel, Ibarra Daniel, Flórez Víctor (2007) *Desbotone en Diferentes estadios de desarrollo del botón floral en clavel estándar (Dianthus caryophyllus L.) var. Nelson*, Agronomía Colombiana vol. 25, núm. 1, p. 73-82, 2007. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a09.pdf>
20. Mendoza María (2019) *Evaluación del efecto de cuatro momentos de la labor de desbotone sobre el ciclo de dos variedades de clavel (dianthus caryophyllus l.): daniko y moonlight en la empresa scarlett's flowers s.a.s de la sabana de Bogotá d.c.* Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Agrónomo. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Zipaquirá. Recuperado de <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/28233/1/35198420.pdf>
21. de Almeida Fernando, Gonçalves Guilherme, Arzuaga Jorge, Torres de la Noval Walfredo, Cabrera Juan, Hernández Alberto. (2015). *Principales problemáticas que afectan el desarrollo del cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.) en diferentes municipios de la provincia Huambo, Angola.* Cultivos Tropicales, Vol.36, núm. 4, p.100-107. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000400013&lng=es&tlng=es.
Citado como de Almeida Fernando, et al (2015)
22. Flores Azucena (2012) *Análisis de tecnologías agroforestales (Cultivo en callejones y multiestratos) con higuera, maíz y calabaza en Zaachila, Oaxaca.* Tesis. Universidad autónoma de Chapingo. Chapingo Texcoco México. Recuperado de http://repositorio.chapingo.edu.mx:8080/bitstream/handle/20.500.12098/571/mcad-fcap_12.pdf?sequence=2&isAllowed=y
23. Turrent Antonio, Cortés José, Espinosa Alejandro, Hernández Ernesto, Camas Robertony, Torres Juan, Zambada Andrés (2017) *MasAgro o MIAF ¿Cuál es la opción para modernizar sustentablemente la agricultura tradicional de México?* Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 8, Núm. 5, 2017 p. 1169-1185. Recuperado de <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/116/110>
Citado como Turrent Antonio, et al. (2017)
24. Barrera Jorge (2009) *Evaluación experimental de una herramienta de corte de rosas prototipo Desarrollada en el centro de estudios de ergonomía.* Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá Colombia. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7313/tesis310.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
25. Martínez Freddy, Hernández David, Cárdenas Pedro (2015) *Máquina clasificadora de flores: diseño y construcción.* Revista Colombiana de tecnología de avanzada. Vol. 1, Núm. 27 de 2016 p. 40-45. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Freddy_Martinez_Quinones/publication/30336

- [9806 Flowers classification machine Design and Construction/links/576999fd08ae7d2478cd870f/Flowers-classification-machine-Design-and-Construction.pdf](https://9806.Flowers-classification-machine-Design-and-Construction/links/576999fd08ae7d2478cd870f/Flowers-classification-machine-Design-and-Construction.pdf)
26. Bolo Maurice (2006) Knowledge, Technology and Growth: The Case Study of Lake Naivasha Cut flower Cluster in Kenya. Thesis. World Bank Institute. Kenya. Recuperado de https://dlwqxts1xzle7.cloudfront.net/31118898/Knowledge_Technology_and_Growth_The_Case_Study_of_Lake_Naivasha_Cut_flower_Cluster_in_Kenya.pdf?1365823843=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DKnowledge_technology_and_growth_the_case.pdf&Expires=1611361922&Signature=HsZfQ25CRacpzV19b3oBs78W5AIEf6defAOQYpEjuHGW2vvE4HyIDCO4rGa1K5xvOYmEZg9e65KBvl86fJvwMHRk1sjdPNP4KhMMfTPZGw0SqaIghncLbGRPNCU5UXvj6Py-YcOosW75ceNlm-9W1Hmua9eV5AKgB1MzgNWJDkryBT02KIHQa3MGnfdkiyEf3okQUWHPTIa12UawypcyTRZh94UO52u8fomNrRTV3284e-4qHQWofvzWb7grfh~UGEyZiMWZun9H~5uLyO8ciPKOIhFIJ-yxWmhcc1Cw0pt6dbhioOF3bAdrRag~Ee57CsWKPmx~2LM2YSDeD55jCQ_&Kev-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
27. Su, J., Jiang, J., Zhang, F. et al. (2019) *Current achievements and future prospects in the genetic breeding of chrysanthemum. a review*. Horticulture Research vol. 6, num. 109 (2019). Recuperado de <https://www.nature.com/articles/s41438-019-0193-8#citeas>
28. Contreras José (2015) Labores culturales. Página web. Recuperado de <https://agroietal3.wordpress.com/labores-culturales/>
29. Jiménez Liudmila. (2015). *El cultivo de la Dalia*. Cultivos Tropicales, vol.36, núm. 1, p. 107-115. Recuperado de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000100014&lng=es&tlng=es.
30. Beleño Jairo, Cantillo Milena, Rodríguez Marilyn (2009) *Estudio de factibilidad de producción y exportación de flores exóticas amigables con el medio ambiente en la ciudad de Santa Marta*. Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gerencia Financiera. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta. Recuperado de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/1689/T164.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
31. Piñeda Aldo (2013) *EL TÚNEL CARPIANO: Riesgo ergonómico en trabajadoras de cultivo de flores*. revista ingeniería, matemáticas y ciencias de la información publicación del centro de investigaciones de la corporación universitaria republicana. Vol.1, núm. 1 de 2014 p. 15-24. Recuperado de <http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/218/253>
32. García Mario (2016) *Medición de productividad en el área de corte y muestras de supply s. a de c.v*. Trabajo de grado. Tecnológico nacional de México. Villa de Álvarez. Recuperado de

<https://dspace.itcolima.edu.mx/bitstream/handle/123456789/233/MARIO%20ALBERTO%20GARCIA%20ALARCON.pdf;jsessionid=z910tnre2bf91whvbr270is6b?sequence=1>

33. Ferreras Alberto, Díaz Jaime, Oltra Alfonso, García Carlos (2017). *Manual para la prevención de riesgos ergonómicos y psicosociales en los centros de atención a personas en situación de dependencia*. Manual. Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV). Valencia España. Recuperado de [http://ciapat.org/biblioteca/pdf/1104-Manual para la Prevencion de los riesgos ergonomicos y psicosociales en los centros de atencion a personas en situacion de dependencia.pdf](http://ciapat.org/biblioteca/pdf/1104-Manual_para_la_Prevenccion_de_los_riesgos_ergonomicos_y_psicosociales_en_los centros_de_atencion_a_personas_en_situacion_de_dependencia.pdf)
citado como Ferreras Alberto, et al. (2017)
34. Olivero Mauricio, (2020) Revista Metroflor [Fotografía] Extraído de <http://www.metroflorcolombia.com/tag/rosas/>
35. Wikiwand, (2020) Pagina web, [Fotografía] Extraído de <https://www.wikiwand.com/es/Petr%C3%B3leo>
36. Barros Balner (2018) video YouTube, [Fotografía] Extraído de <https://www.youtube.com/watch?v=avGx15kaEjw>
37. Strainrite (2021) catalogo web, [Fotografía] Extraído de <https://strainrite.es/product/cliplock-wire-strainer/>
38. Amazon (2020) catalogo web, [Fotografía] Extraído de <https://www.amazon.es/Torniquete-Inoxidable-Alambre-Colador-Tensi%C3%B3n/dp/B081RWJ96Y.2020>
39. Agrofácil (2020) catalogo web, [Fotografía] Extraído de <https://www.agrofacil.co/producto/tensor-de-alambre-agrofacil/>
40. Kosmoat98 (2017) página web, [Fotografía] Extraído de <https://www.istockphoto.com/es/foto/camiones-de-superficie-plana-acarreo-varilla-a-un-sitio-de-construcci%C3%B3n-gm860217836-142151975>
41. Fullmaquinarias (2020) catalogo web, [Fotografía] Extraído de <https://fullmaquinarias.com.pe/page?sid=77&id=172>
42. Herragro (2020) catalogo web, [Fotografía] Extraído de <https://www.herragro.com/shop/inicio/112-carreta-900-ligera.html>
43. Mecalux (2020) catalogo web, [Fotografía] Extraído de <https://www.logismarket.es/creaciones-marsanz/carro-para-transporte-y-preparacion-de-pedidos/2509555846-p.html>