



**Estudio de tiempos y movimientos para la máquina tallo a tallo en la empresa
bouquetera Flores Isabelita**

David López Gaviria

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Agroindustrial

Asesor

Carlos Mario Llano Ortiz, Magíster (MSc)

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Agroindustrial

El Carmen de Viboral, Antioquia, Colombia

2022

Cita	(López Gaviria, 2018)
Referencia	López Gaviria, D. (2018). <i>Estudio de tiempos y movimientos para la máquina tallo a tallo en la empresa bouquetera Flores Isabelita</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, El Carmen de Viboral, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Biblioteca Seccional Oriente (El Carmen de Viboral)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla

Jefe departamento: Lina María González Rodríguez

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen	5
Introducción.....	6
Objetivos.....	8
Marco teórico.....	8
Métodos y tiempos:.....	8
Estudio de tiempos con cronómetro.....	10
Metodología.....	10
Descripción de la situación actual	11
Proconas.....	12
Trolleys	13
Recepción JQ	14
Tinción	15
Cuarto Frio.....	16
Label	17
Alistamientos	18
Modelo de producción en células	19
Modelo de producción en Armado Banda	21
Modelo de producción en la máquina tallo a tallo	22
Empaque y despacho.....	25
Observaciones encontradas.....	25
Máquina tallo a tallo	25
Estado del arte	27
Resultados y análisis.....	29
Piloto de estandarización del orden de tirado del tipo de flor en la máquina tallo a tallo	36
Conclusiones.....	37
Recomendaciones	38
Agradecimientos.....	40
Referencias bibliográficas	40

Lista de Figuras

Figura 1.	Diagrama de flujo del proceso	11
Figura 2.	Foto de una procona.	12
Figura 3.	Trolleys para el transporte de los ramos.....	13
Figura 4.	Área de recepción de la materia prima.....	14
Figura 5.	Área de tinción de la flor.....	15
Figura 6.	Área de cuarto frío, donde se almacena la flor.....	16
Figura 7.	Área de preparación de la flor.....	18
Figura 8.	Sistema de producción en células.....	19
Figura 9.	Sistema de producción en armado banda.	21
Figura 10.	Sistema de producción en la máquina tallo a tallo.	22
Figura 11.	Empaque y despacho del producto terminado.	25
Figura 12.	Trolley modificado	31
Figura 13.	Kanva actual de los trolleys.....	32
Figura 14.	Lugar establecido para el surtido.....	32
Figura 15.	Desplazamiento del Goalkeeper para surtir.....	33
Figura 16.	Propuesta lineal de surtido.....	33
Figura 17.	forma de surtido actual.	34
Figura 18.	Forma propuesta de surtido.	35

Lista de gráficas

Gráfica 1.	Datos registrados de los tiempos muertos.....	29
Gráfica 2.	Porcentajes de los tiempos muertos registrados.	30

Estudio de tiempos y movimientos para la máquina tallo a tallo en la empresa bouquetera flores Isabelita

Resumen

La máquina “tallo a tallo” es uno de los modelos de producción que se tiene en Flores Isabelita, la cual en teoría debería ser el más eficiente debido a los volúmenes de producción que se pueden tener. Los tiempos muertos son la principal causa de los bajos rendimientos de este proceso, por lo que es de gran importancia caracterizarlos y cuantificarlos, de esta forma poder generar planes de acción que permitan reducirlos.

Se llevó a cabo un estudio de tiempos y movimientos que permitió identificar los factores más relevantes que causaban tiempos muertos, así se pudo buscar alternativas que volvieran el modelo más productivo. Se encontró que la falta de flor (28%), el cambio de ramo (17%), el surtido (13%) y la hidratación (7%) fueron los aspectos más relevantes que reducían la productividad. Como planes de acción se realizó un proyecto piloto donde se creó un estándar para el tirado del ramo, lo cual generó una disminución del tiempo de espera que se tiene en el cambio de tipo de ramo que pasó de una espera en promedio de 3.76 minutos a 1.25 minutos aproximadamente, reduciendo la espera un 67%. Por otro lado, un cambio en la forma del surtido logró reducir el desplazamiento y una modificación en los trolleys con la utilización de un tercer piso logró el aumento en la capacidad de carga de los carritos en un 50%, aprovechando más el espacio y reduciendo los tiempos improductivos causados por la falta de agua.

Palabras Clave: tiempos muertos, proyecto piloto, productividad, estándar.

Introducción

Flores Isabelita S.A.S es una empresa que se especializa en la elaboración de ramos de flores o bouquets, los cuales son comercializados en Estados Unidos, encargándose de toda la logística que esto conlleva. La materia prima son los tallos de flor, los cuales compra a otras empresas productoras, tanto de oriente como de otras partes de Colombia.

Los procesos que se tienen en la empresa se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Recepción y compra de la materia prima. (en este caso, primero reciben la materia prima y después de inspeccionarla proceden con su compra por motivos de calidad)
- Almacenamiento en cuarto frío.
- Alistamiento.
- Producción o manufactura.
- Empaque y despacho.

El proceso de calidad se lleva a cabo en todos los procesos, garantizando que la flor esté en óptimas condiciones para que al cliente final le llegue en las condiciones deseadas.

De forma más específica a la hora de recibir la materia prima, primero se verifica que esta cumpla con los parámetros de calidad y se hace un conteo del número de tallos que ingresa. Si esta todo en orden, se procede con la compra de la flor, luego se clasifica según variedad de flor y se deja en hidratación por dos horas, posteriormente, se guardan en cajas termoformadas, se etiquetan, se cargan al inventario y se almacenan en cuarto frío a una temperatura de 4 °C aprox.

Respecto al proceso de producción, un equipo de planeación se encarga de estipular la producción para el otro día, según la demanda. Al otro día, con las órdenes generadas por el equipo de planeación, se empiezan a sacar las flores de cuarto frío y pasan al proceso de alistamiento donde desencapuchan los ramos de flor, quitan cauchos, defolian los tallos y reparten la flor a su respectivo centro de producción, los cuales se dividen en armado en células, armados banda y máquina tallo a tallo (estos centros de producción más adelante se describirán a profundidad) y por último se tiene el empaque del producto y el despacho.

El modelo de armado de ramo es algo muy artesanal, pues requiere de una persona en una mesa de trabajo donde separa las variedades de flor que necesita y va armando el ramo con las indicaciones de la receta, la cual especifica las variedades y el número de tallos por variedad que este lleva. Este modelo es conocido en la organización como armado en células y cada célula está conformada por 14 mesas de trabajo y estas tienen una banda transportadora que se encarga de llevar toda la producción a un colaborador que se encarga de ir agrupando la producción según las órdenes de producción para su posterior empaquetado y etiquetado.

La máquina “tallo a tallo” es básicamente una banda transportadora que se encarga de facilitar la elaboración del ramo, para esto se distribuye a lo largo de esta a los colaboradores para que cada uno ponga una cierta variedad de flor, dependiendo de las indicaciones derivadas del área de diseño y así ir formando el ramo. Lo anterior, disminuye significativamente el tiempo para elaborar un ramo de flores. El promedio esperado en células por persona, es el procesamiento de 500 tallos como mínimo por hora y en la máquina tallo el tallo es de 600 tallos por hora; por lo tanto, en una jornada laboral de 8 horas, la diferencia sería de 800 tallos por persona que representa unos 114 ramos (7 tallos) más.

El inconveniente es que en esta máquina se presentan muchos tiempos muertos que bajan el rendimiento de la misma, por lo tanto es de suma importancia caracterizar estos tiempos improductivos y cuantificarlos para poder sacar métricas que permitan tomar decisiones para que la producción llegue a su máxima capacidad. Para esto se requiere tomar mediciones temporales de dichos paros y especificar la causa, para más adelante tener métricas y tomar decisiones con hechos y datos.

Objetivos

Objetivo general

- Realizar un estudio de tiempos y movimientos de la máquina tallo a tallo en la empresa Flores Isabelita S.A.S con el fin de caracterizar los tiempos muertos, generando planes de acción que permitan minimizarlos.

Objetivos específicos

- Tomar tiempos muertos generados durante la operación.
- Clasificar y caracterizar los tiempos muertos.
- Realizar planes de acción con el fin de minimizar los tiempos muertos durante la operación.

Marco teórico

Métodos y tiempos:

El estudio de tiempos y movimientos es una técnica de la ingeniería industrial que busca aumentar la productividad de las organizaciones, eliminando en forma sistemática las operaciones que no agregan valor al proceso y se constituye en la base para la estandarización de los tiempos de operación. (Castiblanco & Aguirre, 2016)

El estudio de tiempos y movimientos es el análisis sistemático de los métodos de trabajo empleados en una actividad productiva y se realiza con el fin de:

- Desarrollar las mejores secuencias y sistemas.
- Normalizar dichos sistemas y métodos.
- Determinar el tiempo necesario para que una persona calificada, y convenientemente entrenada, realice cierta tarea u operación, trabajando a marcha normal.
- Ayudar a la capacitación de operarios, siguiendo el mejor método. (Vélez, Montoya, & Oliveros, 1999)

Para el desarrollo de un mejor método de trabajo, se acude al método sistemático o científico, en el cual se define el problema por solucionar, se analiza, se plantean las posibles soluciones y se imparten las recomendaciones para la puesta en práctica del método ideal. (Vélez et al, 1999)

En la normalización del nuevo método, se procede a diseñar una serie de instrucciones con la finalidad de que su puesta en marcha resulte lo más fácil posible. El estudio de tiempos y movimientos tiene entonces como meta, encontrar el método ideal o lo más cercano a ello y que pueda ser empleado realmente, denominado el método preferible.

Existen diversas técnicas para el estudio de tiempos, las más conocidas son:

- Sistema de estándares de tiempos predeterminados (PTSS por sus siglas en inglés).
- Estudio de tiempos con cronómetro.
- Estándares de tiempo de fórmulas de datos estandarizados.
- Estándares de tiempos por muestreo de trabajo.
- Estándares de tiempos de opiniones expertas y datos históricos.

Cada una de ellas tiene su propia metodología. En este caso se ha optado por la metodología de estudio de tiempos con cronómetro, debido a que es una de las técnicas más usadas para realizar estos estudios.

Estudio de tiempos con cronómetro

El estudio de tiempos con cronómetro es la técnica más común para establecer los estándares de tiempo en el área de manufactura. El estándar de tiempo es el elemento más importante de información de manufactura y a menudo el estudio de tiempos por cronómetro es el único método aceptable tanto para la gerencia como para los trabajadores. El estudio de tiempos con cronómetro fue concebido en 1880 por Frederick W. Taylor y fue la primera técnica utilizada para establecer estándares de tiempo de ingeniería. (Andrade, Del Río & Alvear, 2019)

Los estudios de tiempos y movimientos pueden reducir y controlar los costos, mejorar las condiciones de trabajo y entorno. (Meyers, 2000) Por lo tanto constituye un factor fundamental a la hora de aumentar la productividad.

Metodología

Primero se llevó a cabo una toma de datos, en el cual se registraron los tiempos muertos que se generaban durante la operación de la máquina tallo a tallo. Para esto se usó un cronómetro y se fueron registrando los datos en una tabla de Excel, donde se especificaba el día, la hora, el tiempo de duración (en una celda los minutos y en otra los segundos, luego en otra se sumaban ambas en minutos para tener el total en minutos) y por último la causa del paro o tiempo muerto. Lo anterior generó unos datos que permitieron categorizar los tiempos muertos, mostrando que causas eran las más relevantes con la ayuda de un gráfico de barras.

Una vez identificada las causas más relevantes, se procedió a buscar una solución mediante la metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) que disminuyera estos tiempos muertos.

Descripción de la situación actual

En la **figura 1**. se muestra el proceso general que se lleva a cabo en la operación de flores Isabelita desde que reciben la flor hasta su despacho.

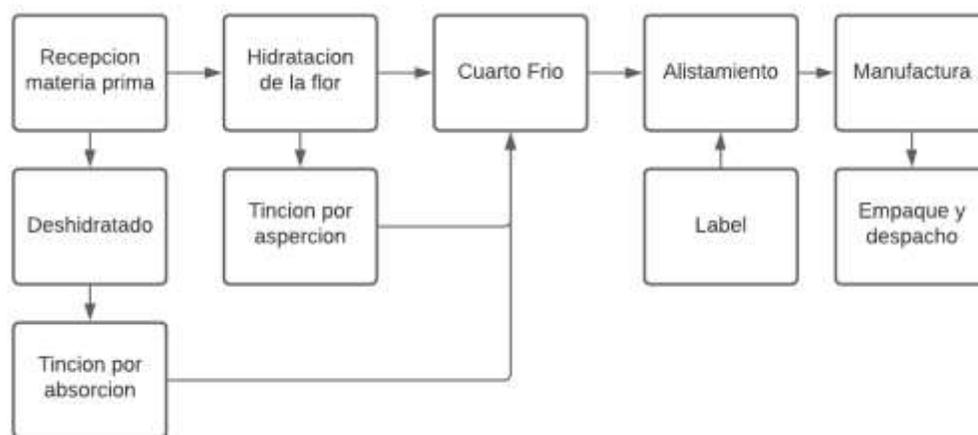


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso. Fuente: elaboración propia

Antes de hablar de los procesos es importante conocer los siguientes elementos que están muy relacionados con el transporte de la materia prima y del producto final y se nombran en la descripción de cada una de las áreas.

Proconas



Figura 2. Foto de una procona. Fuente propia

La *figura 1* es una ilustración de una procona, en la cual se deposita la flor y los ramos ya terminados. Su función es facilitar el transporte de las flores o ramos. Para transportar rosas, las proconas deben de tener agua, garantizando así la hidratación de la flor, al igual que el producto terminado a la espera de ser empacado. En teoría los ramos deben de pasar dos horas hidratándose antes de ser empacados, cosa que en la práctica no se cumple a cabalidad. Se ha observado que en ocasiones la flor que se corta de los alistamientos queda muy larga, de tal modo que algunos tallos sobresalen más de lo normal y esto puede causar un daño de los mismo, pues los espacios son reducidos y si pasa un carro con flor por el lado puede ocasionar daño en la flor.

Trolleys



Figura 3. *Trolleys para el transporte de los ramos.*

El trolley permite mover varias proconas con flor o el producto terminado, contiene tres niveles y en cada nivel caben 8 proconas. En la práctica solo se usan dos pisos, debido a que el tercero está muy alto para que una persona promedio pueda cargar y descargar proconas. Deben ser empujados por una persona para que se genere el desplazamiento y se tiene una zona específica para ubicarlos, ya sea para ir sacando la producción de los distintos modelos o para esperar el tiempo de hidratación para su posterior empaque. Se ha observado que hay unos trolleys muy desajustados que se tambalean a la hora de realizar el desplazamiento, además de oxidados y de tener ruedas en mal estado, lo cual implica un mayor desgaste para la persona que tiene que empujar el Trolley debido a que tiene que aplicar más fuerza para poder realizar el trabajo.

A continuación, se tendrá una descripción más detallada de los procesos que se realizan en la planta.



Figura 4. *Área de recepción de la materia prima.*

Es un espacio donde se recibe la flor, proveniente de un cultivo que es vecino de la bouquetera. La flor llega en baldes sobre una garrucha y se le realiza un proceso de inspección, asegurando que no tenga problemas fitosanitarios. Luego esta flor pasa a un proceso de hidratación donde se deja la flor en baldes con agua por un tiempo de 2h, los cuales van montados sobre trolleys para optimizar el espacio. Una vez hidratada la flor se procede a guardar en cajas termoformadas y se pasa a cuarto frío. A su vez se registra la flor en el sistema de inventario.

Se han presentado varios incidentes con la garrucha que transporta la flor, pues esta se desplaza sobre un cable metálico y en ocasiones el sistema de rodamiento se desprende de la línea causando el desplome, si bien los operarios de esta garrucha y el personal que trabaja en esta área poseen casco de protección para evitar posibles lesiones hay una sección de esta

área que queda cerca de un alistamiento y allí el personal no tiene estos elementos de protección. Por fortuna solo han sido incidentes, pero existe un riesgo que se debe de minimizar.

Tinción



Figura 5. *Área de tinción de la flor.*

Hay flores que requieren ser tinturadas, por lo tanto, hay un área que se encarga de realizar este proceso. Se tiene dos formas para realizar la tinturación de las flores, las cuales son: aspersión y absorción. En el proceso de aspersión se rocía la flor con la pintura por medio de un aspersor y se deja secar por unos 15 minutos para su posterior empaque e ingreso al cuarto frío. El proceso de absorción consiste en dejar la flor en agua, la cual tiene un colorante y esta por medio de la capilaridad de la solución y los capilares de las plantas (xilemas y floemas) se encargan de distribuir el colorante por la flor, pigmentando los pétalos de las flores que naturalmente son de color blanco. Para este proceso previamente se debe deshidratar la flor en un cuarto donde la temperatura es de 34°C y se deja allí por una hora, luego se debe

de dejar la flor una hora en hidratación y así absorbe una mayor cantidad de agua con colorante presentando una mejor pigmentación. También una vez cumplido el tiempo, se procede a integrar al sistema de inventario y al cuarto frío para su almacenamiento.

En esta área se tiene un sistema de extracción de aire que retira parte del material particulado que se genera a la hora de pintar la flor por el método de aspersión. Se ha notado que este sistema no es efectivo debido a que en ocasiones se puede observar un tipo de niebla generado por las microgotas de pintura. Hay que resaltar que solo los pintores tienen mascarillas que cubren el rostro completamente y los demás colaboradores que se encuentran próximos a los pintores usan solo la mascarilla de tela.

Cuarto Frío



Figura 6. Área de cuarto frío, donde se almacena la flor.

Es un cuarto que mantiene una temperatura entre 3 y 4°C, esto para conservar la flor y prolongar su vida útil. Maneja un sistema de inventario que se conoce como FIFO, el cual por sus siglas en inglés indica “*First in, First out*”, y se puede traducir como “primero en

entrar, primero en salir”. Este sistema ayuda a que exista una buena rotación de la flor. Se tiene dos cuartos fríos, uno para almacenar la flor como materia prima y otro para almacenar el producto terminado, a la espera de ser despachado. Dentro del cuarto frío se lleva a cabo el “*peaking*” de la flor, proceso en el cual un colaborador se encarga de buscar la flor necesaria para cada orden de producción, luego lleva las cajas al Kanba (lugar preestablecido y demarcado para indicar el posicionamiento y ubicación de los objetos en la planta) de los alistamientos.

Uno de los aspectos a mejorar dentro del cuarto frío es que la búsqueda de flor se realiza de forma visual, es decir hay unos espacios para cada tipo de flor y se debe de leer unas etiquetas las cuales dicen la variedad y la cantidad de flor que hay en cada caja o bañera. Actualmente existe una tecnología de rastreo por radiofrecuencia la cual, permite encontrar la caja que se desea de forma mucho más rápida y con un mínimo de error a equivocarse; además, permite un mejor control y manejo del inventario.

Label

En esta área se realiza todo el proceso de colocar la etiqueta a cada capuchón que cubrirá cada ramo, también se encargan de suministrar los picks decorativos, las ruanas (papel o tejido decorativo) y la comida (minerales para las flores cuando estén en el florero del cliente final) necesaria para cada orden de producción, en general el material necesario que no sea flor.

Alistamientos



Figura 7. *Área de preparación de la flor.*

En esta área, se encargan de preparar la flor para que sea más fácil el armado del ramo, especializando así labores. Dentro de este proceso se tiene una persona que se encarga de ir pasando las cajas donde viene la flor a otra persona que se encarga de retirar los capuchones con las que estas vienen de los cultivos que las producen, luego se pasa a otro colaborador que se encarga de cortar la flor a una medida determinada, después se le retiran los cauchos que agrupan la flor en ramos de a 10 tallos y se introducen a una máquina que se encarga de retirar las hojas, la cual se conoce como máquina defoliadora. Hay que tener en cuenta que no todas las flores se pueden pasar por esta máquina, hay unos tipos de flores que el defoliado se debe de hacer de forma manual, Por último un colaborador se encarga de poner la flor en los carritos de transporte para después ser enviados al centro de producción.

Modelo de producción en células



Figura 8. *Sistema de producción en células.*

Las células son un grupo de 14 mesas donde se arma el ramo, se corta y se encapucha a mano. En cada mesa hay una persona a la cual se le suministra la flor necesaria para que cumpla con una orden de trabajo, la cual especifica en la receta las indicaciones de este mismo. Hay un rol que se encarga de mantener las mesas con trabajo y se le denomina “patinador”.

Se agrupan de a dos células, de forma tal que una vaya en un sentido y la otra en el otro, así en el medio de estas pasa una banda transportadora que se encarga de llevar las proconas con los ramos terminados una zona donde se va surtiendo los trolleys para posteriormente pasarlos a empaque.

Este es un modelo donde se espera una producción mínima de 500 tallos/h/persona, no sale tan productivo en comparación con los otros modelos mecanizados debido a que la

persona debe de realizar muchas más labores o movimientos evitando que se tenga una especialización de estos mismos.

Hay personas que son capaces de producir más de 1000 tallos/h y son considerados como armadores de élite. Este rendimiento se saca con las órdenes que realizó durante el día y se divide por el número de horas de la jornada de trabajo.

Se observa que en este modelo de producción hay mucho movimiento de personas, pues hay un rol cuya función es distribuir proconas con agua a cada una de las 14 mesas, esta persona debe permanecer en constante movimiento para asegurar que no falte las personas con agua. Otro rol se encarga de mantener surtidas las mesas con flor, es decir que no les falte trabajo a las mesas, también está en constante movimiento pendiente de que en las mesas no falte la flor. Está el rol de líder que debe de estar pendiente de la línea de producción y se encarga de que los colaboradores hagan bien su trabajo. Adicional hay un rol que se encarga de pasar mesa por mesa recogiendo la flor dañada, la cual se le conoce como flor nacional dentro de la organización; esto para después contar flor por flor y cuantificar el desperdicio de esta. También se tiene unas personas expertas en el armado del ramo que están pendientes de cómo los colaboradores arman los ramos. Un colaborador se encarga de ir preguntando mesa por mesa si les falta flor y en caso tal llevarles la flor que les falta para completar el ramo o los ramos. Por último, tenemos el supervisor que se encarga de velar por el cumplimiento de los estándares de proceso. Como podemos observar es un modelo donde mucha gente se desplaza de un lado a otro y por distancias relativamente largas.

Modelo de producción en Armado Banda



Figura 9. *Sistema de producción en armado banda.*

Este modelo es más tecnificado que el armado en células, si bien el armado del ramo es a mano de forma tradicional, no se corta ni se encapucha, lo cual ayuda a minimizar el tiempo de armado al especializar labores. Se tienen 10 personas por línea y hay dos líneas para un total de 20 armadores. Una vez armado el ramo la persona lo deposita sobre una banda transportadora, la cual tiene separaciones para los ramos y unas líneas indicadoras que referencian la medida del ramo, ya que el corte se realiza más abajo de la línea. Después de que la máquina corta el ramo una persona se encarga de poner la ruana (si lleva) y el capuchón. Esto último varía porque en ocasiones el ramo ya baja enruanado y encapuchado.

Modelo de producción en la máquina tallo a tallo



Figura 10. *Sistema de producción en la máquina tallo a tallo.*

La máquina de tallo a tallo es básicamente una banda transportadora con unas divisiones donde se va depositando la flor que conforma cada ramo. El número de tallos y el tipo de flor depende de la receta donde además se especifica el número de cauchos que debe de llevar, el tipo de comida (minerales y conservantes que ayudan a que la flor dure más en un florero), tipo de capuchón (una especie de empaque decorativo) y si se debe de adicionar un pick decorativo (vara con figuras dependiendo de la temporada). Cada cliente puede personalizar todo lo anterior según sus gustos y necesidades.

Los roles dentro de esta máquina son: tiradores de tallos, surtidor de flor o patinador, alineadores, encapuchadores, colocador de comida, quitador de caucho, aseguradores, cortadores, Goalkeeper y surtidor. Esto es solo en la máquina tallo a tallo, pero para que esto tenga un flujo constante de flor, existe un alistamiento de la flor la cual se encarga de preparar la flor para facilitar el tirado del tallo en la máquina.

Los procesos que allí se realizan son los siguientes: una persona se encarga de sacar la flor necesaria para cada pedido de cuarto frío y la lleva en estibas al kanva, luego un operario se encarga de ir sacando la flor de cada caja, otra persona se encarga de retirar un capuchon de protección en la que viene la flor agrupada por ramos de a 10 tallos, luego se corta a cierta medida, la cual varía dependiendo de la longitud del ramo; el siguiente paso sería defoliar (retirar las hojas hasta cierto punto para que estas no se pudran cuando el ramo está en un florero) los ramos, se procede a retirar los cauchos que agrupan la flor y por último se lleva a un kanva donde se va almacenando a la espera de ser tirado.

Un colaborador se encarga de distribuir esta flor a los tiradores que se encuentran posicionados a lo largo de la banda transportadora, este rol se le denomina como “patinador”. A la hora de tirar la flor se tiene en cuenta el diseño del ramo, es decir si en el ramo hay dos tallos de una misma flor se procura que esta quede separada una a un lado y otra hacia el otro lado; para que así el ramo tenga una simetría y sea agradable para la vista. Una vez distribuida la flor entran en juego los tiradores, que se encargan de ir poniendo tallo por tallo para así ir conformando el ramo que se va moviendo gracias a la banda transportadora con los separadores. Luego se tiene una máquina atadora que se encarga de amarrar los tallos para así facilitar el proceso de encapuchado. Después el ramo se debe de encapuchar, aquí un colaborador alza el ramo de la banda transportadora y con los tallos apuntando hacia arriba introduce el capuchón y lo devuelve a la banda transportadora. En este paso el ramo puede sufrir una ligera desconfiguración debido a los movimientos realizados y a la acción de introducir el capuchón generando una desalineación de la flor y afectando el diseño. Posteriormente se debe adicionar el paquete de comida floral la cual es añadida de forma manual, inmediatamente es atada por una máquina atadora asegurando que el capuchón y la

comida se mantengan en su lugar. Después se tienen dos personas que se encargan de asegurar el ramo, es decir, si a la persona encargada de poner la comida se le pasa uno o varios ramos, el asegurador se encarga de poner la comida y también verifica la alineación y el diseño del ramo. Luego se tienen dos cortadores que se encargan de cortar el ramo a la medida que indica la receta, posteriormente una persona se encarga de poner los ramos en las proconas que están sobre los trolley y por último se tiene alguien que se encarga de surtir los trolleys para pasarlos a empaque.

El modelo del tallo a tallo es relativamente nuevo dentro de la organización, la cual por tradición ha tenido un modo de producción mucho más tradicional como el armado en mesa a mano. Esta tecnología permite incrementar la producción significativamente ya que se especializan labores disminuyendo tiempos del armado de ramo, además que es una producción lineal continua siempre y cuando se garantice un surtido de flor constante a los tiradores y la hidratación para poder sacar el producto terminado. Estas dos últimas labores son las que más retrasan la operación debido a que se generan tiempos muertos significativos a la hora que alguno de estos falte.

Empaque y despacho



Figura 11. *Empaque y despacho del producto terminado.*

Esta es la última etapa del proceso, aquí se empaqueta los ramos y se pasan al cuarto frío a la espera de ser despachados. Al inicio de este proceso una persona se encarga de pasar un trolley proveniente de la zona de hidratación a la zona de empaque, la cual es una zona restringida. Aquí no se permite el ingreso de cualquier persona. El personal que trabaja aquí debió de haber pasado un estudio de confianza y su proceso de selección es mucho más riguroso, ya que esta es la última etapa en la que un colaborador tiene contacto con el producto antes de ser empacado. Continuando con el proceso un colaborador se encarga de pasar los ramos a una persona que se encarga de ir empacando y sunchando las cajas.

Observaciones encontradas

Máquina tallo a tallo

Inicialmente el corte del ramo lo realizaba la máquina por medio de una cuchilla giratoria, el inconveniente es que el corte queda de forma diagonal y debe ser recto; es decir al poner el ramo sobre una superficie plana este no se debe de deformar y debería poder sostenerse en esa posición. Como medida correctiva decidieron poner dos colaboradores que realizaran el corte más abajo de la línea, esto provoca en ocasiones un cuello de botella debido a que los cortadores no llevan el mismo ritmo de la línea de producción, en otras palabras, no dan abasto con la cantidad de ramos que bajan por la línea y toca parar para que no se genere acumulación de ramos, lo cual conlleva a maltrato de la flor y posteriormente posibles reclamos de los clientes desencadenando cancelación de pedidos. Por lo anterior es necesario parar la línea mientras los cortadores se desatrasan.

Se ha observado que al poner la banda en la cual bajan los ramos a velocidades altas (2500 ramos/h), se generan más interrupciones de la línea de producción, debido a que se presenta una mayor acumulación de producto por cortar en la parte de abajo. También a los tiradores de tallos les queda más complicado y por ende los tiran donde caigan, formando ramos de una menor calidad los cuales pueden desencadenar un reproceso. Otro aspecto a tener en cuenta cuando se tiene la banda a estas velocidades es que la flor se daña más generando más desperdicio de flor, esto porque el tirador al separar los tallos de forma rápida no tiene la misma delicadeza con la flor, causando así separación de la flor del tallo, disminuyendo sus puntos florales o generando una pérdida total del tallo en el peor de los casos. Es normal ver ramos con tallos que les falta puntos florales debido a lo anterior y en ocasiones genera reprocesos.

La hidratación es de vital importancia para la flor, en teoría el ramo terminado debe de ser hidratado mínimo una hora y como óptimo dos horas; pero, en la realidad esto no se cumple.

Muchas veces trolley sale directo a empaque sin la espera de una hora de hidratación. El control que se tiene para garantizar esto es ineficiente debido a que se apunta en un tablero borrable pequeño la hora en que inició la hidratación y la hora en que debe de finalizar, pero es común que no se apunten estas horas o si se apuntan se pueden borrar fácilmente si alguien o algo roza con el tablero.

Estado del arte

Rivera Allauca en su estudio aplicó la técnica de los 8 desperdicios, en la cual se identifican los 8 principales desperdicios de las organizaciones en general y así poder tomar acciones correctivas con el fin de tener una mejora continua de los procesos. A su vez, complementó con la técnica para el análisis de problemas de 5W+2H, en el cual se realizan 7 preguntas con el fin de tener mayor claridad de lo que se quiere y así encontrar un plan de acción. Estas técnicas hacen parte de la filosofía de trabajo de lean Manufacturing, lo cual traduciría como producción ajustada la cual trata de minimizar los desperdicios o acciones que no aportan o restan valor a los procesos.

Garcés & Castrillón también aplican la metodología de 5W+2H para analizar los fallos identificados y garantizar la eliminación de los tiempos muertos, además aplicaron la herramienta de los 5 porqué, la cual, tiene como objetivo preguntar 5 veces el porqué de las cosas de manera secuencial, esto quiere decir que la primera respuesta al porqué inicial se vuelve una segunda pregunta y así sucesivamente hasta repetirlo mínimo 5 veces, lo cual permite obtener la respuesta de raíz.

Esquivel Flores & Gonzales usaron la metodología DMAIC, la cual consiste en definir (define), medir (measure), analizar (analyse), mejorar (improve) y controlar (control) para

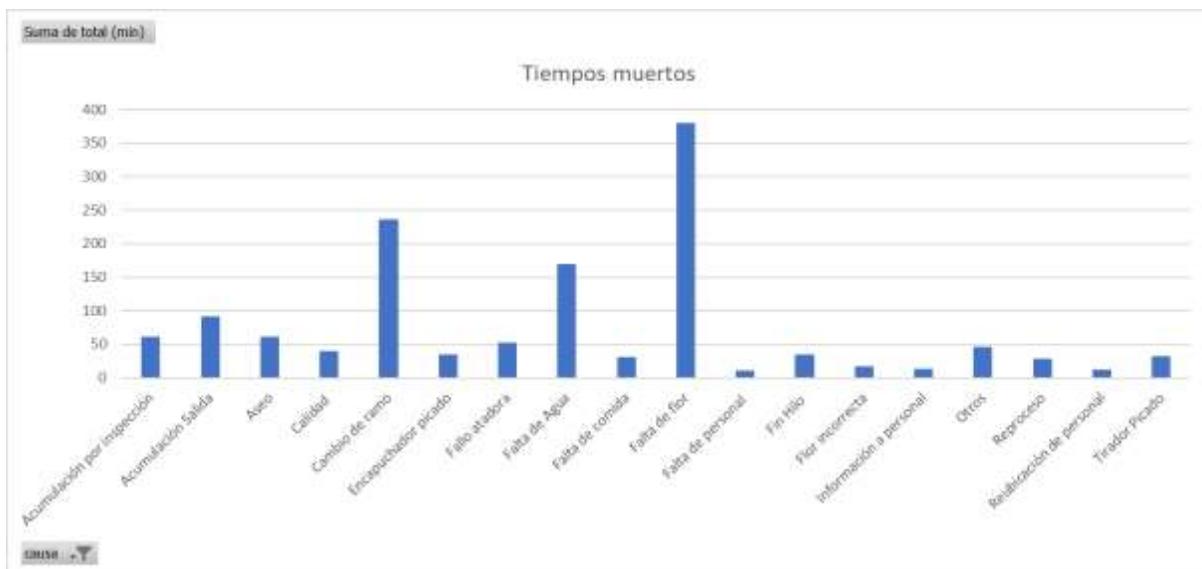
mejorar el proceso de enconado del hilado en una empresa textil de Arequipa, Perú en el año 2019. En el cual obtuvo una reducción del 33% de los costos a través de la mejora de la metodología de trabajo y la correcta capacitación del personal haciendo el proceso mucho más eficiente. A su vez encontró por medio de un análisis de costo beneficio que el proyecto sale rentable gracias a las mejoras realizadas.

Arroyo aplicó el método comparativo de diseño descriptivo empleando la observación del proceso, entrevistas y encuestas a ingenieros de plantas, jefe de control de calidad, jefe de logística y trabajadores del área de proceso. Según su diagnóstico del proceso de inyección de plástico, los tiempos respectivos en cada operación se disminuyeron en un 65,6 %. También consideró el empleo de un sistema de torno o cabrestante electromecánico principalmente en el montaje y desmontaje de los moldes, reduciéndose en un 79 % los tiempos muertos en esta operación.

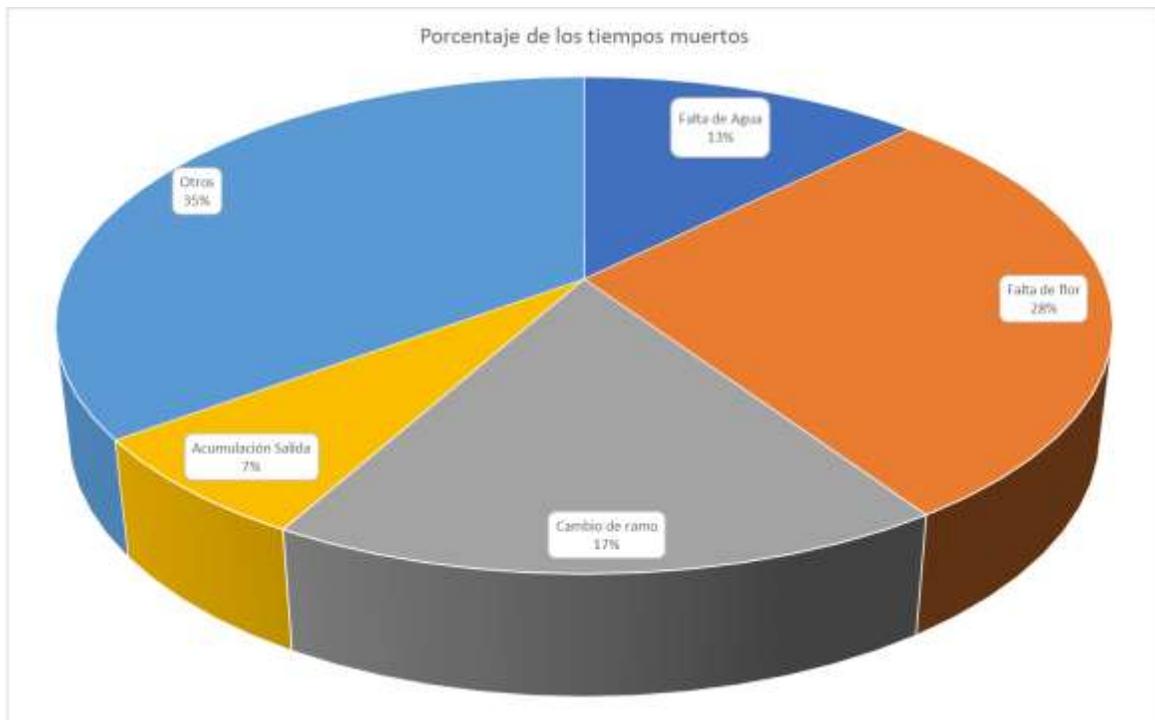
Gómez Reyes et al aplicó el ciclo de Deming PDCA (planear, hacer, verificar o controlar y actuar) para optimizar los tiempos muertos que tienen los líderes de producción de una empresa que se encarga de fabricar bolsas de aire para la industria automotriz bajo los más altos estándares de calidad mediante la implementación de un dispositivo tipo carrito que permita reducir estos tiempos improductivos especificando así las labores de los líderes. Encontraron que el 35 % del tiempo de turno de los líderes era un tiempo improductivo debido a que tenían que clasificar y registrar información, labores que se minimizaron significativamente con la elaboración de dicho carrito.

Resultados y análisis

Se obtuvo una base de datos en Excel donde se registró la información de los tiempos muertos y las causas de estos. En la **gráfica 1** se evidencia que los factores más influyentes son: falta de flor, cambio de ramo, falta de agua y la surtida de los productos que causa una acumulación a la salida, que a su vez de cierta forma impacta en la capacidad de hidratación del sistema debido a que toca represar trolleys llenos con un tipo de ramo a la espera de que salgan los otros tipos para poder realizar el surtido de los ramos tal y como el cliente lo pide. En la **gráfica 2** se muestran los porcentajes de los datos obtenidos mostrando las cuatro causales más representativas de los tiempos muertos y los demás fueron agrupados en la categoría de otros.



Gráfica 1. Datos registrados de los tiempos muertos.



Gráfica 2. Porcentajes de los tiempos muertos registrados.

Como se puede observar las principales oportunidades de mejora que se obtuvieron son a la entrada y salida de la máquina tallo a tallo, debido a que la “falta de flor” hace referencia a que de cierta forma no se alistó la flor necesaria para completar las órdenes de producción o no se tuvo en cuenta que hay unas variedades de flor que son más delicadas y se obtienen mayores desperdicios, sobre todo cuando la velocidad de producción de ramos/hora es mayor a 2000 o porque calidad baja flor y no se repone al instante.

Cambio de ramo, indica el tiempo que se toman en cambiar el tipo de ramo que se está produciendo por la línea, para esto se debe de cambiar el tipo de flor y en ocasiones balancear al personal (disminuir o incrementar al personal) debido a que hay ramos con mayor o menor número de tallos. También, hay ocasiones donde al líder del proceso le toca realizar ensayos para ver cómo va quedando el ramo armado en la línea debido a que no existe un estándar que defina en qué posición se debe de tirar cada tipo de flor según la cantidad de tallos y el

tipo de cliente. A su vez para reducir los tiempos en el cambio del ramo se le pidió a los tiradores que ayudarán a realizar el cambio de la flor y se realizó un piloto donde se establece el orden de tirado de los tallos en la orden de producción evitando así tiempos muertos por ensayos debido a la falta de estándares.

Luego tenemos las oportunidades de mejora en la salida del sistema, en el cual se tiene la hidratación y la surtida de los ramos. La falta de agua, es cuando no se tiene disponibilidad de proconas con agua que se mueven en los trolleys, evitando así que se pueda sacar el producto. Para la falta de agua, se implementó un cambio en la estructura de los Trolleys, aprovechando la altura para ganar espacio, el cual es limitado. De esta forma se optimizó el sistema de hidratación de la flor.



Figura 12.*Trolley modificado*



Figura 13. *Kanva actual de los trolleys.*



Figura 14. *Lugar establecido para el surtido.*



Figura 15. *Desplazamiento del Goalkeeper para surtir*



Figura 16. *Propuesta lineal de surtido.*

La forma de cómo se trabaja el surtido varía según la línea de producción, el caso más limitante por sus características es la línea del tallo a tallo donde se tira un tipo de ramo cada cierto tiempo, obligando a que al final de la línea se tenga que contener los tipos esperando el que falta para poder pasarlo a empaque. Los otros modelos tienen una ventaja frente a este y es que pueden ir haciendo los tipos que lleve al mismo tiempo y así al final de la línea se tienen todos los ramos necesarios para poder realizar el surtido y pasar directo a empaque.

Esta retención de los ramos en los trolleys genera un mayor uso de espacio además que impacta de manera colateral los otros procesos al retener proconas con agua y los trolleys. El espacio que se emplea actualmente para realizar el surtido en la tallo a tallo se encuentra a un lateral de la línea, como se puede apreciar en la **Figura 17**, esto genera un mayor desplazamiento innecesario y mayor uso de espacio; por lo anterior se propone un modelo de surtido donde se optimiza el modelo de surtido y se representa en la **Figura 18**.

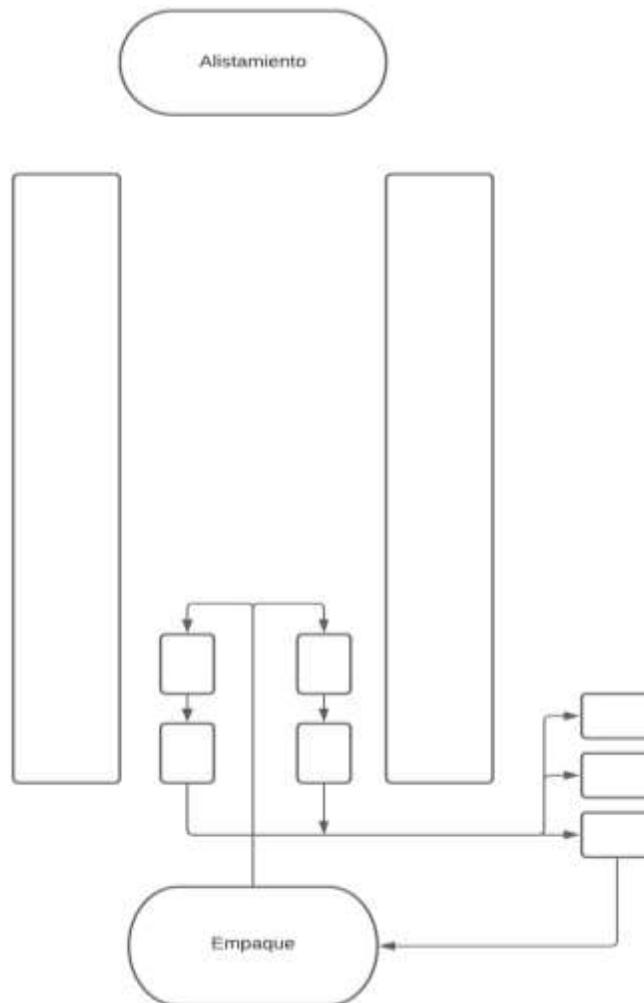


Figura 17. *forma de surtido actual.*

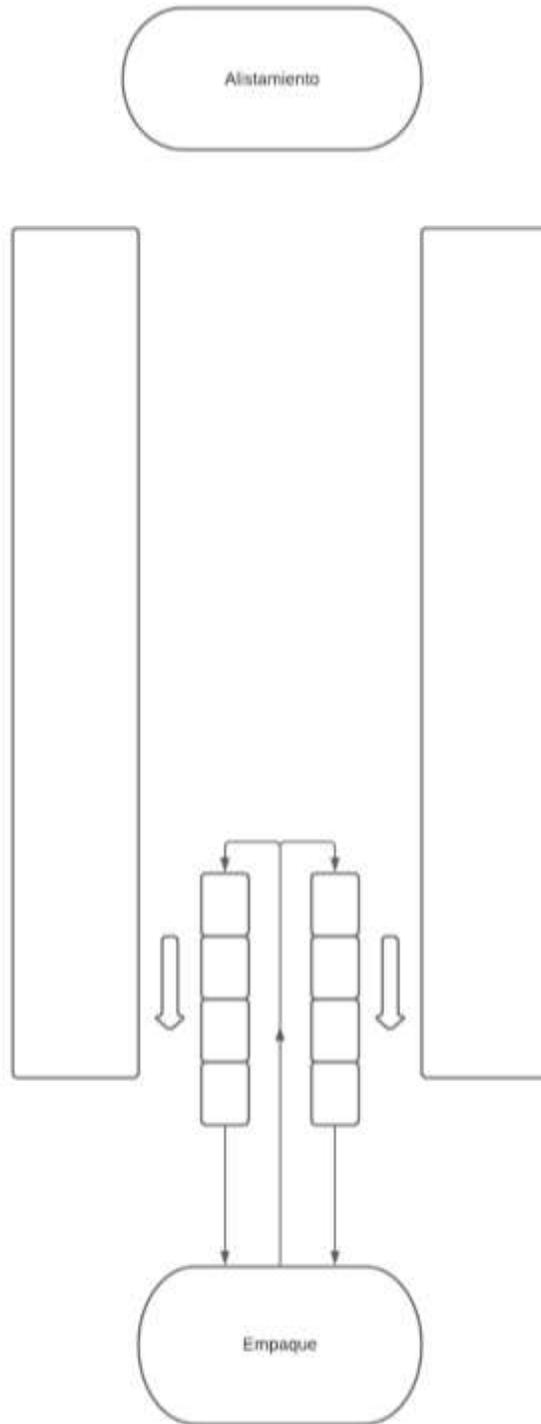


Figura 18. *Forma propuesta de surtido.*

Se evidenció la necesidad de tener una persona encargada de descargar la banda y otra que se encargue de surtir, con el fin de evitar microparos por acumulación en la línea de producción, pues inicialmente una misma persona se encargaba de realizar estas funciones lo cual generaba varios microparos que a lo largo de la jornada van sumando y multiplicada por el número personas en la línea es un tiempo a considerar. Esta medida disminuyó de forma significativa los microparos relacionados con la acumulación a la salida de la línea de producción.

Piloto de estandarización del orden de tirado del tipo de flor en la máquina tallo a tallo

Se realizó un seguimiento a los cambios realizados para mejorar los tiempos muertos que se generan en la máquina tallo a tallo a la hora de realizar el cambio de ramo, ya sea por tipo o por cliente.

Se evidencio que no existe un estándar que defina las posiciones de los tallos según el tipo de flor, la cantidad de tallos que conforman el ramo y el cliente, lo cual en ciertas ocasiones genera un tiempo improductivo debido a que el líder del proceso necesita hacer pruebas jugando con la posición de los tallos y la de los tiradores para ir viendo cómo queda el ramo y así cumplir con los parámetros de calidad que se tienen dentro de la organización.

La experiencia juega un papel fundamental a la hora de posicionar a las personas y el tipo de flor, debido a que con la práctica se interioriza como se debe hacer la distribución volviendo innecesarias las pruebas para ver cómo queda el producto final. Pero cuando se tienen productos nuevos que no se han tirado por esta línea de producción se hace necesario la realización de estos ensayos o en ocasiones faltan estas personas como la líder o la surtidora, que tienen la experiencia y toca hacer las pruebas de nuevo.

Una estandarización de la posición de tirada de tallos según el tipo de ramo permite que cualquier persona identifique de forma fácil y rápida el orden de tirada de la flor para así obtener un ramo que cumpla con los parámetros de diseño, según cada cliente. Esto ayudará a disminuir de forma sustancial el tiempo que se requiere para realizar el cambio de tipo de ramo sin importar si la persona que está tiene la experiencia o no.

Por lo anterior se vio en la necesidad de realizar un proyecto piloto cuyo principal objetivo fuera la disminución de estos tiempos muertos causados por el cambio de tipo de ramo. Para esto se pidió la ayuda de una colaboradora que tenía bastante experiencia en el armado del ramo en la máquina tallo a tallo y que en la actualidad se encuentra en el área de cuarto frío. Se le pidió que apuntará en las órdenes de producción de la máquina tallo a tallo la distribución adecuada para tirar la flor facilitando el proceso a la persona encargada de distribuir el tirado de la flor. Se tomaron tiempos antes y después de la aplicación del piloto

Lo anterior generó una disminución del tiempo de espera que se tiene en el cambio de tipo de ramo que pasó de una espera en promedio de 3.76 minutos a 1.25 minutos aproximadamente, reduciendo la espera un 67%.

Conclusiones

Después de llevar a cabo el estudio de tiempos de la máquina tallo el tallo se encontró que los aspectos más relevantes que generan la mayor cantidad de tiempo muerto son: la falta de flor (28%), el cambio de ramo (17%), la hidratación (13%) y la surtida al final de la línea de producción (7%). Esto muestra que las principales oportunidades de mejora se tienen a la entrada y salida de la línea de producción.

Los inconvenientes a la entrada se optimizaron con la puesta en marcha de un proyecto piloto donde estaba estandarizado el orden de tirado de la flor según el tipo de cliente y número de tallos por ramo, eliminando así las pruebas de ensayo y error que se generaban a la hora de tener un cambio de tipo de ramo, además se realizó un mayor control en el alistamiento garantizando que saliera toda la flor necesaria para completar cada orden de producción.

Para el tema del agua se llevaron a cabo unas modificaciones que permitieron optimizar el sistema, las cuales fueron adaptar los carritos ó Trolleys para que puedan cargar más proconas con agua, optimizando así el espacio y la capacidad de hidratación con la adición de un tercer piso y cambiando el modelo de surtido por uno más lineal donde el Goalkeeper no tenga que desplazarse tanto a dejar los ramos, ahorrando tiempo y esfuerzo.

Recomendaciones

Se recomienda que, al momento de surtir, se establezca como estándar mover solo los ramos y no las proconas, así se evitan esfuerzos innecesarios pues además de los ramos se carga también el peso del agua que hay dentro de las proconas. Esto a la larga puede influenciar en la salud de los colaboradores debido al peso y a una mala postura al momento de realizar el esfuerzo.

También se aconseja modificar el estándar para poder acomodar más trolleys al final de la línea, evitando así los tiempos muertos asociados con la espera de carros con agua. A su vez debe de asignarse la función de mantener surtido con hidratación a un rol en específico. Se propone delegar al surtidor la función de estar pendiente de la hidratación y si es dado el caso esperar por esta en la entrada del área de empaque.

Como sugerencia es importante realizar un estándar para la velocidad de ramos/hora en el cual se tenga en cuenta la cantidad de tallos, con el fin de evitar desperdicios de la flor a causa de maltrato de la misma por parte de los tiradores de tallos, pues entre mayor sea la velocidad en que se mueve la banda, los tiradores tienen menos delicadeza al separar los tallos generando mayores pérdidas de la flor.

Se recomienda volver al corte del ramo con la máquina, debido a que actualmente se tiene personal al final de la línea y esto no es lo ideal. Se debe de buscar alternativas para que el corte que realice la máquina quede como si se realizara de forma manual, para esto se podría modificar el sistema de corte, adicionado alguna otra cuchilla o algún otro soporte que evite que al cortar el ramo quede en diagonal.

Se sugiere que en las órdenes de producción que se procesan por la máquina tallo a tallo se adicione una casilla donde está la receta de la flor que indique el orden de tirada de los tallos, de esta forma el líder del proceso no tendría que hacer ensayos para ver cómo queda el producto final

El piloto realizado en la máquina tallo a tallo para la estandarización en el cambio de tipo de flor por cambio de tipo de ramo, ya sea por tipo o cliente mostró una significativa mejora donde se logró reducir los tiempos muertos generados en la operación en un 67%, por lo cual no se debe de echar en saco roto los logros obtenidos con este proyecto piloto el cual se debería de aplicar cuanto antes.

Agradecimientos

Agradezco en primera instancia a mis padres por darme su total apoyo en el proceso de mi formación como profesional en ingeniería, a mis profesores que a lo largo de la carrera dieron lo mejor de sí para formar a los mejores profesionales, en especial a mi director de carrera el Ing. Leonardo E. Miranda Ramos, quien con su humanidad y profesionalismo nos transmitió sus conocimientos adquiridos durante su vida, también al profesor Carlos Mario Llano Ortiz, quien fue mi asesor para el desarrollo de este trabajo. En tercer lugar, agradecer a la Universidad de Antioquia por brindar los espacios y los recursos que facilitaron el proceso de formación. Por último, a la organización de Flores Isabelita por darme la oportunidad de ser parte de su equipo y permitirme aportar el granito de arena para que la empresa siga siendo un importante referente en la industria de las flores.

Referencias bibliográficas

Meyers, F. E. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura ágil*. Pearson educación.

Andrade, A. M., A Del Río, C., & Alvear, D. L. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. *Información tecnológica*, 30(3), 83-94.

Vélez, J. C., Montoya, E. C., & Oliveros, C. E. (1999). Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual del café.

Castiblanco, A. M. O., & Aguirre, D. M. C. (2016). ¿Qué ha pasado con la aplicación del estudio de tiempos y movimientos en las últimas dos décadas?: Revisión de la literatura. *Ingeniería Investigación y Desarrollo: I2+ D*, 16(2), 12-31.

Rivera Allauca, V. C. (2017). Propuesta de mejora de procesos para reducir tiempos muertos en el desarmado y evaluación de motor Cummins de alta potencia.

Garcés, D. A., & Castrillón, O. D. (2017). Diseño de una Técnica Inteligente para Identificar y Reducir los Tiempos Muertos en un Sistema de Producción. *Información tecnológica*, 28(3), 157-170.

Esquivel Flores, A. A., & Gonzales Cerpa, Y. F. (2020). Propuesta de mejora en el proceso de enconado del hilado para reducir tiempos muertos y mejorar la productividad de la sección en una empresa textil, Arequipa 2019.

Arroyo Flores, D. G. (2017). Aplicación De Mejora Continua Para Disminuir Los Tiempos Muertos En El Area De Inyeccion De Plasticos.

Gomez Reyes Fernando, Amalla Parra Guillermo, Amalla Patron Irma Alejandra, Aguilar duque Julian Israel, y Sanchez Gonzalez Luis Javier, (2020). Optimización de tiempos muertos de los Líderes de celdas de producción en una empresa de fabricación de bolsas de aire. *Revista Aristas*, 8(15), 243-244.