

Propuesta de mejora de los procesos críticos de corte de crisantemo en un floricultivo del Oriente Antioqueño

Andrea Carolina Molina Obando^a, Juan Daniel Upegui Ocampo^a

Jaime Andres Gutierrez Monsalve^b

^a *Estudiantes de Ingeniería Industrial, Universidad Católica de Oriente, Rionegro - Antioquia*

^b *Profesor, Asesor del Proyecto de Grado, Programa de Ingeniería Industrial, Universidad Católica de Oriente, Rionegro-Antioquia*

Resumen

Se estructuró y desarrolló una metodología para mejorar el proceso de corte de crisantemo en un floricultivo del Oriente Antioqueño. Para esto se hizo uso de metodologías avanzadas en ingeniería industrial como el ciclo DMAIC, algunos criterios de Lean Manufacturing, así como herramientas de métodos y tiempos y análisis estadísticos, para el diagnóstico y descripción del proceso de corte, identificación de variables críticas y la construcción de una propuesta de mejora para dicho proceso, la cual fue aplicada de manera parcial. A partir del desarrollo de este trabajo de grado se estructuró el mapa de proceso de corte, se caracterizaron las operaciones, las variables críticas y el perfil de los colaboradores que ejecutan las etapas del proceso, se determinaron estadística y heurísticamente las etapas críticas a mejorar, se construyó una propuesta de mejora, implementándose a partir de la semana 7 de 2022. Con la implementación de las mejoras propuestas, el proceso de corte logró pasar del 92% de rendimiento consolidándose en la semana 17 en el 99%, lo que representa un aumento de 7 ramos/hora-hombre de producto bueno. Se proyecta que las mejoras implementadas permitirán aumentar los ingresos operacionales del floricultivo hasta en \$459.000.000 mensuales y un aumento de la productividad de cada operario equivalente a \$4.479.000 por mes. Es así como este trabajo de investigación podrá ser utilizado por el sector florícola como un referente para la mejora y optimización de los procesos de corte.

1. Introducción

En la década de los años sesenta y setenta, grandes corporaciones estadounidenses identificaron en Colombia una oportunidad de negocio, encontrando en el país una capacidad potencial para incursionar en la floricultura, sobre todo, debido al bajo coste salarial, el abaratamiento del transporte rápido, los avances tecnológicos, potencial agrícola y condiciones térmicas, que hacían de Colombia un país atractivo para la inversión extranjera directa; particularmente, en el sector agropecuario y floricultor [1].

La floricultura colombiana se caracteriza por ser una industria generadora de empleo en la que un 60% de sus empleados son cabeza de hogar, un 27% han podido terminar sus estudios de bachillerato, un 59% son mujeres, convirtiéndose en el mayor generador de empleo en mujeres con el 25% del empleo femenino. Según estadísticas recientes en el sector el 53% del personal tiene una antigüedad comprendida entre 3 y 15 años, el 80% de estos tienen una edad entre 35 y 47 años, finalmente el 94% de las personas se desempeñan en labores operativas [2].

En el proceso de producción del crisantemo, los invernaderos deben tener unas características físicas, climáticas y tecnológicas que favorezcan el desarrollo adecuado de la flor, es por ello que en estos invernaderos se cuentan con sistemas de ventilación, además de controles que garantizan condiciones ideales de radiación, temperatura, humedad y concentración de dióxido de carbono. El control de estas variables es fundamental ya que influye en la calidad de la flor y su aceptación en mercados nacionales e internacionales [3]. El cultivo de crisantemo inicia con la micropropagación *in-vitro* de tejidos provenientes de plantas genéticamente perfectas,

luego estas plantas se siembran en camas acondicionadas las cuáles se convierten en plantas madre [4]. De este proceso se obtienen esquejes (fragmento de un tallo de una planta de crisantemo), que son enraizados en bandejas plásticas con sustrato o turba durante dos (2) semanas bajo unas condiciones de humedad y temperatura establecidas. Después estas bandejas con esquejes son transportadas a los bloques de siembra previamente preparados por el área de pre-siembra para ser sembrados de acuerdo con el plan de producción. El ciclo de adaptación y crecimiento hasta corte tiene una duración aproximada de ocho (8) semanas durante las cuales las plantas son irrigadas, fumigadas, desbotonadas y cortadas, proceso en el cual el área de corte ingresa al bloque en la semana que se estipula la floración y realiza la cosecha de la flor de acuerdo con el punto de apertura, características de calidad y requerimientos de los clientes. El proceso de corte en este floricultivo se realiza de manera manual, finalmente la flor cortada se transporta al área de postcosecha para ser empacada y exportada. Los procesos mencionados e son realizados por un personal encargado y debe cumplir con el presupuesto de mano de obra y la planeación de la producción [5].

Una de los principales desafíos del sector floricultor consiste en la poca tecnificación en sus procesos, especialmente en países latinoamericanos, por lo que la mayoría de tareas se realizan de manera manual y rudimentaria. Es así que en el marco de la Industria 4.0 se busca desarrollar mecanismos para la optimización y aumento de la productividad y la calidad a un menor costo utilizando automatismos y maquinaria. Por ello, en la producción de crisantemo, el proceso de corte es una etapa fundamental de la cadena productiva de la flor, por lo que se debe buscar optimizar y mejorar cada una de las etapas del subproceso para aumentar de manera significativa la productividad de la empresa.[6]

Se realizó un estudio en una empresa dedicada a la producción y comercialización de crisantemos en distintas variedades, con varios años de experiencia en el mercado extranjero (Estados unidos y Canadá) y que actualmente está en la búsqueda de ser reconocido en el sector florícola a nivel mundial por su crecimiento, calidad y satisfacción de los clientes.

En la actualidad dicha empresa maneja un estándar de tiempos estipulado para cada una de las áreas en el proceso productivo, el cual ha sido asignado gracias a distintos estudios de métodos y tiempos, donde se identificaron las labores principales de cada área y su tiempo estimado de ejecución. Adicionalmente existe un plan de producción de crisantemos propuesto para cada una de las semanas, el cual es realizado por el gerente de producción (cosecha, enraizamiento, preparación, siembra, riego, corte y empaque). En algunas áreas y procesos se presenta un aumento en los costos presupuestados para su ejecución, debido a que el estándar en algunos procesos se está quedando obsoleto y algunas de las labores realizadas y estipuladas en los manuales estandarizados han cambiado. Es de esta manera como con este trabajo de grado se pretende proponer y desarrollar una metodología que permita mejorar los procesos, principalmente los del área de corte, que ha sido considerada por los directores de la empresa una de las áreas más críticas en la producción de crisantemo.

Actualmente las empresas buscan procesos de mejora continua para ser más competitivas en el mercado. Para lograr esto es importante identificar las etapas críticas o cuellos de botella del proceso productivo. Según información de los directores de la empresa, es en el área de corte donde se presenta el cuello de botella que impide incrementar la productividad y eficiencia del proceso productivo global [7]. Con el fin de aumentar la productividad del floricultivo, se recurre a la búsqueda de metodologías avanzadas de ingeniería industrial que ayuden a mejorar el proceso de corte, teniendo presente criterios de planeación, programación y control en la producción los cuáles permitan el desarrollo de métodos eficientes para mejorar la productividad [6]

La estandarización y tecnificación de las labores en el área de corte traerán impactos tanto económicos como productivos a la empresa, ya que al tener una labor tecnificada se puede ahorrar tiempos, que permite entregar el producto de manera más rápida y con una mejor calidad generando mayor valor agregado y ahorro significativo en gastos de mano de obra, reprocesos por baja calidad en el corte y mal armado de ramo [8]. La tecnificación del proceso de corte es una de las alternativas que se puede plantear a la hora de agilizar y facilitar el proceso productivo en la empresa, siempre que este proceso de tecnificación se encuentre articulado con los demás procesos y áreas. Si esto se cumple es posible tener un flujo más eficiente de los componentes del proceso evitando cuellos de botella en las operaciones predecesoras o antecesoras al corte. Gracias a esto se podrían disminuir los retrasos en los picos por demora o problemas en otros procesos.

Este trabajo tuvo como propósito establecer un plan que permita la mejora de los procesos críticos de corte de crisantemo en un floricultivo del Oriente Antioqueño, gracias a la caracterización del proceso de corte de crisantemo, la identificación de las etapas y las variables críticas del proceso de corte, proponiendo opciones para el mejoramiento de las variables críticas. El trabajo finalizó con una evaluación de factibilidad técnica y económica de las mejoras propuestas y la presentación del beneficio luego de la implementación parcial de las mejoras propuestas.

2. Materiales y métodos

El proyecto se realizó mediante la aplicación de la metodología DMAIC que se basa en la recolección de información del proceso que se intervino, el estudio se realizó en el sector floricultor colombiano, más específicamente en un floricultivo del oriente antioqueño ubicado en Rionegro especializado en la producción y exportación de crisantemos. La investigación se desarrolló de acuerdo con el plan de producción establecido por la empresa, el cual se compone de diferentes etapas (Presupuesto, proyección, descartes, estimados).

Inicialmente, se evaluó el área presupuestal que permite la planeación de la producción en el floricultivo de la empresa de acuerdo con la demanda. Luego se revisó la proyección de lo que realmente se siembra en los bloques de producción, para obtener la flor luego de las (8) semanas de producción y así cumplir con los requerimientos de los clientes. Se consideraron variables asociadas a la productividad, los descartes y el porcentaje de la producción que no cumple con los parámetros requeridos por el proceso. Por último, se evaluó los estimados en la semana 8, revisando en campo con el supervisor de corte y el asistente de producción, los bloques de producción que están próximos al corte para verificar las variedades y posibles cantidades de ramos que se puedan cortar. En ese momento se hizo la evaluación de las mejoras en los métodos de corte propuestos al culmen de este trabajo de investigación.

Cumplimiento de los objetivos de acuerdo con plan de producción

De acuerdo con el plan de producción de la empresa el proceso de corte se puede caracterizar de acuerdo con lo proyectado en floración dependiendo del nivel de producción por cada temporada del año y los bloques de producción que se encuentran estimados para cada semana en el calendario de producción.

Para la identificación de las variables críticas se tuvo en cuenta el plan de producción y se identificaron las etapas y las variables críticas del proceso, dentro de ellas se propusieron variables asociadas al spam de corte, estado de los bloques, calidad del corte de la flor, calidad de producción de la flor, entre otros.

Se propusieron acciones de mejora que se ajustaron al plan de producción para dar cumplimiento a las proyecciones y los estimados, en este caso se propuso intervenir el área de producción para determinar las causas de la ineficiencia productiva que se presentan, resultados evidenciados en la diferencia entre lo que se proyecta y lo que finalmente se corta en los bloques.

Se realizó un estudio de factibilidad considerando las acciones de mejora propuestas, con el fin de identificar que tan viable es su implementación de acuerdo con el proceso productivo, a su vez se valoraron los costos relacionados a la producción. Después de una implementación parcial, se identificó el porcentaje de costos de disminución por unidad producida para poder aumentar la productividad por operario en producción y se cuantifico económicamente los beneficios que se obtendrán tras la implementación parcial del plan de mejora.

En el desarrollo de la propuesta inicialmente se realizó una captura de información para identificar el estado actual del proceso y con ello se desarrolló la segmentación de todos los procesos implicados en la labor de corte. De acuerdo con la información obtenida se identificaron las etapas críticas, de allí se propusieron las opciones de mejora que permitieron la mejora de la productividad en el proceso de corte. Con respecto a las mejoras propuestas se realizó una evaluación económica y financiera, para identificar la viabilidad, el riesgo económico y financiero que representa la implementación del proyecto. Este proceso se realizó de manera secuencia y lineal tal y como se describe en la Figura 1.



Figura 1. Fases de la metodología aplicada.

Adicionalmente se usaron las herramientas Lean como las hojas de ruta para poder tener un plan y forma de trabajo mejor definidos. Con esto se pretendió asegurar la viabilidad y éxito del proyecto realizado, para ello inicialmente se realizó un diagnóstico y formación, de allí se planificó la implementación LEAN, con un lanzamiento, una estabilización de las mejoras propuestas, se propuso la estandarización del proceso y por último se desarrolló la fabricación en flujo [9].

3.Resultados y análisis

Caracterización del proceso de corte de crisantemo en un floricultivo.

En la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo donde se realizó la caracterización del proceso en el floricultivo. Todo el proceso inicia con la asignación de pedidos realizada por el área de comercial, de acuerdo con los requerimientos de los clientes, pasando por el proceso de producción antes y después del corte, pasando por el proceso de corte en campo que es el foco de estudio de este proyecto. Por último se presenta la etapa final de entrega de flor en postcosecha. También, se caracterizó cada etapa y el personal involucrado en cada una de estas:

Etapa 1: el área comercial asigna al área de corte los pedidos que se tienen para la semana, de acuerdo con el plan de producción y los estimados de la empresa en esta semana. También se consulta el estimado de floración e inventario de flor en stock en cuarto frío que se tiene en la empresa.

Etapa 2: Se organiza el bloque con baldes para el depósito de la flor, se dispone un carro parra los capuchones, se instala una poli-sombra en el camino central para evitar deshidratación de la flor, todo esto lo realiza un operario encargado bajo la directriz del auxiliar de corte.

Etapa 3: A cada operario de corte se le asigna una cama que este en floración y los pedidos que se cortaran en esta de acuerdo con el estimado que se tiene de dicha cama. Esto lo realiza el auxiliar de corte, ya que es el encargado de dicha labor y conoce los parámetros requeridos por los clientes y los estimados que le son entregados por el asistente de producción.

Etapa de corte: Para empezar, se debe identificar el tipo de corte a realizar, si es desbotonado o pompón (el desbotonado se conforma de una flor central sin flores laterales a lo largo de tallo, el pompón está compuesto por varias flores laterales a lo largo del tallo y se le retira la flor central), se procede a subir la malla de la flor tipo disbud que cumple con los parámetros requeridos, se realiza el corte de los tallos que tengan la malla arriba y también con el número de tallos por ramos requeridos y ramos por balde de acuerdo con el pedido, después se realiza el corte de acuerdo con el número de tallos por ramos y ramos por balde del pedido. Una vez terminado el balde, se revisa que la flor si cumpla con todos los parámetros, si cumple, se procede a transportar los ramos al camino central y se marcan con el número del cortador y número de ramos por baldes y tallos por ramo, y el cliente. En caso de que no se cumplan los parámetros, se realiza el reproceso de la flor para que cumpla los parámetros de calidad, de allí se procede a transportar la flor a postcosecha. Se realiza una inspección a la flor que llega al área de la talanquera (zona de recepción) realizada por monitores de MIPE y calidad, si la flor cumple con los parámetros pasa a ser empacada y refrigerada para su posterior exportación, en caso de no cumplimiento, se identifican las acciones a realizar a la flor que no cumple los parámetros.

Por último, se realiza la solicitud a los sacarramos de la información recolectada de cada uno de los cortadores durante el día para hacer el respectivo seguimiento del rendimiento (Figura 2).

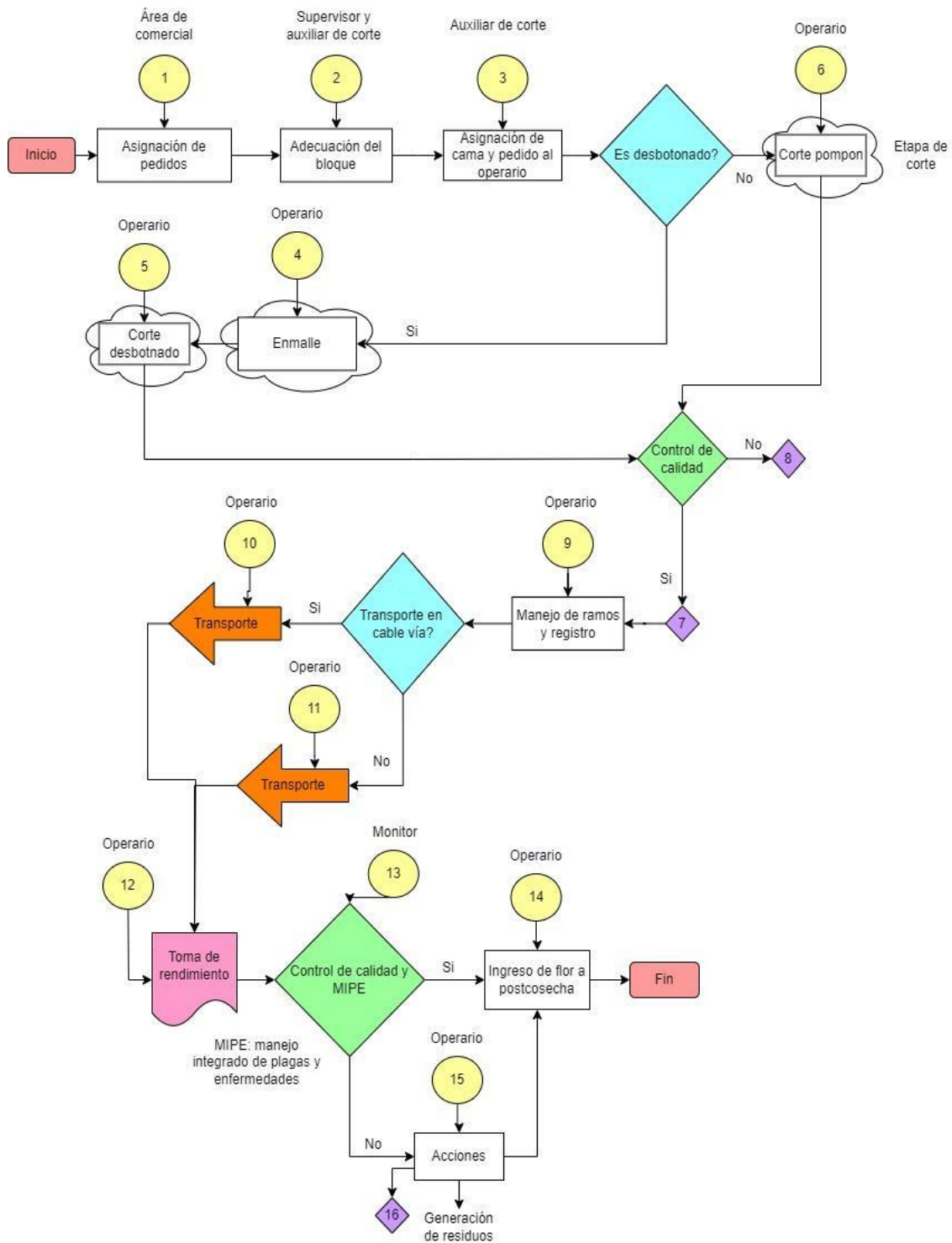


Figura 2. Caracterización del proceso de corte en un floricultivo. (listado en anexo.)

Identificación de las etapas y las variables críticas del proceso de corte en el floricultivo.

Gracias al análisis previo, en esta etapa se logró hacer la identificación de las variables y etapas críticas del proceso de corte en campo, se identificaron fallas y se plantean oportunidades de mejora.

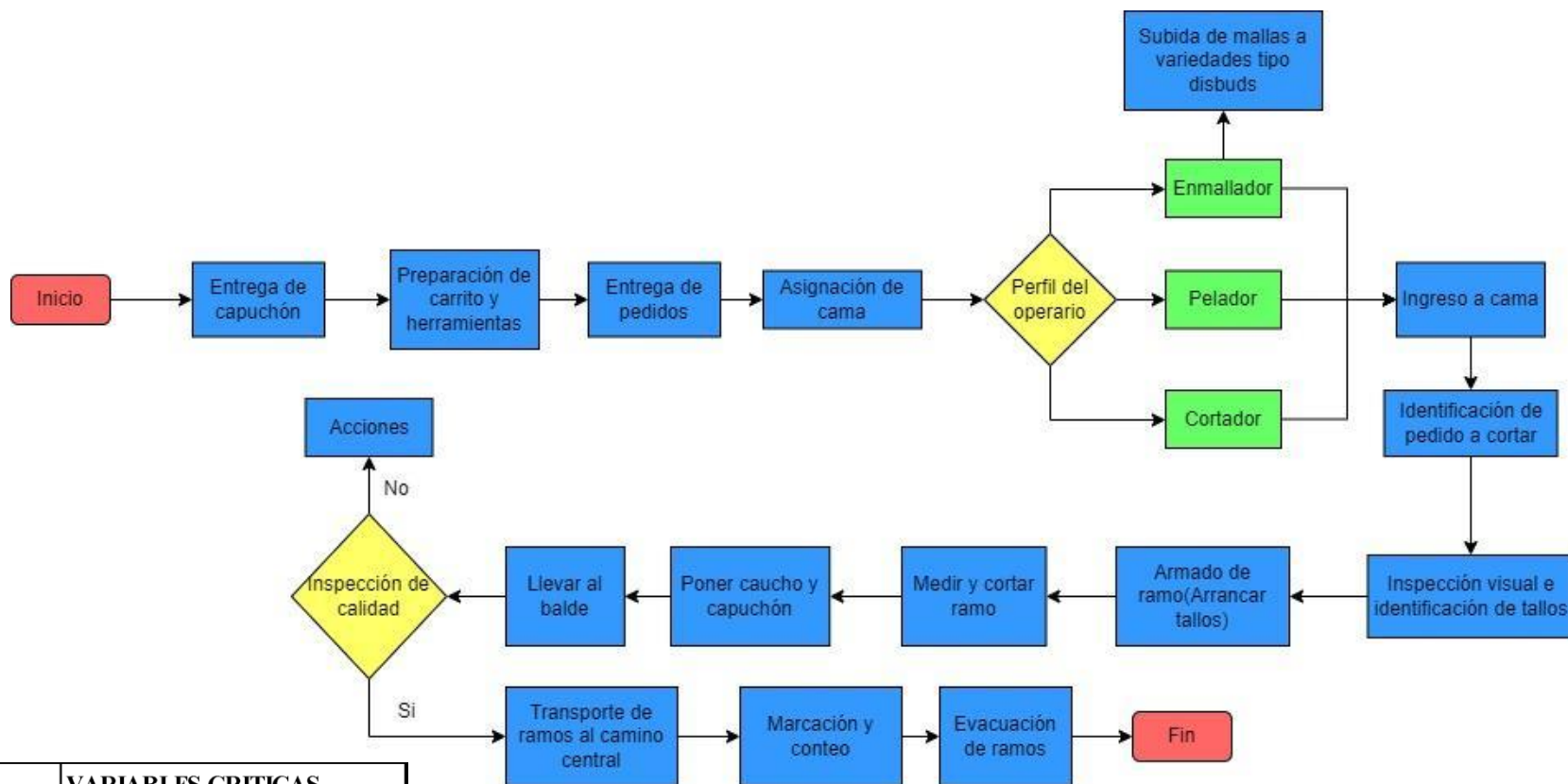


Figura 3. Diagrama del proceso de corte en campo.

ETAPAS CRITICAS	VARIABLES CRITICAS
Asignación de cama	Perfil del operario
Identificación de pedido a cortar	Inspección visual
Armado del Ramo	Medida, tallos y apertura
Inspección de calidad	Ramo
Entrega de capuchón y cauchos	Transporte a camino central
Entrega de pedidos	Tiempo de entrega

Tabla 1. Etapas y variables críticas del proceso de corte.

Para identificar las variables mencionadas anteriormente, se realizó una encuesta al personal acerca del proceso de corte, también se realizó un análisis estadístico para estudiar el comportamiento del área de corte (Rendimiento del personal) con una data recolectada en los primeros 5 meses del año 2022, lo cual permitió hacer el análisis con un 95% de confiabilidad en los datos.

Estadística Descriptiva

	Rendimiento				
	1 Mes	2 Mes	3 Mes	4 Mes	5 Mes
Media	67.365	66.500	71.500	70.222	71.950
Mediana	67.000	68.000	72.000	70.000	72.000
Moda	10.779	64.000	73.000	71.000	73.000
Desviación Std	116.185	12.683	8.023	8.020	7.278
COEF. de variación	172%	19%	11%	11%	10%

Tabla 2. Estadística descriptiva.

La Tabla 2 se realizó en el programa JASP, con la base de datos del rendimiento del área de corte durante los primeros cinco (5) meses del año 2022, la cual contiene el número de colaboradores, ramos cortados y horas laboradas por semana. Se analizó la relación que existe entre el rendimiento (medido en ramos de 7 tallos por hora) y el personal. Este rendimiento se obtiene gracias a la información suministrada en campo por los sacarramos, los cuales son los encargados de realizar el conteo de ramos cortados por el personal del área. Se identificó que con el pasar del tiempo la desviación estándar y la varianza tienden a disminuir, lo cual indica que el personal se está adaptando mejor a la labor y la distribución de los datos está tendiendo a una normal, lo mencionado anteriormente puede estar sujeto a variaciones por la rotación del personal en los picos de corte. Es así como en el mes 1 cuando se inicia este trabajo de investigación, el coeficiente de variación fue superior al 170%, mientras que en los meses tres al cinco cuando se inició la implementación, ya estos porcentajes fueron inferiores al 11%, es decir el proceso empezó a estandarizarse.

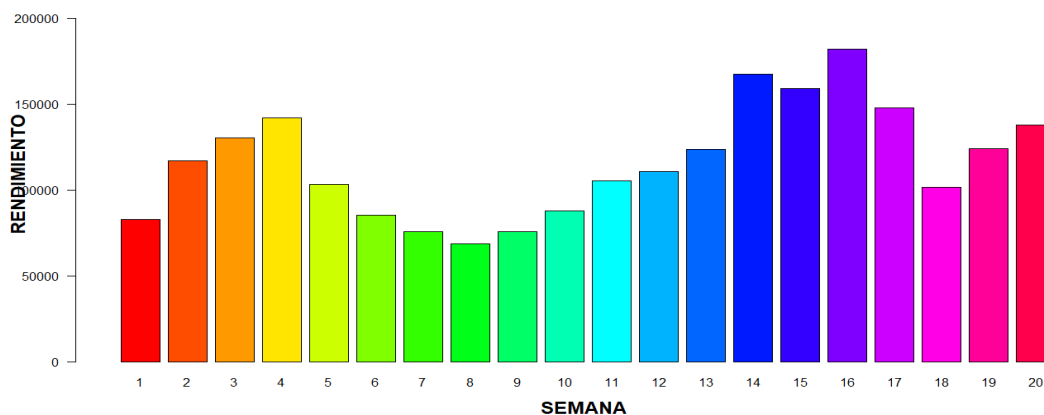


Figura 4. Semanas vs Ramos.

Como parte del diagnóstico, en la Figura 4 se representa el rendimiento de la semana 1 a la 20 del año 2022, medido por el número de tallos cortados por el floricultivo semanalmente por operario, teniendo en cuenta que el estándar es de 70 ramos de siete tallos por hora (correspondiente a 23500 tallos por semana por operario). En esta Figura 4 se identifica gradualmente un incremento del rendimiento de la semana 9 a la 16. En la semana 16, luego del proceso de capacitación y mejoras producto de este trabajo de investigación se presentó un pico máximo de tallos por operario de casi 20.000; sin embargo entre las semanas 17 a 20 y, debido al pico de madres que obligó a la contratación de personal sin experiencia y capacitación se presentó una disminución con el rendimiento y un aumento del número de ausentismos, lo cual redujo el rendimiento semanal hasta 15.000 tallos por operario – semana.

Análisis de las etapas y variables críticas del proceso de corte

Entrega de capuchón y cauchos: El sacarramos es el encargado de proporcionar cauchos y capuchones a los cortadores cada vez que uno de estos lo requiera (Esta etapa se considera como una etapa crítica ya que si los cortadores no tienen estos dos insumos tendrán tiempos muertos y el rendimiento bajo. Adicionalmente, si cortan sin capuchón afectaran el proceso de calidad de la flor).

Entrega de pedidos: El encargado de realizar la entrega de los pedidos a los cortadores deberá asignar la cama a cortar y los pedidos que se cortaran de esta, si no se realiza la asignación a tiempo, los cortadores presentan tiempos muertos y esto hace menos eficiente la labor.

Asignación de cama: Se asigna la cama al operario teniendo en cuenta el tipo de pedido, estado de la cama y el perfil del operario, identificando si es un corte total, corte inicial o entrega de cama (Cortador o pelador), además si la cama tiene flor tipo disbud se debe realizar su enmallado (enmallador).

Para el análisis e identificación de estas tres variables críticas se realizó una toma de tiempos con cronometro dos días de la semana de manera aleatoria, tomando 20 muestras con una confianza del 95%. Con esto se halló la suma, el promedio, la desviación estándar, el coeficiente de variación, el límite superior e inferior. Se identificó que, de acuerdo con la desviación estándar de los datos, estos no cumplen con una distribución normal. Adicionalmente con el coeficiente de variación es posible determinar, que si este es mayor al 20% el proceso no está estandarizado y por tanto es una actividad susceptible a ser clasificada como crítica. En la Tabla 3 se muestran los resultados de los tiempos tomados en cada una de las etapas de corte, por ejemplo para el caso de la asignación de la cama a los cortadores el coeficiente de variación fue de 56%, tiempo de espera por falta de fichos de pedido el CV fue de 83% y el tiempo de espera por suministro de capuchón el CV fue de 45%, por lo que estas etapas se consideran críticas y que por ende afectan de manera significativa el proceso.

Elemento de trabajo	Asignación de cama a los cortadores	Tiempo de espera por falta de fichos de pedido	Tiempo de espera por suministro de capuchón
1	14.211	59.637	25.379
2	21.28	312.435	33.425
3	10.459	28.564	27.497
4	49.915	32.212	32.631
5	16.561	36.564	50.439
6	7.788	75.638	47.341
7	14.132	248.124	32.492
8	14.891	147.761	53.49
9	8.651	47.788	30.204
10	22.646	262.646	50.579
11	12.945	125.534	9.876
12	11.129	25.867	14.675
13	10.978	25.176	5.698
14	15.796	55.432	12.899
15	9.098	25.574	30.786
16	18.675	113.157	19.996
17	19.465	88.953	40.897
18	35.564	237.564	49.687
19	22.789	95.453	47.73
20	21.921	112.123	34.675
Suma	358.894	2156.202	650.396
Promedio	17.945	107.810	32.520
Desviación estándar	9.990	89.417	14.664
Coefficiente de variación	56%	83%	45%
Límite superior	22.323	146.999	38.946
Límite inferior	13.567	68.621	26.093

Tabla 3. Tiempos muertos por hora.

Identificación del pedido a cortar: En esta parte del proceso el operario tiene en cuenta la apertura de la flor solicitada y para esto debe realizar una inspección visual para seleccionar los tallos adecuados, además debe tener en cuenta el tipo de ramo solicitado (7 o 10 tallos).

Para el análisis de esta variable crítica, se implementó una encuesta donde se obtuvo que, de acuerdo con el 73% de las personas encuestadas, reconocieron que la identificación del pedido a cortar es crítica en el proceso de corte.

¿Considera que cortar pedidos es favorable para el área de corte?

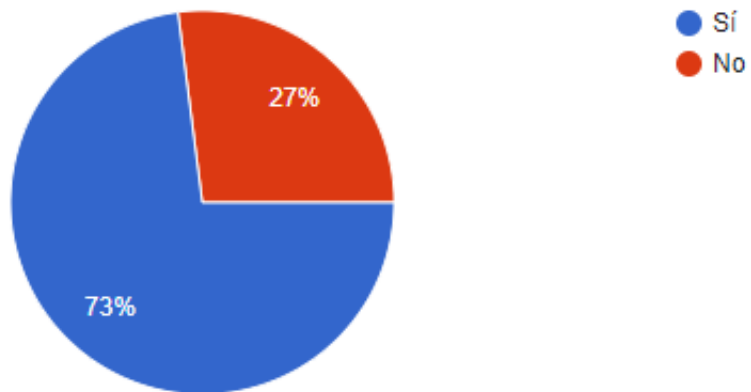


Figura 5. Diagrama de pastel.

El diagrama de pastel de la Figura 5 muestra los resultados de la encuesta realizada a los colaboradores de la empresa, la cual ayudó a identificar que el pedido a cortar es una variable crítica en el proceso, ya que si esta no se realiza de la manera correcta puede generar tiempos muertos en los colaboradores por la espera mientras el auxiliar busca, identifica y asigna lo que se va a cortar, adicional a esto es mejor el corte bajo pedido ya que con este se garantiza un orden y una mejor rotación de la flor.

Armado del ramo: El operario arma el ramo teniendo en cuenta la cantidad de tallos solicitada y los parámetros de calidad requeridos por la empresa y el cliente.

En las siguientes graficas se muestra la información que se recolectó, gracias a un estudio de métodos y tiempos, en el cual se logró identificar que los colaboradores realizan tres tipos diferentes de corte, adicional a esto se identificaron los tiempos de armado de ramo para cada uno y la cantidad promedio que se corta por hora para cada tipo, gracias a este análisis se logró identificar la no estandarización del proceso.

	Corte Disbud					
	Tipo 1		Tipo 2		Tipo 3	
	42	42	44	43	47	48
39	33	42	39	43	38	
44	49	41	42	39	45	
43	32	39	40	43	52	
31	44	33	32	43	51	
34	47	38	40	41	46	
34	44	41	42	47	47	
39	51	44	49	54	38	
46	52	37	43	37	51	
34	53	35	44	46	45	
Suma	833	808	901			
Promedio	41.65	40.4	45.05			
Tamaño de la muestra	15561.9536	15821.95942	17694.24765			
Desviacion estandar	6.93788228	4.044489428	4.871776937			
Ritmo de trabajo	100%	100%	100%			
Tiempo normal	41.65	40.4	45.05			
Suplementos	0.27	0.27	0.27			
Tiempo es tandar	52.8955	51.308	57.2135			
Ramos/hora	69.19	71.33	63.97			

	Corte pompon					
	Tipo 1		Tipo 2		Tipo 3	
	29	26	24	28	39	37
24	33	22	30	40	28	
22	29	24	27	33	27	
22	34	25	36	38	28	
26	35	23	34	40	32	
25	31	27	36	34	25	
23	30	33	32	32	29	
38	35	34	34	36	27	
35	29	31	36	43	26	
37	30	36	38	34	35	
Suma	593	610	663			
Promedio	29.65	30.5	33.15			
Tamaño de la muestra	11491.14442	11328.47739	14824.2504			
Desviacion es tandar	5.050013028	5.114478931	5.343712488			
Ritmo de trabajo	100%	100%	100%			
Tiempo normal	29.65	30.5	33.15			
Suplementos	0.27	0.27	0.27			
Tiempo es tandar	37.6555	38.735	42.1005			
Ramos/hora	95.60	92.94	85.51			

Tabla 4. Toma de tiempos del proceso de corte de disbud.

Tabla 5. Toma de tiempos del proceso de corte de pompón.

Al momento de realizar el análisis de las tareas realizadas en el área de corte, se identificó en los colaboradores que estos empleaban diferentes métodos para cortar, los cuales se analizaron y se muestran en las Tablas 4 y 5 donde se plasma el número de muestras tomadas para cada uno de los 3 tipos de corte para las variedades Pompón y Disbud. Estos tiempos estándar se tomaron a colaboradores con amplia experiencia (no necesariamente capacitados por la empresa en el mejor método de corte) y con históricos de buena calidad. El tiempo estándar se estableció a partir del promedio medido por cronómetro. Se consideraron la suma, la desviación estándar, la valoración del ritmo de trabajo y suplementos de los datos para obtener el tiempo estándar y el rendimiento promedio de ramos/hora para cada tipo de método de corte. Con base en esta información y considerando los tres tipos de operarios, se evidenció una falta de estandarización del proceso ya que se presentaron diferencias importantes en el promedio de ramos por hora, dependiendo del método utilizado por el colaborador y aprehendido en su experiencia.

Inspección de calidad: El inspector de calidad revisa los ramos para verificar que estos cumplan con los parámetros requeridos, en caso de no ser así se aplican acciones correctivas para que el ramo pueda cumplir con los estándares de calidad requeridos para su posterior exportación.

De acuerdo con lo observado, se identificó, que la inspección de calidad es crítica en el proceso, ya que de ésta depende que la flor llegue en las mejores condiciones a la postcosecha y cumpla con los requerimientos de los clientes.



Imagen 1. Inspección de calidad en corte.

La inspección de calidad en campo es de gran importancia en el proceso productivo, no solo en el corte, si no en general, para garantizar que el proceso va a cumplir con los requerimientos de los clientes, para evitar

reprocesos y dar el valor agregado al producto de calidad óptima. Por lo tanto, la inspección de calidad se considera como una variable crítica a la que se le debe realizar un control y cuidados especiales.

Marcación y conteo: En esta etapa el operario (sacarramos) saca del balde del cortador los respectivos ramos para desplazarlos al camino central y realiza el conteo y registro. Con base en esta información realiza el control del rendimiento a los operarios y a su vez su asignación e ingreso a la base de datos maestra. Esta información es crucial para tener trazabilidad del proceso y poder estimar el porcentaje de cumplimiento de los pedidos requeridos (esta es una etapa con muchas falencias ya que estos registros y marcaciones se realizan de forma manual y se podría realizar una tecnificación para hacer este proceso más rápido y eficiente).

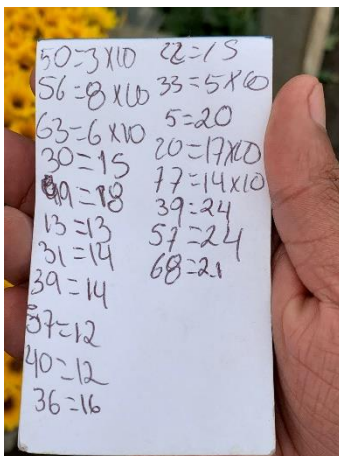


Imagen 2. Registro de ramos por cortador.

El conteo de ramos a los colaboradores se realiza de manera manual por los sacarramos. Datos que posteriormente son recolectados por un encargado del área e ingresados al sistema central de la empresa. Los datos mostrados tienen el código asignado al cortador. Se encuentra un elemento de mejora y este consiste en que se tienen ramos de 7 o 10 tallos, sin embargo el sistema solo permite ramos de 7 tallos.

Se identifica que la manera reflejada en la Imagen 2 no es la forma adecuada para obtener la trazabilidad de la información en cuanto a rendimiento de los colaboradores, ya que esta está sujeta a pérdida, daño, error de transcripción y mala legibilidad.



Imagen 3. Marcación de ramos.

Los ramos cortados, son sacados al camino central, contados y marcados en el capuchón con el código del cortador para hacer una trazabilidad de la persona que realizó el corte de estos ramos.

El método de marcación de ramos que se presenta en la Ilustración 3 no se acopla a la necesidad del proceso, debido a que no todos los ramos del balde son marcados y en el transcurso del transporte de la flor se puede perder el ramo marcado y con ello se pierde la trazabilidad del cortador que realizó el balde. Este elemento debe ser corregido.



Imagen 4. Remisión de flor.

En la Imagen 4, la persona encargada de la remisión de la flor revisa los baldes cortados, identifica la variedad, el pedido y las características de los ramos para posteriormente realizar la remisión y poner en el balde la información de los ramos para que en la zona de postcosecha se pueda realizar de manera más fácil el empaque de los pedidos solicitados.

La forma como se realiza este proceso (Imagen 4) es poco eficiente ya que los papeles pegados se pueden caer y en algunas ocasiones la información escrita no es clara, adicional a estos, algunas veces la información puesta es errónea. Este elemento fue otra de las propuestas hechas como una de las mejoras para el proceso.

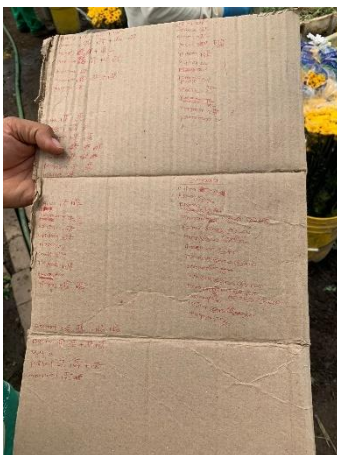


Imagen 5. Control de la flor cortada.

En la Imagen 5 se muestra la forma como se realiza el conteo de la flor, éste se realiza de manera manual en cartones por el auxiliar de corte, después la información es ingresada al sistema central de la empresa, en este papel se apuntan las variedad pedidas, el tipo de ramo y la cantidad cortada.

Este proceso debería ser más tecnificado ya que esta es la información de lo cortado, la cual se plasma en la productividad de la empresa, y a su vez se está realizando un doble proceso ya que al subirlo al sistema se podría crear un cubo de información. También se pierde tiempo del encargado de subir esta información al sistema, se podría desarrollar un sistema que permita subir esta información de manera más automatizada.

Propuesta de mejoramiento de las etapas críticas de corte

De acuerdo con lo observado en el proceso de corte se realizaron las siguientes propuestas de mejora como soluciones a las falencias encontradas:

Implementar un proceso de planeación de entrega de pedidos de acuerdo con la flor solicitada y los estimados que se tengan.

Entregar los pedidos por lotes de capuchón para así evitar mucho cambio de este y no tener tiempos ociosos: así se aumentará la eficiencia de los sacarramos (Ya que no estarán perdiendo tiempo en labores repetitivas innecesarias) y de los cortadores ya que no tendrían que estar haciendo cambio de este. Esto se realizaría con el listado de pedidos diarios y de estos se desglosarían los capuchones que se requieren para el corte, se entregarían los pedidos de acuerdo al capuchón a un grupo de cortadores, para esto se dividirían los colaboradores en subgrupos dentro del área de corte.

De acuerdo con los estimados de corte y la revisión diaria que se hace, se debe tener un plan de asignación de camas desde un día antes, para ello el supervisor de corte con la revisión que hace diariamente, debe asignarle al auxiliar de corte el lote, el bloque y las camas que están en floración y la variedad. Luego éste le asignará las camas a los subgrupos de cortadores que anteriormente se crearon.

Realizar un plan de requisitos de material desde el día anterior para el corte del día siguiente con el área de almacén, para iniciar la jornada con todos los materiales necesarios para el corte del día. El día anterior el supervisor y el auxiliar de corte con la ayuda de los pedidos que se requieren para el día siguiente, realizarán un listado de los requerimientos del capuchón y los otros materiales requeridos. De allí, pasan el requerimiento a almacén y los sacarramos se encargaran de ir por estos al finalizar jornada y llevarlos a los bloques en los que se iniciara el corte al día siguiente.

De acuerdo con los análisis realizados para esta propuesta se identificó que los tiempos y los costos de perdidas relacionados a esta propuesta de mejora se refleja en costos operacionales y perdida de producción.

HorasXMes	Asignación de cama a los cortadores	Tiempo de espera por falta de fichos de pedido	Tiempo de espera por suistro de capuchón
207.235			
Promedio S/H	17.9447	107.8101	32.5198
Promedio Hora	0.0050	0.0299	0.0090
Numero de colaboradores	60.0000	60.0000	60.0000
Horas productivas perdidas	61.9795	372.3671	112.3207
Costo MO	\$ 503,688.44	\$ 3,026,113.60	\$ 912,795.82

Tabla 6. Perdidas mensuales por ineficiencia en el proceso.

La Tabla 6 se elaboró gracias a la identificación de los tiempos perdidos promedio por hora en un mes en las tres actividades identificadas y el costo de mano de obra mensual. Para ellos se identificó cuantas horas por actividad se desperdiciaban en un mes con un promedio de 60 colaboradores y el costo de MO por hora.

Se identificó que gracias a estas ineficiencias que se encuentran en el área de corte, la empresa mensualmente no cuenta con el ingreso de cuatrocientos cincuenta y nueve millones doscientos mil quinientos catorce pesos

mensuales (eso se tomó en base al tiempo muerto de las tres actividades lo cual repercute en tiempo de personal de corte y el rendimiento estándar de la empresa), tal y como se muestra en la Tabla 7.

Ítems	Cantidad	Unidad
Rendimiento		70 RamosXHora
Horas no productivas totales		547 HorasXMes
Unids. No producidas		38267 RamosXMes
Unids. No producidas	267866,9666	TalloXMes
Costo de venta	\$ 459.200.514,23	PesosXMes

Tabla 7. Ingresos mensuales no captados.

Realizar la implementación de un estándar de corte y un desglose para la capacitación y entrenamiento del personal, serán claves para tener un referente sobre los tiempos y métodos más eficientes en el corte. Se tendrán entonces métodos y tiempos estándares que permitirán estandarizar la labor y evaluar a los funcionarios. Aumentar la calidad y los rendimientos de los operarios y del grupo en general, con la ayuda del seguimiento hora a hora se logrará únicamente con la estabilización y mantenimiento del estándar propuesto. También se propone la implementación de la metodología de 5s con el fin de mejorar las condiciones del espacio de trabajo.

De acuerdo con lo evidenciado, se creó el método para la estandarización del área y se plasma en un formato para su posterior aplicación y futuras mejoras, este se realizó con un colaborador experto, con alto nivel de calidad y buen ritmo de trabajo, este documento contiene las 5 tareas que componen el proceso con su respectiva explicación e imagen de ilustración. Como parte del desarrollo de esta mejora, en la Tabla 8 se presenta la caracterización del proceso de corte. A esta caracterización se le agregarán posteriormente los tiempos estándar y todos los manuales de capacitación serán preparados y redactados a partir de las tareas enunciadas en esta Tabla. Observe por ejemplo lo gráfico que debe ser esta caracterización y estandarización, puesto que el formato debe ser comprensibles para las personas independientemente del grado de escolaridad del mismo






CORTE POMPON		
1. OBJETIVO: ESTANDARIZAR EL METODO DEL CORTE DE POMPON.		
2. ALCANCE: LABOR DE CORTE POMPON.		
CORTE MANUAL DE POMPON BAJO PEDIDO.		
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	IMÁGENES
ARMAR EL RAMO	<p>*El operario realiza la debida inspección de la cama, identificando el punto de corte ideal para el pedido a desarrollar.</p> <p>*Al tiempo ubica la medida en la mano menos dominante.</p> <p>*Se procede hacer el tallo sin realizar daño en los laterales de los tallos mas cercanos, en simultaneo se pela y se quiebra el tallo en la parte inferior (Estas acciones se realizan cuando este se lleva hacia la otra mano)</p> <p>Se realiza el ramo almeando en la parte superior todos tallos y al mismo tiempo se mide.</p> <p>*El operario realiza el conteo mental de los tallos, Esto con el objetivo de cumplir con los tallos requeridos por cada pedido.</p>	
CORTAR RAMO	<p>*Se voltea el ramo en paralelo a la cama y se procede a realizar el corte arras de la vara medidora.</p> <p>*Se corta con el filo hacia fuera y con la tijera al derecho para evitar lecciones y para obtener un corte mas limpio</p>	
COLOCAR CAUCHO	<p>*Se toma el caucho en pinza para evitar desperdicios.</p> <p>*Se pone el caucho sosteniendo con el pulgar y dando triple vuelta al mismo.</p>	
COLOCAR CAPUCHÓN	<p>*Se introduce el ramo en el capuchón abriendo con los dedos en pinza</p> <p>*Luego de estar dentro del capuchón se hala hacia delante en un movimiento seco para evitar que el capuchón se rasgue. Si es doble caucho se repite la acción.</p> <p>*Si el ramo es doble caucho presionando capuchón, se voltea el ramo con los puntos florales en perpendicular con el suelo y se procede a subir el caucho sobre el capuchón.</p>	
LLEVAR AL BALDE	<p>*Luego se deposita el ramo en el balde y al mismo tiempo con la otra mano se le retira la vara.</p>	

Tabla 8. Caracterización del proceso de corte.



Imagen 6. Capuchón mal dispuesto.



Imagen 7. Cajas de capuchón sobre la cama.



Imagen 8. Tiempos muertos.



Imagen 9. Desorden en carro de material.

En las Imágenes 6 a 9 se puede observar la falta de orden y la mala distribución del material de trabajo, identificando mal manejo del capuchón, tiempos muertos de los colaboradores, flujo inadecuado en el camino central, mal manejo de los baldes de flor, y materiales sobre las camas.



Imagen 10. Flujo adecuado.



Imagen 11. Caminos ordenados.



Imagen 12. Cumplimiento del método.

En las imágenes 10, 11 y 12 se observa la mejora después de la implementación de la metodología de las 5s mejorando el flujo de materiales, personas, disminuyendo el desorden y el cumplimiento del método de corte establecido.

Evaluación de la factibilidad técnica y económica de las mejoras propuestas.

Análisis de la implementación de un estándar de corte y realización de un desglose para la capacitación y entrenamiento del personal, esto con el fin estandarizar la labor, aumentar la calidad y los rendimientos de los operarios y del grupo en general.

Se realizó un análisis ANOVA para identificar la correlación entre las variables rendimiento, ramos y horas de la labor de corte.

Tabla Anova

Respuesta: Ramos

	Sum Sq	Df	F Value	Pr(>F)
Rendimiento	30461139	1	32,297	0,000000017484 ***
Horas	367150385	1	389,36,431	< 2,2 e-16 ***
Rendimiento:Horas	34359731	1		0,000000002248 ***

Tabla 9. Tabla ANOVA para las variables analizadas.

De acuerdo con el análisis ANOVA se encuentra que, las variables horas y rendimiento son estadísticamente significativas para la variable ramos, es decir la implementación de las modificaciones realizadas lograron aumentar de manera significativa el rendimiento y disminuir las horas extras dedicadas a las etapas del proceso. Adicionalmente se encuentra que la Interacción entre rendimiento y horas extras es significativa, lo cual tiene mucho sentido puesto que el rendimiento se ve afectado por las horas laboradas, gracias a esto al momento de la aplicación de las mejoras se podría aumentar el rendimiento y disminuir las horas extra.

Lo anterior se corrobora gracias a el cumplimiento de los tres supuestos estadísticos de la ANOVA

Test de Breusch Pagan

Datos: Ramos - (Rendimiento + Horas) \wedge 2

BP = 8,6272 df = 1 P-Valor = 0,39807

Tabla 10. Test de Breusch Pagan para la heterocedasticidad.

Test de Durbin-Watson

Datos: Ramos - (Rendimiento + Horas) \wedge 2

DW = 2,4574 P-Valor = 0,987

Tabla 11. Test de Durbin-Watson para la Correlación.

Test de Shapiro-Wilk (Normalidad)

Datos: Ramos - (Rendimiento + Horas) \wedge 2

W = 0,95104 P-Valor < 0,5403

Tabla 12. Test de Shapiro-wilk para la normalidad

Al hacer el análisis de los tres supuestos, se encuentra que, todos cumplen, es decir, hay homogeneidad de las varianzas, los datos no están auto correlacionados y se ajustan a la distribución normal.

Al mismo tiempo se realizó un análisis de cajas y bigotes.

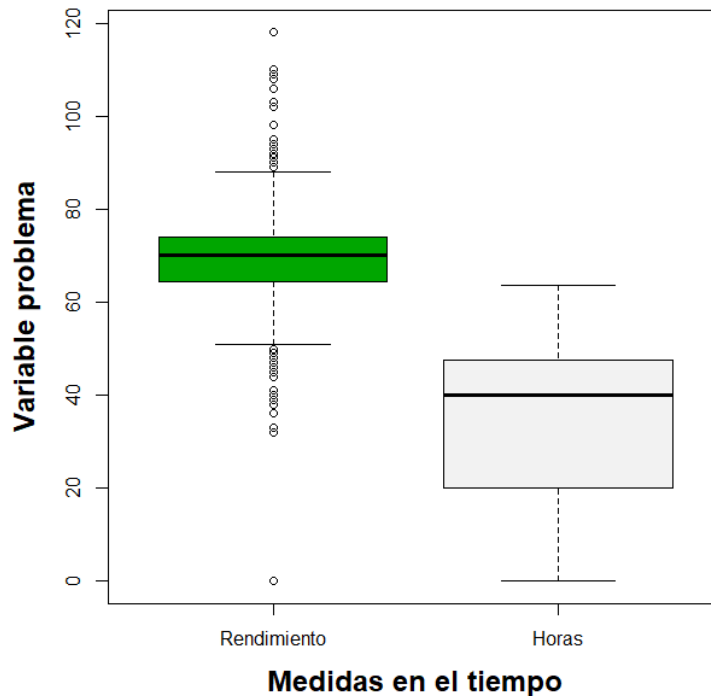


Figura 6. Diagrama de cajas y bigotes para las variables Rendimiento y Horas.

Luego de la implementación de las mejoras en el área de corte, se observa la relación entre el rendimiento y las horas (Figura 6). En el caso de la variable rendimiento, se presenta una cantidad considerable de datos atípicos, lo cual indica, que el rendimiento de los cortadores es variable, esto se debe a que la cantidad de producción en las semanas analizadas no fue constante, no todo el personal cuenta con la misma capacitación y hay alta rotación en el mismo.

Con respecto a las horas se encuentra una leve varianza, debido a los cambios en los volúmenes de producción (picos de corte) y las horas extras realizadas. Lo cual está relacionado con la alta variabilidad en los rendimientos fuera de los picos, y la alta cantidad de producción en los picos.

Durante las primeras 5 semanas del calendario de producción, se observa en el proceso de corte una tendencia a la baja en los rendimientos del área en general, por lo cual se realizó un análisis para identificación del proceso y propuestas de mejora. Luego de este análisis y del estudio de la factibilidad de las propuestas se realizó la implementación de algunas de ellas y se logró mejorar significativamente los rendimientos del área en general, aumentando el rendimiento en 10 puntos porcentuales de acuerdo con lo reportado en la (Figura 7).

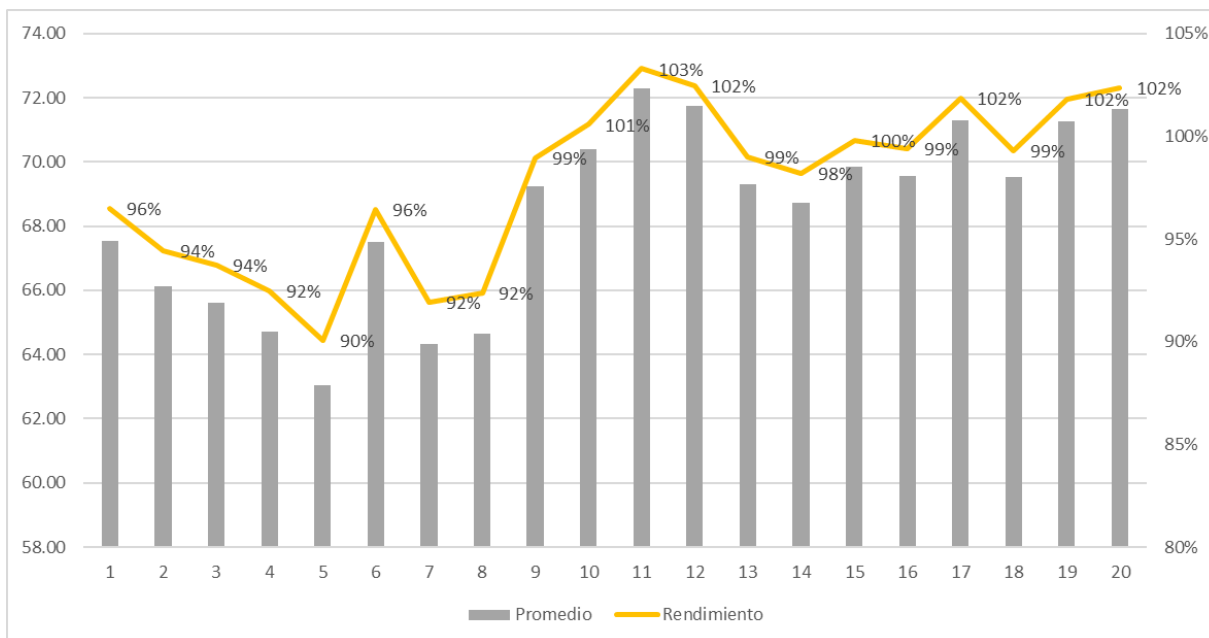


Figura 7. Comportamiento porcentual general del área de corte.

Aumento rendimiento	
Colaboradores	60
Redimiento estandar	70 RamosXHora
% Rend. General àrea antes	92% Puntos Porcentuales
% Rend. General àrea ahora	102% Puntos Porcentuales
Aumento en el % Rendimiento general	10% Puntos Porcentuales
Aumento rendimiento	7 RamosXHora
Ramos aumento	19950 RamosXsemana

Tabla 13. Aumento en el rendimiento.

Implementar un proceso de planeación de entrega de pedidos de acuerdo con la flor solicitada y los estimados que se tengan, entregar los pedidos por lotes de capuchón para así evitar mucho cambio de este y no tener tiempos ociosos, se aumentará la eficiencia de los sacarramos (ya que no estarán perdiendo tiempo en labores repetitivas innecesarias) y de los cortadores. De acuerdo con los estimados de corte y la revisión diaria que se hace, se debe tener un plan de asignación de camas desde un día antes.

Se identifica que estas 4 propuestas de mejora van integradas, por ello se propone la contratación de un ingeniero industrial para el área del proceso de corte y de producción, que trabaje de la mano con el agrónomo de la empresa en cuanto a los procesos técnicos de la producción de crisantemo. Se identifica las variedades similares en curva de crecimiento y noches de luz de cada una, para realizar los paquetes de siembra, teniendo en cuenta la proyección de siembra propuesta por la empresa. Teniendo la siembra empaquetada el corte tendrá ese mismo comportamiento y la planeación de entrega de pedidos, el punto de corte, los desplazamientos de los cortadores disminuirán y harán más eficiente el proceso del área de corte.

Con la implementación de estas propuestas se espera que mensualmente la empresa pueda aumentar sus ingresos en aproximadamente 459.000.000 millones de pesos, adicionalmente gracias a esto se tendrá una reducción en el requerimiento de mano de obra, por los tiempos los tiempos no productivos rescatados.

Requerimiento de Mano de Obra		
Horas no productivas totales	546.7	HorasXMes
Horas laboradas normales	205.3	HorasXMes
Disminución requerimiento MO	2.7	PersonasXMes
Disminución de costo MO	\$ 4,479,774.59	PesosXMes

Tabla 14. Disminución de costos de MO.

En la tabla anterior se discriminan los costos y la mano de obra que se redujo en el floricultivo, gracias a la recuperación de los tiempos improductivos identificados en la labor de corte, para ello se identifica el tiempo laborado por una persona en un mes, los tiempos perdidos, y el costo de mano de obra mensual con todos los costos prestacionales, con esto hallamos la disminución del requerimiento de mano de obra y los costos de esta.

Conclusiones

Con base en lo analizado en un floricultivo del Oriente Antioqueño, más específicamente en el municipio de Rionegro, se identificó que el proceso de corte carecía de una estandarización precisa, debido a las formas de corte observadas en los colaboradores, lo cual afectaba la calidad y productividad.

En términos del cumplimiento de los estándares de calidad requeridos por los clientes, se identificó que la inspección de calidad en campo es de vital importancia en el proceso, para evitar reprocesos tardíos y cuellos de botella, también se identifica que, gracias a este proceso, los clientes no realizan créditos (Cobros por no calidad).

Con la implementación de la estandarización del método de corte de disbud y pompón, y la aplicación de las 5s en el proceso, se logró el un aumento de los rendimientos del área, esto se soportó gracias a la hora a hora realizados a los colaboradores, para la mejora continua de la aplicabilidad del estándar establecido en el proceso.

La implementación de las mejoras presentadas logrará ingresos operacionales adicionales equivalentes a 459 millones de pesos. Igualmente, un aumento de la eficiencia operacional de 7 puntos porcentuales pasando de 92% a 99% y un ahorro equivalente de 4 millones y medio por operario de corte en el proceso.

Una de las dificultades encontradas es la alta rotación de personal que se presenta en el sector, ya que, al haber un alto flujo de personal, es difícil que estos se especialicen en su labor y logren alcanzar el rendimiento exigido por la empresa.

Se identificó que, gracias a la estandarización de la labor de corte, se aumentó significativamente la eficiencia de los colaboradores y la productividad del área.

El trabajo aplicado en el floricultivo permitió una amplia aplicación de los conceptos aprendidos en el programa de ingeniería industrial, que van desde el estudio estadístico, métodos y tiempos y herramientas Lean Manufacturing, como la estandarización y las 5s.

3. Tabla de Anexos o Apéndices

En el presente artículo se anexan los siguientes documentos que fueron soporte en el estudio desarrollado.

Tabla 1. Documentos adicionales incluidos con el proyecto de grado.

Nombre	Desarrollo (propio/terceros)	Tipo de Archivo	Enlace google drive (https://goo.gl/)
Control rendimientos	Propio	Excel	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1C6SB-K_7SdTc5fHKzd3HCfz_f6GjDKyc/edit#gid=1902449601
Encuesta	Propio	Excel	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1pSmABleHvrXVZqqScJGE8GsixhugcamT/edit?rtprof=true
Explicación del proceso de corte	Propio	Excel	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Gh6zUCC0v6VC78yeByFqYwkzMtDMIRR6/edit#gid=1131366928

Referencias

- [1] M. C. A. Del Hierro, “La floricultura colombiana: Cuestiones sin resolver en el marco del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos,” *La Floric. Colomb. Cuest. sin Resolv. en el marco del Tratado Libr. Comer. con Estados Unidos*, vol. 44, no. 8, pp. 1–9, 2020, doi: 10.1088/1751-8113/44/8/085201.
- [2] Á. B. G. Puerto, “Consideraciones finales,” *Const. Ciudad. y medio Ambient.*, no. 19, pp. 158–158, 2020, doi: 10.2307/j.ctv1503k3k.8.
- [3] C. Blok and T. Vermeulen, “Systems design methodology to develop chrysanthemum growing systems,” *Acta Horti.*, vol. 927, pp. 865–878, 2012, doi: 10.17660/ActaHortic.2012.927.107.
- [4] J. Zhang, S. Chen, R. Liu, J. Jiang, F. Chen, and W. Fang, “Chrysanthemum cutting productivity and rooting ability are improved by grafting,” *Sci. World J.*, vol. 2013, 2013, doi: 10.1155/2013/286328.
- [5] C. M. Uribe, “CAPIRO : LA INGENIERÍA DE LAS FLORES,” pp. 68–75, 2018.
- [6] T. F. P. COLLAZOS, “ESTANDARIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE CORTE Y TRANSPORTE DE NUEVOS PRODUCTOS DIVERSIFICADOS EN LA COMPAÑÍA ELITE FLOWER S.A.S CI,” 2020.
- [7] D. Osorio Henao, “ESTUDIO DE VIABILIDAD Y FACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UN CULTIVO DE FLORES FRESCAS CORTADAS EN EL ORIENTE ANTIOQUEÑO,” 2004.
- [8] E. Ciro and Fernandez Ledesma, “III Encuentro de Investigación Formativa Ingeniería Industrial Medellín,” 2013.
- [9] T. M. Hogg, *Lean Manufacturing*, vol. 12, no. 1. 1993. doi: 10.3233/HSM-1993-12106.