

**PROPUESTA PARA LA MEJORA DE RENDIMIENTO EN CLASIFICACIÓN DE  
MINICLAVEL EN LA POSCOSECHA UTILIZANDO LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN  
FBM**



**Autores**

**Carol Jinnethe Hernández Gutiérrez**

**David Felipe Eraso Narváez**

**Gabriel Alexander Arévalo Gómez**

**Tutor**

**Diana Cristina Moncayo Martínez**

**PhD (c) Ciencia y tecnología de los alimentos**

**Universidad el Bosque  
Facultad de Ingeniería  
Especialización en Gerencia de Producción y Productividad  
Bogotá, Colombia  
Noviembre de 2023**

## Contenido

<b>Resumen</b>	<b>9</b>
<b>Palabras clave</b>	<b>10</b>
<b>Introducción</b>	<b>11</b>
<b>1. Formulación del proyecto</b>	<b>12</b>
1.1 Problema de investigación	12
1.1.2. Descripción.	12
1.1.3. Planteamiento.	19
1.2 Justificación	19
<b>2. Objetivos</b>	<b>20</b>
2.1 Objetivo General	20
2.2 Objetivos específicos	20
<b>3. Metodología</b>	<b>21</b>
3.1 Metodología Objetivo 1.	21
3.2 Metodología objetivo 2.	22
3.3 Metodología objetivo 3.	23
<b>4. Alcance y resultado esperados</b>	<b>24</b>
4.1 Alcance	24
4.2 Resultado esperado	24
<b>5. Marco de referencia</b>	<b>25</b>
<b>6. Marco legal</b>	<b>27</b>
<b>7. Marco teórico</b>	<b>28</b>
<b>8. Resultados y análisis de los resultados</b>	<b>30</b>
8.1 Diagnóstico la situación actual de la clasificación de miniclavel en la máquina Flora Bunch Máster utilizando herramientas de mejora continua	30
8.1.1 Análisis del proceso actual: Metodología, tiempos y movimientos	30
8.2 Definir la propuesta de mejora para las variables principales que afectan el rendimiento de la máquina clasificadora de miniclavel Flora Bunch Máster	43
8.2.1 Calidad de la materia prima	43
8.2.2 Parametrizaciones y condicionamientos eléctricos y electrónicos de la máquina	45
8.2.3 Rotación de personal	48
8.2.4 Estandarización de la operación	48
8.2.5 Diagrama de Pareto	50
8.2.6 Evaluación de las estrategias de mejora:	51

8.2.7	Análisis de Viabilidad, Consistencia y Desarrollo de las estrategias propuestas:	52
8.3	Evaluación del impacto en el rendimiento de la máquina clasificadora de miniclavel Flora Bunch Máster con la implementación de las propuestas.	53
8.3.1	Aplicación de árbol de decisión para el ingreso de materia prima a la máquina y la planeación de la operación	53
8.3.2	Velocidades diferenciales en las bandas de clasificación	54
<b>9.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>58</b>
9.1	Conclusiones	58
9.2	Recomendaciones	58
	<b>Referencias</b>	<b>59</b>

### Lista de Tablas

Tabla 1. Palabras clave. Elaboración propia	10
Tabla 2. Millones de dólares vendidos correspondiente a flor exportada por país Fuente:(Boletín Técnico Exportaciones, 2023)	13
Tabla 3. Porcentaje de participación en el costo de producción de miniclavel Fuente: (Castellanos Domínguez et al., 2010)	16
Tabla 4. Comparación líneas de producción. Fuente: (Elaboración Propia)	18
Tabla 5. Actividades para la Recolección de Datos. Fuente:(Elaboración propia)	22
Tabla 6. Fórmulas Matemáticas Utilizadas en el desarrollo de la Metodología Objetivo 1. Fuente:(Elaboración Propia)	22
Tabla 7. Marco Referencial Fuente: (Elaboración Propia)	25
Tabla 8. Datos de rendimientos promedios de operación en cada área Fuente: (Elaboración Propia)	34
Tabla 9. Porcentajes de participación de causas de salida de flor del proceso. Fuente: (Elaboración Propia)	35
Tabla 10. Velocidades de procesamiento de las bandas Fuente: (Elaboración propia)	36
Tabla 11. Porcentajes de participación de tallos partidos por área en la máquina. Fuente: (Elaboración propia)	36
Tabla 12. Histórico 2023 de minutos de paradas no planeadas de máquina por día. Fuente: (Elaboración Propia)	37
Tabla 13. Rendimientos históricos por Año. Meses con mayor rendimiento Fuente: (Elaboración Propia)	38
Tabla 14. Resultados históricos Tallos Hora hombre. Fuente: (Elaboración Propia)	39
Tabla 15. Porcentaje Promedio ramos NC a final de banda. Fuente: (Elaboración Propia)	40
Tabla 16. Porcentaje Promedio ramos No Conforme 2023 por causa - Zona de hidratación. Fuente: (Elaboración propia)	41
Tabla 17. Parámetros de control de calidad de la operación de clasificación. Fuente: (Elaboración Propia)	42
Tabla 18. Condiciones de cambio de apertura en hidratación. Fuente: (Elaboración propia)	44
Tabla 19. Definición punto de corte de la flor. Fuente: (Elaboración propia)	44
Tabla 20. Evaluación de punto de apertura de la llegada de flor a recepción. Fuente: (Elaboración propia)	45
Tabla 21. Velocidades bandas de clasificación FBM. Fuente: (Elaboración propia)	46
Tabla 22. Escala de evaluación para estrategias de mejora Fuente: (Elaboración Propia)	52
Tabla 23. Matriz para evaluación de estrategias de mejora Fuente: (Elaboración Propia)	52

Tabla 24. Árbol de Decisión de planeación. Fuente: (Elaboración propia)	53
Tabla 25. Árbol de Decisión de ingreso de flor a operación. Fuente: (Elaboración propia)	53
Tabla 26. Impacto en el rendimiento de los Árboles de decisión. Fuente: (Elaboración propia)	54
Tabla 27. Comparación de Proceso Actual vs Propuesta de Mejora Velocidades diferenciales en bandas. Fuente: (Elaboración propia)	55
Tabla 28. Mejora de rendimiento con estrategia de cambio de velocidad en bandas. Fuente: (Elaboración Propia)	56

### **Lista de Figuras**

Figura 1. Exportaciones de Flores última década. Colombia. Fuente: (SALAZAR, 2023) .....	14
Figura 2. Diferencia fenotípica entre Clavel (izq.) y Miniclavel (der.) Fuente:(clavel, s.f; miniclavel, s.f) .....	15
Figura 3. Diagrama de operación secuencial Flora Bunch Máster. Fuente: CI Agrícola Cardenal S.A.S.(2021).....	17
Figura 4. Análisis del proceso actual. Fuente: (Elaboración propia).....	30
Figura 5. Tipos de puntos de apertura. Fuente: (Elaboración propia).....	44
Figura 6. Comparación grado de inclinación de la banda de alimentación al segundo nivel. Fuente: (Elaboración propia) .....	47
Figura 7. Comparación modificación del mecanismo de pelado. Fuente: (Elaboración propia).....	48
Figura 8. Árbol de decisión para la definición de la planeación de operación en máquina. Fuente: (Elaboración propia) .....	49
Figura 9. Árbol de decisión para definición de ingreso de flor a la operación. Fuente: (Elaboración Propia).....	50
Figura 10. Frecuencia mensual ordenada Fuente: (Elaboración Propia) .....	51
Figura 11. Estructura de la propuesta de mejora. Fuente: (Elaboración propia) .....	57

**Lista de Graficas**

Gráfica 1. Diagrama de flujo, procesamiento de miniclavel. Fuente: (Elaboración propia)	31
Gráfica 2. Histórico de rendimiento mensual FBM Fuente: (Elaboración propia)	38
Gráfica 3. Diagrama de interacciones FBM. Fuente: (Elaboración Propia)	43

**Tabla de anexos**

Anexo 1. Formato de toma de tiempos

Anexo 2. Base de datos de control de tiempos

Anexo 3. Monitoreo diario de apertura

Anexo 4. Registro fotográfico de visita

## Resumen

El presente documento es una propuesta para mejorar el rendimiento en la clasificación de tallos de miniclavel en poscosecha utilizando la línea de producción Flora Bunch Máster (FBM). El objetivo principal de esta propuesta es aumentar la eficiencia en el procesamiento de flores, haciendo uso óptimo de los recursos tanto físicos como humanos.

Para lograr este objetivo, se llevó a cabo un análisis detallado del proceso actual de clasificación de miniclavel en la máquina FBM, utilizando herramientas de mejora continua como el diagrama de flujo, el análisis de Pareto y la matriz de priorización. A partir de este análisis, se identificaron los puntos críticos del proceso y se propusieron estrategias de mejora para cada uno de ellos.

Los objetivos específicos de la propuesta son: mejorar la eficiencia en la clasificación de tallos de miniclavel, definir el grado de calidad al que pertenece cada tallo (selecto, único, nacional, cabezas), aumentar la productividad relacionada con el volumen de flor que se procesa por hora en la máquina y reducir los tiempos de inactividad de la máquina.

La propuesta se compone de varias etapas, que incluyen la implementación de mejoras en la máquina FBM, la capacitación del personal encargado de la clasificación de miniclavel y la implementación de un sistema de monitoreo y control de calidad. Se espera que estas mejoras permitan aumentar el rendimiento en la clasificación de tallos de miniclavel en poscosecha en un 20%

## Palabras clave

*Tabla 1. Palabras clave. Elaboración propia*

<b>Palabra Clave</b>	<b>Descripción</b>
Eficiencia	Capacidad de procesamiento de flor haciendo uso óptimo de los recursos tanto físicos como humanos
Clasificación	Definir el grado de calidad al que pertenece un tallo (Selecto, único, nacional, cabezas)
Rendimiento	Productividad relacionada con el volumen de flor que se procesa por hora en la máquina
Reprocesos	Tiempos muertos generados por fallas en el proceso que requieren de hacer modificaciones a ramos que ya se encuentran procesados pero que no cumplen alguna condición de calidad
Tallos/Hora Hombre	Indicador generado por poscosecha para medir la eficiencia definida en el volumen de flor equivalente que procesa cada persona en proceso poscosecha

## **Introducción**

La demanda de miniclaveles en diferentes países está en aumento, debido a la reactivación económica post pandemia. Colombia representa un 16% de participación en las exportaciones de flores a nivel mundial. La empresa Agrícola Cardenal, se dedica a la producción y comercialización de miniclavel, siendo una de las principales empresas del sector. La empresa busca responder a la demanda actual del mercado minimizando los recursos utilizados, para alcanzar los objetivos de la compañía. Sin embargo, el bajo rendimiento en la máquina clasificadora de miniclavel Flora Bunch Máster (FBM) impacta toda el área de la poscosecha debido a la pérdida de eficiencia y oportunidad en la entrega de órdenes del producto terminado lo que limita o reduce la probabilidad de permanencia en el mercado tanto con clientes actuales como con posibles futuros clientes.

Mediante una metodología mixta de carácter descriptivo se evaluaron diferentes autores en busca de aclarar las causas iniciales del problema. Posteriormente la investigación explicativa aportó a la definición de las posibilidades de mejora y las posteriores estrategias definidas. Finalmente, el estudio de caso específico del grupo de personas que interactúan en la clasificación del miniclavel en la máquina FBM guio sobre los posibles resultados de una implementación de las estrategias. Todo lo anterior en con el fin de lograr una mejora en el rendimiento de la máquina clasificadora FBM en poscosecha.

## 1. Formulación del proyecto

### 1.1 Problema de investigación

A continuación, se describe el problema de investigación en la clasificación en la poscosecha de miniclavel utilizando la máquina clasificadora FBM de la empresa C.I. Agrícola Cardenal sede El Rosal.

#### 1.1.1. Identificación.

Colombia se caracteriza por su biodiversidad de flora en distintas regiones del país (Rangel-Churio, 2015). Esto permite que el sector floricultor se destaque a nivel internacional siendo el segundo país exportador del mundo después de Holanda (Dirección de cadenas Agrícolas y Forestales, 2020).

La producción en Colombia se encuentra principalmente en Cundinamarca con una participación del 66% en hectáreas dedicadas a la floricultura (Ceniflores, 2023), en donde se presentan la rosa, la hortensia y el clavel como principales productos para exportación. Esta zona cuenta con más de 5.800 hectáreas de producción las cuales responden a la demanda de los países más representativos del mercado como Estados Unidos (75%), Canadá, Holanda y Reino Unido (12%) (Ceniflores, 2023).

#### 1.1.2. Descripción.

El mercado mundial de flores cortadas ha tenido un crecimiento considerable en las últimas dos décadas pasando de US\$ 3.7 billones en el año 2000 a US\$ 7.9 billones en el año 2020 representando un crecimiento general del 114% (Chavarro, s.f).

El 93% de estas exportaciones provienen de solo tres regiones como son Europa con el 52% representando Países Bajos con el 89%, seguida de Latinoamérica con el 30% encabezando Colombia con el 60% y África meridional con el 11% siendo su principal exportador Kenia con el 70% (Chavarro, s.f).

En importaciones el 95% tiene como destino tres regiones representativas como son Europa con el 68% con Alemania como el principal país con el 23%, seguida de América del Norte con el 21% encabezando Estados Unidos con el 69% y Asia Oriental y Sudoriental con el 6% siendo su principal importador Japón con el 69% (Chavarro, s.f).

Para Colombia como primer productor de la región, teniendo a Estados Unidos como principal comprador el cual representa el 76% de las ventas, seguido de Japón con el 4.4%, Canadá y Países Bajos con el 3,7%, Reino Unido con el 2,6%, España con el 1,6% y Bielorrusia con el 1,3%, constituye un reto importante conquistar el mercado de los otros 97 países a los cuales también se exporta pero que solo representan el 6,7% de las ventas como el caso de Alemania, otros países europeos y asiáticos (Ceniflores, 2023).

En nuestro país para el año 2021 las 8.900 hectáreas destinadas a la producción de flores cortadas representan un incremento en área del 19,9% durante los últimos siete años y las 302.000 toneladas un aumento en la producción del 32,8%; esto significa una mejora en el rendimiento por hectárea del 16,1% o 0,78 toneladas por hectárea al año teniendo en cuenta el mismo periodo de tiempo con este panorama la mejora en rendimientos por unidad de área para el sector floricultor representan un desafío más al antes mencionado (Ceniflores, 2023).

En cifras para el año 2022 la exportación colombiana de flores cortadas mejoró un 19,1% respecto al año anterior generando US\$ 2.029,7 millones posicionándose como el segundo producto no minero en exportaciones y ratificando su relación y comportamiento comercial, como

se muestra en la Tabla 2 se encuentra Estados Unidos, Canadá y Reino Unido como los principales destinos de flor exportada (*Boletín Técnico Exportaciones*, 2023).

Tabla 2. Millones de dólares vendidos correspondiente a flor exportada por país Fuente: (*Boletín Técnico Exportaciones*, 2023)

PAÍS DESTINO	US\$ (Millones)
Estados Unidos	1627,9
Canadá	65,45
Reino Unido	60,24
Japón	51,2
Países Bajos	51,01
Otros países	173,2

Además del impacto monetario del sector floricultor en la economía de Colombia por sus exportaciones, el transporte de la flor cortada juega un papel importante ya que el 94% se realiza vía aérea y el 6% vía marítima creando en conjunto una marcada huella social al generar aproximadamente 200.000 empleos entre directos e indirectos en 90 municipios del país en donde el 60% de los colaboradores son mujeres (*Boletín Técnico Exportaciones*, 2023).

Colombia gracias su ubicación geográfica ecuatorial y la falta de estaciones climáticas logra que la longitud del día sea siempre la misma a lo largo del año, esto facilita la programación de siembras en su mayoría bajo invernaderos cubiertos con polietileno y la producción pensando en fiestas especiales como San Valentín, día de la mujer, San Patricio, día de la Madre, Santos y Navidad más otras fiestas orientales como Ohigan y Obon que se han ido posicionando y que también se distribuyen durante el año.

Las temperaturas dependen de los pisos térmicos, siendo Cundinamarca y Antioquia los departamentos representativos en área cultivada con el 66% y 33% respectivamente (Ceniflores, 2023), ya que cuentan con climas fríos con temperaturas que oscilan entre los 5 y 20 grados centígrados y altitudes entre los 2.000 y 3.000 metros sobre el nivel del mar con accesibilidad relativamente rápida por carretera, en promedio 2,5 horas de viaje, a aeropuertos con terminales de carga internacionales que facilitan su logística.

En la actualidad en estas regiones se cultivan 600 especies siendo representativas como flores de corte por su área sembrada la Rosa con el 23%, Claveles con el 14%, Crisantemo con el 9%, Alstroemeria con el 5%, Hortensia con el 4%, Lirio con el 1% y otras especies con el 44% (Ceniflores, 2023).

Para el caso del Miniclavel, el comportamiento durante la última década ha sido positivo comparado con otras especies de flor cortada representativas como la Rosa y el Pompón como se muestra en la Figura 1, con excepción del año 2020 debido a la pandemia por COVID-19.

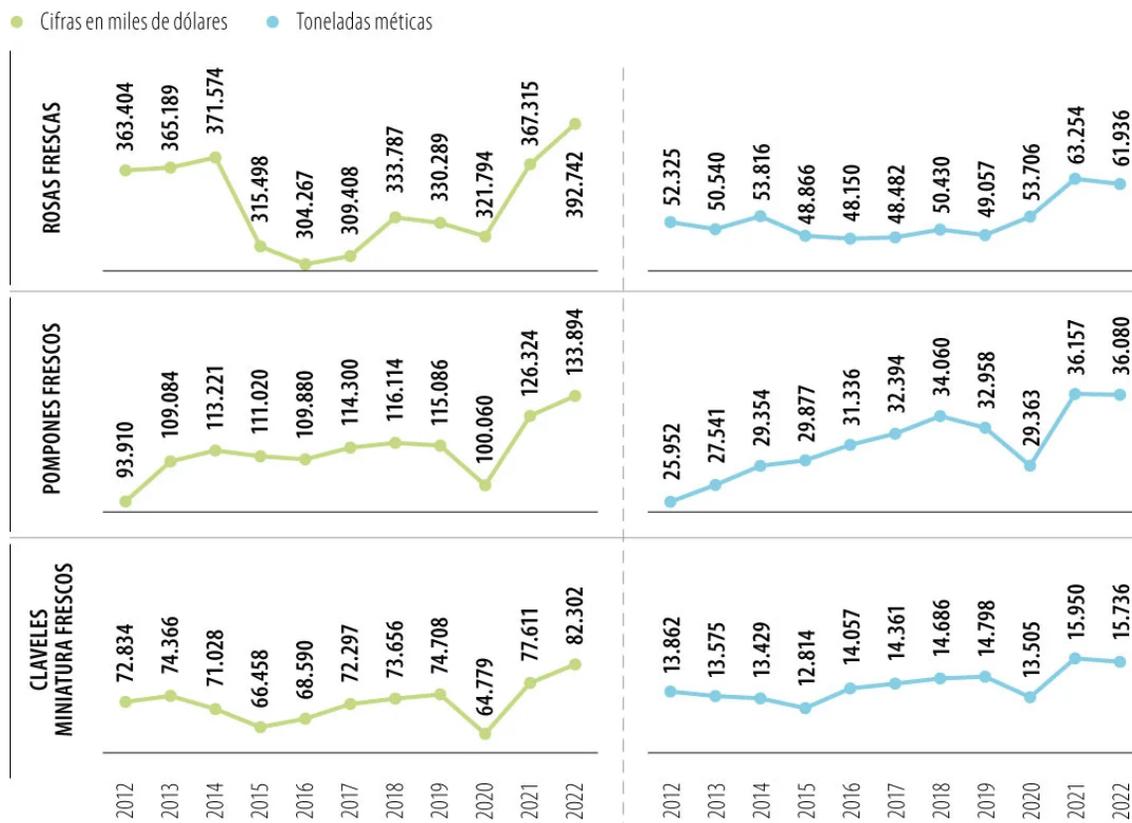


Figura 1. Exportaciones de Flores última década. Colombia. Fuente: (SALAZAR, 2023)

Dentro de la especie Clavel (*Dianthus caryophyllus*) se cultivan dos tipos: el Clavel o Clavel estándar, caracterizado por un único punto floral por tallo y el Clavel miniatura o Miniclavel caracterizado por tres o más puntos florales por tallo, así como se muestra en la Figura 2. Además del número de puntos florales y el tamaño de estos, los diferencian características fenotípicas como largo y ancho en tallos y hojas, permitiendo realizar algunas labores culturales propias de cada una como el “desbotone” o eliminación de los puntos florales laterales dejando el punto floral principal en el Clavel o lo contrario el “descabece” o eliminación del punto floral principal dejando los puntos florales laterales en el Miniclavel.



Figura 2. Diferencia fenotípica entre Clavel (izq.) y Miniclavel (der.) Fuente:(clavel, s.f; miniclavel, s.f)

En los dos tipos de clavel, las demás labores culturales propias de la especie como propagación asexual, cosecha de esqueje, enraizamiento de esqueje, alistamiento de sustrato como alternativa al suelo por su alta contaminación durante las últimas décadas con *Fusarium* sp, trasplante, despunte para quintuplicar el número de tallos por planta, riego, fertilización, deshierbe, control fitosanitario, tutorado empleado madera y mallas prefabricadas, encanaste, cosecha teniendo en cuenta el punto de corte o apertura de la flor establecido por la poscosecha y transporte a poscosecha se comparten y hacen que sea una de las especies de flor cortada que genera más empleo al demandar en promedio 15 operarios por hectárea en comparación con la Rosa que demanda la mitad de trabajadores (Castellanos Domínguez *et al.*, 2010).

En Clavel se tienen diferentes variedades para un mismo color y al promediar las programaciones de producción anual, los colores rojos con el 30%, blanco con el 15% y rosado con el 15% son los principales, los demás colores como amarillo, naranja, cereza, verde y vino tinto al igual que los porcentajes, se distribuyen durante el año dependiendo las fiestas y demanda. En las condiciones de la Sabana de Bogotá y utilizando sustrato como medio de anclaje para la planta con una densidad promedio de 28 plantas por metro cuadrado se tiene un ciclo útil de 75 semanas, concentrando su producción en dos picos, el primero cerca de semana 26 y el segundo de semana 54, semanas contadas a partir de trasplante en cultivo, con producciones que fluctúan entre los 180 y 210 tallos brutos por metro cuadrado al año dependiendo de la variedad y las condiciones de luminosidad y evapotranspiración durante el ciclo. A continuación, en la Tabla 3 se muestra la distribución de los costos asociados a la producción de miniclavel (Castellanos Domínguez *et al.*, 2010).

Tabla 3. Porcentaje de participación en el costo de producción de miniclavel Fuente: (Castellanos Domínguez et al., 2010)

Ítem	%
Mano de obra cultivo	46
Mano de obra poscosecha	14
Insumos	14
Material vegetal	8
Administrativo	5
Financiero	5
Depreciación	4
Energía y combustibles	2
Mantenimiento construcciones	2
<b>Total</b>	<b>100</b>

Flores Funza es un grupo empresarial con más de 200 hectáreas en producción de flores de exportación reconocida en el mercado mundial por su calidad e innovación. Pertenecen a este grupo ocho razones sociales entre las cuáles se encuentran siete fincas de producción y poscosecha con varias sedes, una comercializadora de productos e insumos agrícolas, una bouquetera y dos fincas encargadas de propagar los esquejes, las cuales están ubicadas en la Sabana de Bogotá.

Ofrece al mercado más de treinta productos en producción durante todo el año de los cuales los cuatro más representativos son Clavel, Alstroemeria, Miniclavel y Rosa. Estos productos son enviados a más de veinte países a nivel mundial en Norteamérica, Europa, Asia Oriente medio y Sudamérica (*Flores Funza, s/f*). Una de las empresas que pertenecen a este grupo del sector floricultor es Agrícola Cardenal. Esta empresa cuenta con dos sedes de operación, una ubicada en el municipio de Facatativá dedicada a la producción y comercialización de clavel estándar y rosa, y la otra sede ubicada en el municipio de El Rosal se dedica a la producción y exportación de miniclavel. La sede El Rosal cuenta con un área de 20.06 hectáreas de producción bajo invernadero en la que participan en promedio doscientos colaboradores operativos, con una media de producción en temporadas valle de 670.000 tallos semanales y en temporadas altas puede llegar a 1.200.000 tallos por semana, la cual debe responder a la demanda que se incrementa generalmente con la celebración o conmemoración de fechas especiales en el mundo, como los son: *Mother Day, San Valentin Day, Christmas, Thanksgiving Day y Easter*, fechas en las cuales el miniclavel es el producto más comercializado (*C.I Agrícola Cardenal S.A.S, 2023*).

El proceso de la finca de Agrícola Cardenal se divide en dos grandes áreas el, cultivo y la poscosecha. En el área de cultivo se tiene la producción, desde la siembra del esqueje enraizado en invernaderos, la formación de plantas, pasando por control de enfermedades (fertilización y riego) hasta el corte y transporte de la flor. Posterior a la producción inicia la poscosecha de la flor. El área de la poscosecha es un lugar cerrado en el que se hace el procesamiento de la flor cortada desde la recepción, clasificación, empaque, hasta el despacho del producto terminado (*C.I Agrícola Cardenal S.A.S, 2023*).

La etapa de clasificación de la flor en la poscosecha se encuentra determinada por dos líneas de operación: la línea manual que se utiliza en temporadas altas de proceso, y la línea con la

máquina clasificadora *Flora Bunch Máster Select 2* (FBM) la cual se utiliza durante todo el año en dos turnos de procesamiento.

La máquina se define como una banda transportadora que permite la clasificación y armado de ramos de flor cortada. Como se muestra en la Figura 1, el sistema está enfocado en tres etapas de la operación. La primera etapa abarca las entradas del proceso las cuales son materias primas, insumos y materiales de empaque. La segunda etapa es el proceso de clasificación en la máquina FBM en la que se presentan diferentes procesos en los módulos disponibles. La tercera etapa corresponde a la entrega de los ramos armados al punto de almacenamiento temporal. El producto que debe salir del proceso son ramos armados con capuchón teniendo en cuenta los parámetros de calidad de los clientes.

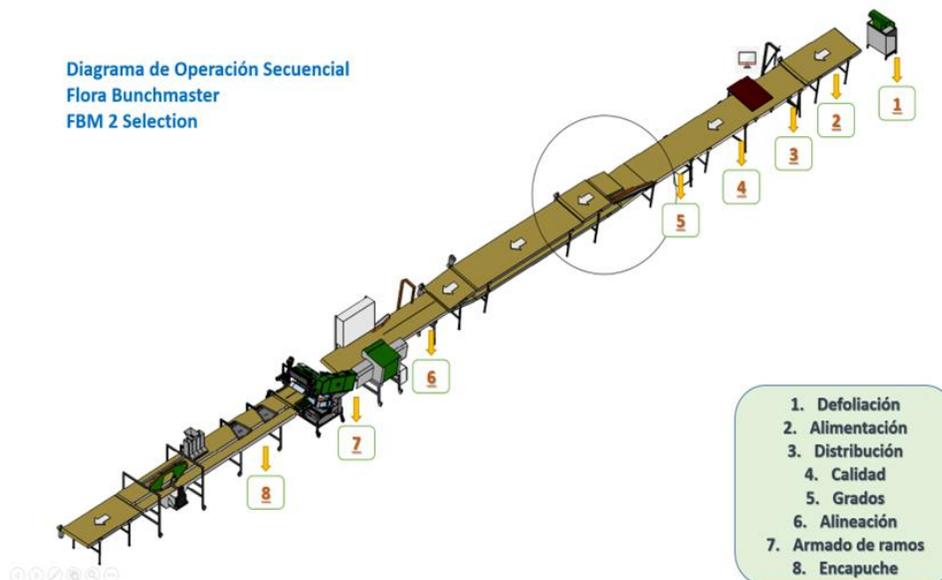


Figura 3. Diagrama de operación secuencial Flora Bunch Máster. Fuente: CI Agrícola Cardenal S.A.S.(2021)

La capacidad de procesamiento de la máquina es de 9.000 tallos por hora y actualmente se encuentra en un rendimiento de 5.000 tallos por hora en promedio de los dos turnos de procesamiento. Esto se debe posiblemente a diferentes novedades en la calidad final del ramo armado, como el mal conteo, problemas de fitosanidad, desnivel del ramo o mala calidad de la materia prima. Como también paradas no planeadas de la máquina, tiempos muertos del sistema causados por reprocesos y la alta rotación del personal. En la Tabla 4 se muestra una comparación de las dos líneas de producción, evidenciando que en la línea de producción FBM no se cumple el plan de producción de la empresa, lo que impacta el cumplimiento de la demanda si se toma en cuenta que, el porcentaje de participación del proceso de la máquina en la eficiencia de la cosecha es de un 55%.

Tabla 4. Comparación líneas de producción. Fuente: (Elaboración Propia)

Ítem	Clasificación Manual	Clasificación FBM
Rendimiento/Persona/Hora	280 - 320 Tll/persona	800 - 815 Tll/Persona
Capacidad Instalada/Hora	6.720 - 7.680 Tll/Hora	6.400 - 6.520 Tll/Hora
Necesidad de Personas Para Operar/Hora	24 personas/Hora	8 personas/Hora
Capacitación	Varias labores en la misma actividad. Capacitaciones largas	Especialización de labores. Capacitaciones cortas
Calidad de Materia Prima	Resultados con un nacional promedio del 10%. No requiere más condicionamientos	Resultados con un nacional promedio del 10%. Flor con homogeneidad de apertura en 2 o menos puntos de corte. No acepta tallos con problemas fitosanitarios críticos. No pueden procesarse tallos con medida superior a 67 cm. Tallos cortos los desecha.
Uso de Energía eléctrica	No afecta significativamente. Uso de planta eléctrica.	Posibles desconfiguraciones electrónicas. Paradas de máquina superiores a 5 minutos en cada cambio de red de energía.
Mantenimientos Preventivos	Paradas de 1 vez al año. Lavado general 1 vez al mes. Desinfección y limpieza básica diaria.	Paradas de 3 veces al año. Lavado general 1 vez la semana. Desinfección y limpieza básica diaria. Posibles paradas de máquinas adicionales a las programadas.
Consumo de repuestos consumibles en operación	Disco de corte 1 vez al año. Atadoras 1 vez al año.	Cepillos 2 por semana. Atadoras cada 3 meses. Correas cada 1,5 - 2 meses. Bandas 1 - 1,5 años.

### **1.1.3. Planteamiento.**

¿Qué propuesta se puede plantear para la mejora de rendimiento en clasificación de miniclavel en la poscosecha utilizando la máquina de clasificación *Flora Bunch Máster*?

## **1.2 Justificación**

El propósito de este trabajo es proporcionar una herramienta valiosa y útil, diseñada específicamente para buscar la mejora en el rendimiento de clasificación de miniclavel en la máquina FBM de poscosecha, tomando en cuenta que no se cuenta con precedentes la empresa Agrícola Cardenal. Este enfoque también puede ser de gran utilidad, debido a que puede servir como una guía para el desarrollo de estrategias futuras destinadas a maximizar el uso de una manera eficiente la máquina FBM.

Como primer paso, se registrará y documentará de manera detallada todo el proceso, examinando cada aspecto relevante. Luego, se procederá a evaluarlo paso a paso detallando estrategias de mejora para los puntos críticos y, finalmente, se presentará la propuesta concreta de mejora. Es fundamental comprender la importancia de este proyecto, ya que se trata de una herramienta eficaz para mejorar la productividad de la máquina, permitiendo estandarizar su proceso y reducir, en la medida de lo posible, el impacto de procedimientos improductivos.

El objetivo central de este proyecto es identificar los principales inconvenientes que afectan el rendimiento de la máquina, lo que, en última instancia, incide en todo el proceso de poscosecha. Esto genera un efecto que podría resultar en un incumplimiento de entrega al cliente y en la pérdida de estos. Nuestra investigación está orientada a mejorar el resultado general de la poscosecha y, en consecuencia, de la empresa, optimizando costos a través de un análisis riguroso en relación con el uso de la máquina.

## 2. Objetivos

### 2.1 Objetivo General

Formular una propuesta de mejora para aumentar el rendimiento en clasificación de miniclavel en la poscosecha utilizando la máquina de clasificación *Flora Bunch Máster (FBM)*.

### 2.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de la clasificación de miniclavel en la máquina *Flora Bunch Máster* utilizando herramientas de mejora continua.
- Definir la propuesta de mejora para las variables principales que afectan el rendimiento de la máquina clasificadora de miniclavel *Flora Bunch Máster*.
  - Evaluar el impacto de implementar la propuesta en el rendimiento de la máquina clasificadora de miniclavel *Flora Bunch Máster*.

### 3. Metodología

Este proyecto busca identificar los factores que inciden en el bajo rendimiento de la máquina clasificadora Flora Bunch Máster obteniendo datos de las observaciones desarrolladas en las visitas al proceso, así como de los históricos que lleva la poscosecha para el control de la operación. Todo lo anterior para identificar una propuesta de mejora que mejore el rendimiento.

Las técnicas y fuentes de información que se emplearon en este trabajo son:

- Observación del proceso de clasificación y entrevistas a los operarios de la FBM. En estas visitas se tomaron registros fotográficos para apoyar los análisis.
- Fuentes primarias de información. Información recopilada con los operarios de la máquina y miembros de la poscosecha que contribuyeron con la recolección y análisis de datos.
- Fuentes adicionales de información. Son datos históricos de la empresa, teorías referentes a la mejora de rendimiento, así como libros y tesis desarrolladas anteriormente con objetivos similares de mejoras en procesos de poscosecha

A continuación, se presenta la metodología definida para cada objetivo planteado:

#### 3.1 Metodología Objetivo 1.

##### **Diagnóstico la situación actual de la clasificación de miniclavel en la máquina Flora Bunch Máster utilizando herramientas de mejora continua**

Para este objetivo se empleó una metodología mixta de carácter descriptivo, entre las actividades realizadas se encuentran:

- **Recolección de datos**

Mediante el desarrollo de visitas a la empresa en la etapa de poscosecha se identificaron las actividades ejecutadas en las etapas de la línea FBM, desde la llegada de los tallos y su logística de distribución hasta la entrega de los ramos al área de hidratación. En cada etapa de clasificación en la máquina FBM se registraron los tiempos de cada actividad con la aplicación del Formato 1 (Anexo 1), número de personas que intervienen, número de tallos no conformes, reprocesos, tiempos muertos, paradas no planeadas de máquina y ramos entregados al área de hidratación para tener los datos suficientes para calcular el rendimiento actual de la máquina e identificar las principales causales de reducción del indicador estudiado.

Diagnóstico actual de la línea de clasificación de flores en la poscosecha se ejecutaron las siguientes actividades mencionadas en la Tabla 5.

Tabla 5. Actividades para la Recolección de Datos. Fuente:(Elaboración propia)

Actividad	Tareas
Visita a poscosecha	Reconocer el proceso de clasificación en la maquina FBM + Registro fotográfico
Visita a poscosecha	Entrevistar al personal operativo, mantenimiento, líder y supervisora del área
Recolección de datos históricos (agosto 2021 - agosto 2023)	Buscar y recopilar datos históricos de indicadores específicos de la operación

- **Análisis de datos.**

Con la información recopilada en la etapa de diagnóstico y la metodología mixta de carácter descriptivo: considerando se calculó el rendimiento objetivo del proceso de clasificación de miniclavel como se observa en la Tabla 6.

Tabla 6. Fórmulas Matemáticas Utilizadas en el desarrollo de la Metodología Objetivo 1. Fuente:(Elaboración Propia)

Nombre de la Fórmula	Descripción	Caracteres
Rendimiento Actual	$TII\_Proces/Hrs\_T$	<b>TII_Proces:</b> Tallos totales procesados <b>Hs:</b> Horas de trabajo del mismo periodo
Rendimiento Esperado	$TII\_Esper/Hrs\_T$	<b>TII_Esper:</b> Tallos totales esperados en el proceso <b>Hrs_T:</b> Horas de trabajo totales del mismo periodo
Tallos/Hora Hombre	Total de tallos procesados por periodo/Horas totales de procesamiento en el mismo periodo	<b>Total de tallos procesados:</b> Cantidad de tallos procesados en un periodo de tiempo específico <b>Horas totales de procesamiento:</b> Total de horas de todo el personal en proceso poscosecha en el mismo periodo de tiempo

Luego se utilizó como método de evaluación de los análisis resultantes para finalizar la determinación de las variables que impactan el proceso significativamente un diagrama de interrelaciones; éste diagrama se realizó con el fin de identificar las principales causas raíz que conllevan a la pérdida de rendimiento del proceso.

### 3.2 Metodología objetivo 2.

#### **Definición de la propuesta de mejora para las variables principales que afectan el rendimiento de la máquina clasificadora de miniclavel Flora Bunch Máster**

Para el segundo objetivo se planteó una metodología mixta de carácter descriptivo, de la cual se originó una lluvia de ideas con 15 estrategias de mejora y con el fin de identificar las que más

impactan el proceso de clasificación y su rendimiento se desarrolló un diagrama de Pareto, es así como se genera una evaluación de las principales causas raíz que disminuyen el rendimiento del proceso mediante el planteamiento tanto de las estrategias como de los beneficios de implementación representando el 85% de impacto. Con el análisis de estas herramientas se plantearon estrategias que buscan mejorar los puntos críticos del proceso enmarcadas en aspectos de calidad de la materia prima, tecnológicos, de personal y de estandarización. Las estrategias fueron ponderadas mediante matrices que incluyeron aspectos como viabilidad, consistencia y de desarrollo siendo estos aspectos evaluados por 7 personas que interactúan en el proceso y tienen responsabilidades significativas dentro de éste (un director, un administrativo, un supervisor, dos de calidad, un de mantenimiento y un operario); pasaron al desarrollo del objetivo 3 las estrategias que obtuvieron un resultado mayor o igual a 3,6 para las tres matrices.

### **3.3 Metodología objetivo 3.**

#### **Evaluar el impacto en el rendimiento de la máquina clasificadora de miniclavel Flora Bunch Máster con la implementación de la propuesta - metodología mixta de carácter descriptivo**

Teniendo en cuenta la propuesta definida en el objetivo 2, se presentó la viabilidad de las dos estrategias evaluando el impacto de cada uno de sus apartados. Primero se analizó la implementación de los dos árboles de decisión tanto para la planeación como para la toma de decisión de la flor que ingresa a proceso. Posteriormente se formuló el análisis de la segunda estrategia utilizando como base de éste el funcionamiento de dos máquinas clasificadoras que se encuentran implementadas en otras dos fincas diferentes con buenos resultados de operación Finalmente se resume la mejora en tallos exportables que se lograría en la empresa Agrícola Cardenal con la implementación de la propuesta.

## **4. Alcance y resultado esperados**

### **4.1 Alcance**

El alcance de la presente propuesta conceptual es mejorar el rendimiento en la clasificación de miniclavel en la poscosecha de Agrícola Cardenal SAS. El documento incluye un diagnóstico del proceso actual de clasificación, una propuesta de mejora y una evaluación teórica del impacto que se espera lograr con la implementación de la propuesta. Además, se presenta una metodología para evaluar el impacto en el rendimiento de la máquina clasificadora de miniclavel Flora Bunch Máster con la implementación de la propuesta.

### **4.2 Resultado esperado**

Se presentará un documento escrito con el diagnóstico del proceso, la propuesta conceptual del plan de mejora y el análisis del impacto en el proceso con el fin de incrementar un 20% el rendimiento de la máquina clasificadora de miniclavel.

## 5. Marco de referencia

En este marco se muestran los avances en tema de mejora de procesos en floricultura para mejorar ya sea el rendimiento o la calidad de los procesos. Éstos se muestran a continuación en la Tabla 7.

Tabla 7. Marco Referencial Fuente: (Elaboración Propia)

No.	Autores		Resultados principales	Conclusiones
1	Villavicencio Marcelo	Toro Andrés	La optimización de tiempos puede mejorarse reduciendo tiempos muertos y definiendo una actividad por labor equilibrando los cuellos de botella	Ejecutar la alternativa de mejora que propone la opción 1 debido a que optimiza el proceso en un 13,82%. Disminuye costos y tiempo de operación.
2	Medaglia Manuel	Uribe Andrés Carlos	Aumento en ventas. Ventajas competitivas y comparativas en el mercado.	Mejoras en operación del ciclo productivo. Retos en automatización e innovación de procesos.
3	Guarnizo Castaño Martinez del Mar	Carvajal - Gómez Carmen Edith - Yakira Edwin Giovanni	Morales Gómez colaboradores. Se contará con herramientas de capacitación e inducción y ayudas tecnológicas para visualización	Se identifican los factores causantes de la baja productividad en la mano de obra. Se agrupan en categorías las causas y se visualiza la relación entre ellas se estima una mejora en la productividad y una reducción en los tiempos muertos en la jornada laboral.

No.	Autores	Resultados principales	Conclusiones
5	Montoya Gómez Rubiano Fernández - Rangel Diaz Martin Gómez Lariro Orlando - Jose Luis Jorge Eliecer	Diseño y construcción de transporte de flor sin maltrato y con la velocidad controlada según la necesidad de producción Diseño y construcción de una máquina que permite clasificar con los parámetros preestablecidos Diseño y construcción de un sistema semi automatizado que permite la formación y empaque de ramos por 24 unidades	El diseño responde adecuadamente a los criterios establecidos El sistema de transporte es de fácil construcción y mantenimiento y capaz de soportar las cargas aplicadas El sistema permite ajustar la velocidad de operación y cumplir con la demanda del mercado El sistema realiza una correcta clasificación gracias a la redundancia en las señales que lo controlan El sistema de empaque cubre el incremento en mano de obra o la insuficiencia de esta.

## 6. Marco legal

La normativa principal que define las condiciones de operación en la poscosecha de flores es la Resolución 063625 del 12 de marzo del 2020 emitida por el ICA condiciona a las empresas a cumplir con estos parámetros para poder exportar flores

Por medio de la cual se establecen los requisitos para obtener el registro del lugar de producción de flores o ramas cortadas de las especies ornamentales con destino a la exportación y para el registro de exportador e Importador de flores o ramas cortadas de las especies ornamentales (Instituto Colombiano Agropecuario, 2020).

Por otro lado, la Resolución 53956 de la Superintendencia de Industria y Comercio, se otorga la denominación de origen solicitada por Asocolflores para lo que se denomina Claveles de Colombia, que corresponde a la producción tanto de Miniclavel como de Clavel Estándar en los departamentos de Cundinamarca y Antioquia. En esta resolución, numerales 2.2 y 2.3 se encuentran discriminados los municipios en los que se delimita la aplicación de esta resolución, dentro de los cuales se encuentra el municipio de El Rosal y es allí donde se desarrolla este proyecto (Superintendencia de Industria y Comercio, 2011).

## 7. Marco teórico

Las herramientas de mejora continua son instrumentos, métodos y enfoques que se utilizan en diversos entornos, como negocios, industrias o servicios, para identificar, analizar y optimizar procesos para lograr mejoras continuas en eficiencia, calidad, productividad y satisfacción del cliente. Estas herramientas son esenciales para implementar conceptos de mejora continua como Lean Manufacturing, Six Sigma, Total Productive Maintenance (TPM) y otras prácticas similares. Estas son algunas de las herramientas de mejora continua más comunes:

- Diagrama de Flujo: Representa gráficamente los pasos de un proceso, ayudando a visualizar la secuencia de actividades y a identificar posibles áreas de mejora
- Diagrama de Pareto: Prioriza los problemas o factores según su importancia relativa, permitiendo focalizar los esfuerzos en los elementos que tienen un mayor impacto (Instituto uruguayo de Normas Técnicas, 2009).
- 5S (Clasificación, Orden, Limpieza, Estandarización, Disciplina): Un conjunto de prácticas destinadas a crear un entorno de trabajo organizado y eficiente (Instituto uruguayo de Normas Técnicas, 2009).
- Kaizen: Significa mejora continua en japonés. Es una filosofía que fomenta cambios graduales y constantes para mejorar procesos y actividades (Instituto uruguayo de Normas Técnicas, 2009).
- Ishikawa o Diagrama de Espina de Pescado: Ayuda a identificar y visualizar las posibles causas de un problema, permitiendo abordar las raíces de este (Instituto uruguayo de Normas Técnicas, 2009).
- Diagrama de interrelaciones: Proporciona una representación visual de cómo los diferentes elementos se conectan y afectan mutuamente en un sistema o proceso, ayudando a tomar decisiones más informadas para la optimización y la eficiencia (Instituto uruguayo de Normas Técnicas, 2009).
- Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas): Evalúa los aspectos internos y externos de una organización para identificar áreas de mejora y oportunidades estratégicas.
- Matriz de Priorización: Ayuda a clasificar y priorizar tareas o problemas en función de criterios específicos.
- Análisis de Causa Raíz: Busca identificar la causa fundamental de un problema para abordarlo de manera efectiva y prevenir recurrencias (Instituto uruguayo de Normas Técnicas, 2009).
- Lluvia de ideas: En el contexto de mejora continua es una herramienta dinámica que fomenta la participación, la creatividad y la generación constante de ideas. Cuando se aplica de manera efectiva, puede desencadenar mejoras significativas en los procesos y sistemas, contribuyendo a la búsqueda continua de la excelencia operativa (Malpartida Gutiérrez & Tarmeño Bernuy, 2020).

Analizando el concepto referente a la mejora del rendimiento el libro Lean Manufacturing: Herramientas para producir mejor de 2021 desarrolla una filosofía de reducción total en todos recursos utilizados en el proceso productivo buscando eliminar las actividades que no agregan valor afectando directamente el rendimiento esperado y enfocando la operación en el flujo de trabajo continuo y la estandarización de procesos (Rajadell Carreras, 2021).

Así mismo una de las herramientas que soportan el desarrollo del análisis del rendimiento en la operación de la clasificación tiene que ver con la evaluación de diferentes variables que afectan el proceso y pueden ser analizadas tomando en cuenta la importancia e impacto es el diagrama de Pareto (Burgasí Delgado et al., 2021)

Las herramientas de mejora continua, como el Value Stream Mapping y el análisis de flujo de proceso, ayudan a identificar y eliminar desperdicios en el proceso de producción. Esto incluye actividades que no agregan valor, tiempos de espera innecesarios, exceso de inventario y movimientos no productivos. La reducción de desperdicios conduce a una utilización más eficiente de los recursos y a una disminución de los costos. El diagrama de flujo, el análisis de causa y efecto, y el Kaizen, se pueden utilizar para analizar y optimizar los procesos de producción. Esto no solo acelera la producción, sino que también mejora la calidad al reducir la variabilidad y minimizar los errores. La eficiencia en el uso de recursos, la disminución de reprocesos y la gestión efectiva del inventario son factores que influyen en la reducción de costos. El control estadístico de procesos y el diagrama de Pareto permiten identificar y abordar las causas fundamentales de los problemas de calidad. Al hacerlo, se reduce la incidencia de defectos y se mejora la consistencia en la calidad del producto final (Lean Six Sigma Institute, 2021).

La implementación de herramientas de mejora continua en un proceso de producción no solo busca resolver problemas específicos, sino que también establece una mentalidad y una cultura organizacional que buscan la excelencia operativa de manera constante, lo que es esencial para la competitividad y el éxito a largo plazo de una empresa.

## 8. Resultados y análisis de los resultados

A continuación, se presenta el desarrollo por objetivos específicos.

### 8.1 Diagnóstico la situación actual de la clasificación de miniclavel en la máquina Flora Bunch Máster utilizando herramientas de mejora continua

Tomando la información resultante del acompañamiento en el proceso y datos históricos obtenidos en la poscosecha se presenta información relevante para el análisis de las variables que afectan el rendimiento de clasificación de la máquina.

#### 8.1.1 Análisis del proceso actual: Metodología, tiempos y movimientos

En la Figura 4 se muestra el detalle del análisis del proceso actual.

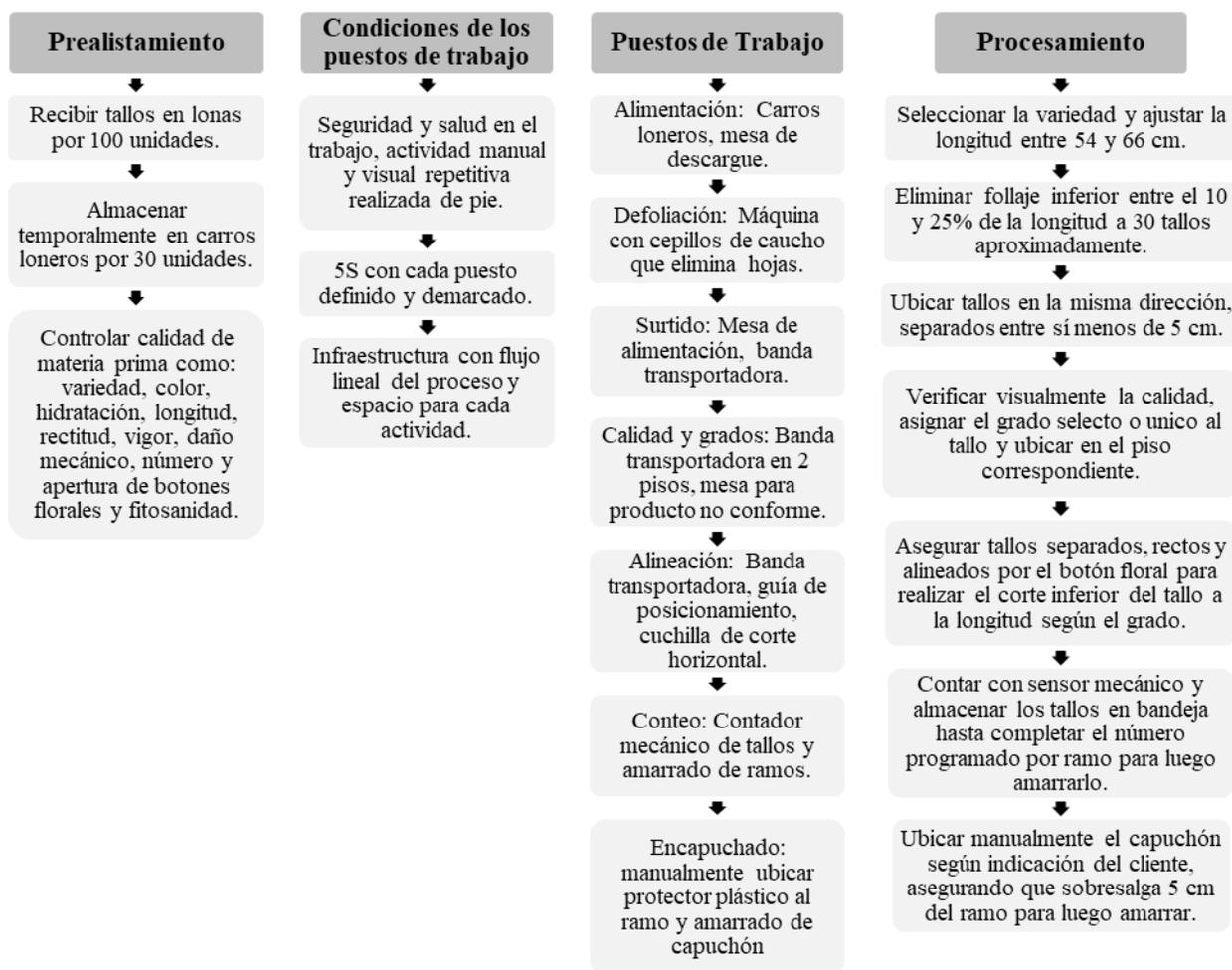
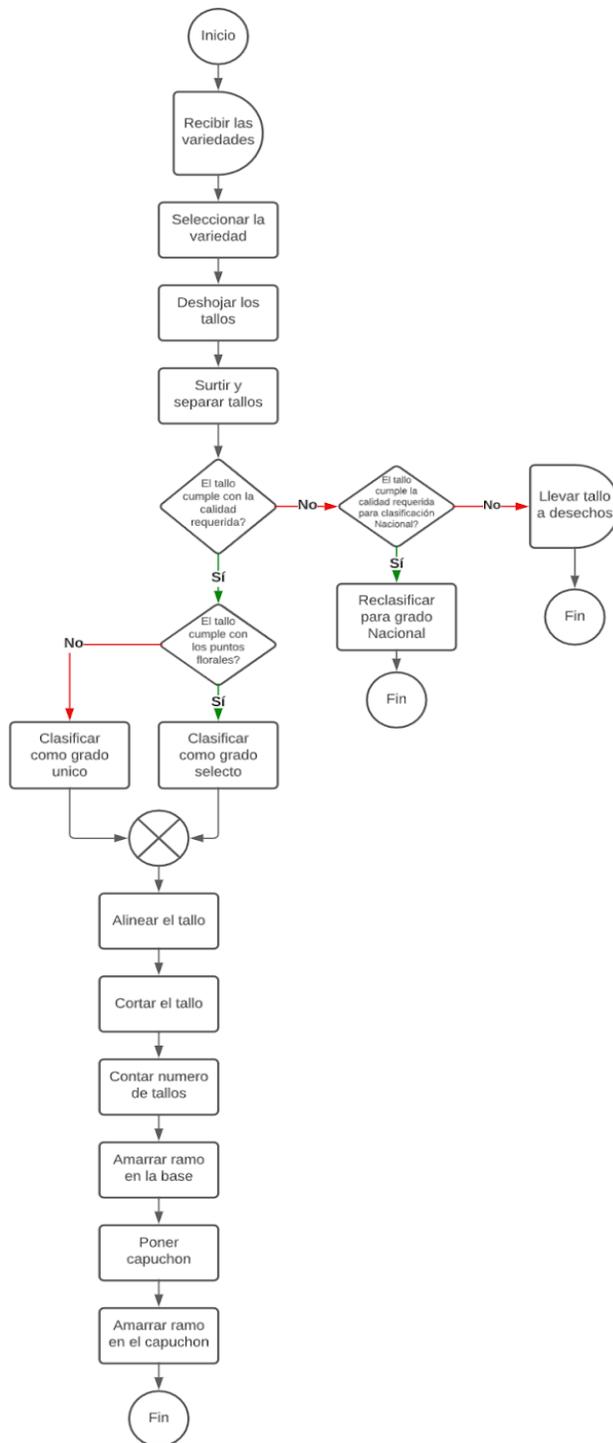


Figura 4. Análisis del proceso actual. Fuente: (Elaboración propia).

- **Procesamiento:** A continuación, en la Gráfica 1 se muestra el flujo del procesamiento de los tallos en la clasificación utilizando la FBM.

Gráfica 1. Diagrama de flujo, procesamiento de miniclavel. Fuente: (Elaboración propia)



- **Metodología actual de operación:**

La máquina está ensamblada a lo largo de una banda (cinta) transportadora; durante el flujo de la flor en dicha banda (cinta), se realizan diferentes procesos gracias a los diversos módulos con que cuenta la máquina para hacer el armado de los ramos de forma eficiente: Más ramos de flores de un mismo grado de calidad, en menor tiempo.

A continuación, se describe el orden secuencial del proceso.

- Parametrización de las condiciones que debe cumplir la flor a clasificar para la obtención de ramos:

El proceso inicia con la parametrización de las diferentes variables para tener en cuenta en la obtención de ramos de flores. De acuerdo con las condiciones o características de los pedidos de flores que se requiera clasificar para el armado de los ramos, los cuales son la base para la parametrización; se debe tener en cuenta por ejemplo el tipo de flor, el color, el grado de apertura de la flor, la longitud del tallo, la defoliación (eliminación de hojas) del tallo, la cantidad de tallos por ramo, el tipo de capuchón y el tipo de bolsita con preservante (sachet), entre otros factores. En este ítem la máquina no desarrolla ningún proceso, se hace la planeación y adecuación de las condiciones de forma manual.

- Proceso de Defoliación:

Los operarios pasan los tallos en el equipo llamado Duoflor XL que hace parte del módulo de defoliación, con el fin de retirar mecánicamente las hojas.

- Colocación de la flor defoliada en la cinta de transporte de flor.

Los operarios depositan la flor a agrupar en ramos, en la línea o banda de alimentación, la cual se mantiene llena de flor durante el proceso, lo que les permite a los operarios retirar la flor que no cumpla con las especificaciones requeridas.

- Separación de flor y control de rendimiento en pantalla:

Los operarios que alimentan la línea con flores separan y verifican la longitud de los tallos, haciendo un segundo control de las especificaciones de la flor de acuerdo con los requerimientos. Adicionalmente, llevan el control del rendimiento del proceso en tallos o ramos, por hora, mediante una pantalla táctil de información, en tiempo real. La longitud de los tallos se verifica tomando como guía la luz láser emitida por un sensor óptico.

- Clasificación de la flor por la longitud del tallo (grados):

Teniendo en cuenta la longitud del tallo, se ubica en la posición que debe ir en la banda (cinta). De esta forma la máquina identifica los tallos que van para el primer y para el segundo nivel, de la banda (cinta): En el nivel superior circulan los tallos cortos y en el nivel inferior los tallos largos.

- Acumulación de flor en el nivel superior (segundo piso):

La banda (cinta) del segundo piso o nivel superior, es más corta, y cuando llega a su capacidad máxima de acumulación de flor, un sensor emite una señal a la máquina y automáticamente se pausa la circulación de flor desde el primer piso, de ésta forma los operarios hacen el cambio del piso mediante un botón ubicado en la zona de alineación lo que permite bajar la flor del segundo nivel (interconexión de las bandas de los dos niveles), permitiendo la continuidad de la selección sin mezclar los tallos con diferentes grados de calidad. Una vez la banda (cinta) del nivel superior

recupera su capacidad de acumulación de flor, vuelve a circular flor por las bandas de ambos niveles una vez que el operario oprima nuevamente el botón que acciona el cambio de nivel. Mientras la flor del segundo nivel está procesando la banda del primer nivel puede volver a tener movimiento hasta el momento en que el sensor identifique que se completó su capacidad (igual que sucede en el segundo nivel)

- Alineación de tallos y definición de grados:

Cada cambio de nivel condiciona a un movimiento de la correa de indicación de longitud ubicada en la zona de alineación. En esta sección los operarios alinean la cabeza de la flor guiados tanto por el láser como por la correa de indicación de longitud que se encuentran sobre la banda (cinta) de esta manera se define el nivel de corte del tallo.

- Unidad de Corte:

Los tallos alineados entran al módulo de unidad de corte, donde son presionados por unas ruedas espumadas contra la banda (cinta) transportadora para que estos se mantengan fijos, mientras las cuchillas (discos) realizan un corte limpio del tallo a baja revolución (efecto cizalla), a la longitud determinada por cada grado.

- Rampa de conteo, amarre y armado de ramos:

En esta rampa se realiza el retiro automático y la expulsión de los residuos vegetales y de aquellas flores que no cumplen con las especificaciones de longitud definidas previamente, a recipientes externos a la línea.

Por otra parte, las flores que cumplen con las especificaciones continúan el desplazamiento por la rampa, con dirección a la sección de conteo, el cual se realiza mediante un sensor de pulsos. Una vez realizado este proceso, los tallos se depositan en un compartimiento metálico de dos casillas, agrupándolos de acuerdo con lo previamente programado. La primera casilla se va llenando hasta la cantidad de tallos del ramo, una vez completa esta cantidad se ejecuta el primer amarre con un hilo elástico en la parte inferior del ramo. El compartimiento metálico da un giro de 180° dejando la segunda casilla libre para iniciar el armado del siguiente grupo de tallos. Este proceso se repite para cada ramo armado. Finalmente, el ramo cae a la banda (cinta) para continuar el proceso.

- Instalación de capuchón manual:

Una vez se tiene el ramo con un atado en la parte inferior, el operario lo toma y lo introduce manualmente en el capuchón asignado.

- Amarre de ramo final:

Para este proceso se cuenta con un pisador de espuma ajustable, automático, el cual presiona el ramo contra la banda (cinta) transportadora, sujetándolo para que la segunda atadora automática, con sensor de activación temporizador y ajustable, realice un nuevo amarre a la cintura del ramo con el capuchón, junto con la bolsita del preservante (sachet) para la flor, si la orden así lo indica.

- Acumulación de ramos terminados:

Los ramos terminados y organizados, es decir, con su respectivo capuchón y con el par de nudos de ajuste, siguen en la cinta transportadora hasta el punto donde serán agrupados y/o recogidos (cinta recolectora) finalizando el proceso que se hace con la FBM 2 Sel.

La FBM 2 Sel cuenta con pantallas táctiles, que son de utilidad tanto para el usuario como para el técnico de mantenimiento. En las mismas se puede seleccionar la velocidad, cantidad de tallos por ramo, lotes de producción, paros de emergencia, alarmas y rendimientos.

La capacidad de esta máquina FBM 2 Sel es de 8.000 a 9.000 tallos por hora, y de 5 a 30 tallos por ramo, no permite procesar ramos con más de una variedad por ramo.

- **Rendimientos de operación por cada área y proceso total máquina:**

Tanto los datos históricos tomados por la poscosecha en el proceso de reconocimiento de la máquina como muestreos tomados en proceso en la visita realizada a la planta se muestran a continuación.

Con la información obtenida en proceso poscosecha se identifica que los únicos parámetros que utilizan para definir qué flor ingresan al proceso están relacionados con observar que no se tengan problemas fitosanitarios críticos ni flor en punto 4 de apertura.

Los siguientes datos en la Tabla 8 son los rendimientos promedios de operación en cada área de la máquina tomados en un horario de procesamiento regular en la visita desarrollada a la poscosecha.

Tabla 8. Datos de rendimientos promedios de operación en cada área Fuente: (Elaboración Propia)

Área de la máquina	Promedio de tallos por hora	Porcentaje de pérdida de materia prima en operación vs el proceso anterior
Alimentación	6807	
Pelador	6645	-2.4%
Surtido	6604	-0.6%
Calidad	6595	-0.1%
Grados	5840	-11.4%
Alineación	5640	-3.4%
Conteo	5580	-1.1%
Encapuche	5500	-1.4%
<b>Total</b>	<b>5500</b>	<b>-20.5%</b>

En el proceso de toma de tiempos se observó que en los casos en que se requieren menos de 8 lonas por variedad (800 tallos) el cambio constante de variedades disminuye el ingreso de flor a la operación en un 3% lo que afecta en -204 tallos de ingreso por hora a la máquina. Esto ocurre en promedio 3 veces en el día.

A continuación, en la Tabla 9 se muestran las causas y sus porcentajes de participación en la salida de flor del proceso:

*Tabla 9. Porcentajes de participación de causas de salida de flor del proceso. Fuente: (Elaboración Propia)*

<b>Causa</b>	<b>Porcentaje de Participación</b>
Flor en grado de calidad nacional	8,5%
Tallos partidos	2,5%
Apertura incorrecta	9,5%
<b>Total</b>	<b>20.5%</b>

A medida que avanza el proceso de clasificación en la máquina van saliendo tallos de la banda de forma que al final llegan efectivos menos de los que ingresan. Las condiciones de los tallos que ingresan son brutos, la flor que es exportable queda al final del proceso en el área de encapuche, tomando en cuenta la tabla anterior, en promedio, la flor que sale a lo largo del proceso de clasificación de la máquina corresponde al 20.5% del total de lo que ingresa, siendo la causa más representativa la apertura incorrecta.

Las características de la calidad de la materia prima en el proceso de clasificación de la máquina es uno de los puntos más importantes para evaluar el desempeño del rendimiento en la operación. Con la visita a campo se observa que el volumen más alto de diferencia entre las áreas del proceso un promedio del 11% de tallos por cada lona salen del proceso después de ser surtidos y llegar al área de calidad debido a temas de aperturas diferentes a la que se requiere en la orden de producción, estos tallos deben ser enviados nuevamente en el momento en que se procesen ordenes que requieran este punto de apertura o reclasificar por mesas en caso de que la apertura supere el punto 3.

La información suministrada sobre el modo de operación por la empresa Bercomex a la poscosecha al momento de la compra indica que la distancia de surtido entre tallos debe ser entre 3 – 4 cm de espacio, sin embargo, llevar a cabo ésta dinámica no ha sido posible por el % de velocidad al que se procesa. La máquina tiene una parametrización de velocidad medida en porcentajes siendo 120% el más alto, esta velocidad se puede modificar entre 10% - 120% en la pantalla principal modificándose las velocidades de todas las bandas de la máquina al tiempo, actualmente se procesa a una velocidad de 100%. En momentos anteriores la empresa desarrollo una prueba cambiando las velocidades de procesamiento, el resultado de ésta se muestra a continuación en la Tabla 10.

Tabla 10. Velocidades de procesamiento de las bandas Fuente: (Elaboración propia)

Área de la máquina	Porcentaje de participación de tallos partidos	Causa de partidos más representativa
Alimentación	5%	Partidos de cultivo
Pelador	16%	Defoliación
Surtido	7%	Defoliación
Calidad	21%	Defoliación
Grados	8%	Defoliación
Alineación	9%	Defoliación
Conteo	28%	Exceso de tallos (atascamiento)
Encapuche	6%	Mala manipulación
Total	100%	

Este porcentaje de tallos partidos se genera a lo largo de la banda en varias de las áreas de operación, a continuación, en la Tabla 11 se muestran los porcentajes de participación por área y la causa más significativa por la que se generan:

Tabla 11. Porcentajes de participación de tallos partidos por área en la máquina. Fuente: (Elaboración propia)

Área	Promedio de tallos exportables por hora	Promedio de Tallos partidos
120%	5700	3.5%
110%	5600	3.1%
100%	5500	2.7%
90%	5200	2.5%
80%	5100	2.5%
70%	5000	2.5%
60%	4800	2.5%
50%	4700	2.5%

Tomando en cuenta el resultado de la prueba, en poscosecha se tomó la decisión de procesar a una velocidad de máquina de 100%, a pesar de que el rendimiento no es el más alto obtenido en sí se evita que se generen pérdidas excesivas debido a tallos partidos generados desde el área de defoliación tomando en cuenta el aumento del requerimiento de floren la operación. También se

evidencia que a pesar de que disminuya la velocidad de las bandas, el % de tallos partidos no disminuye, se presenta en promedio en el 2,5%.

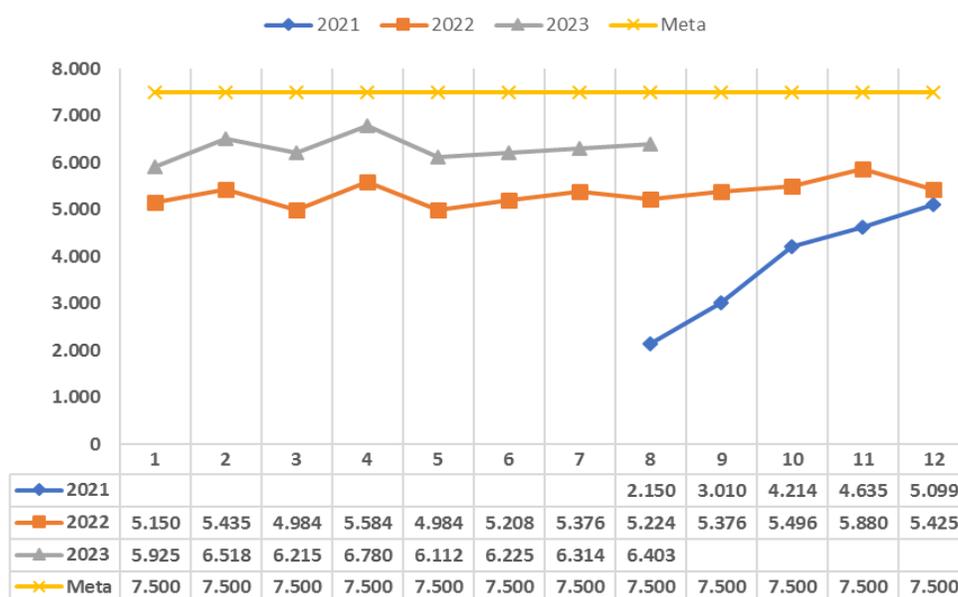
Otro de los puntos críticos en la pérdida de volumen de flor en banda es la zona de la alineación, en visita a campo se observó que en promedio el 3.4% de los tallos enviados desde el área de grados se no llegan al área de alineación. Una de las condiciones de estas pérdidas tiene que ver con el grado de inclinación de las bandas que transportan la flor de un área a otra. Participan 5 bandas diferentes en el transporte de estos tallos y sus inclinaciones son diferentes, entre banda y banda se caen tallos y otros quedan suspendidos desde el segundo nivel de la banda generando que los que van por el nivel inferior se giren o desvíen al llegar a la zona de alineación, adicionalmente con frecuencia se generan paradas de la máquina por afectaciones en l operación debido a tallos que llegan torcidos o tallo sobre tallo lo que impide el funcionamiento adecuado de la zona de armado de ramos, a continuación en la Tabla 12 se muestra un resumen de las frecuencias diarias de parada de máquina según la razón y el tiempo de parada:

*Tabla 12. Histórico 2023 de minutos de paradas no planeadas de máquina por día. Fuente: (Elaboración Propia)*

<b>Mes</b>	<b>Exceso de tallos en armado de ramos</b>	<b>Fallos eléctricos</b>	<b>Reprocesos por calidad</b>	<b>Fallas en bandas o atadoras</b>	<b>Total, minutos por día</b>
<b>Ene</b>	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
<b>Feb</b>	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
<b>Mar</b>	15	2	4	3	24
<b>Abr</b>	14	1	4	2	21
<b>May</b>	10	2	5	1	18
<b>Jun</b>	16	2	6	2	26
<b>Jul</b>	15	3	4	3	25
<b>Ago</b>	14	2	4	2	22
<b>Promedio</b>	<b>14.0</b>	<b>2.0</b>	<b>4.5</b>	<b>2.1</b>	<b>22.6</b>

La empresa adquirió esta máquina de clasificación en el año 2021, a continuación, en la Gráfica 2 se muestran los históricos del promedio mensual de rendimiento:

Gráfica 2. Histórico de rendimiento mensual FBM Fuente: (Elaboración propia)



En los datos históricos obtenidos desde que inició el funcionamiento de la máquina en el 2021 se evidencia que en algunos meses específicos del año hay un aumento en el rendimiento en comparación con el mes anterior, el mes siguiente y el promedio de rendimiento, los cuales se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Rendimientos históricos por Año. Meses con mayor rendimiento Fuente: (Elaboración Propia)

TLL/HH	2021	2022	2023	Meta
<i>Ene</i>	Sin información	5.150	5.925	7.500
<i>Feb</i>	Sin información	5.435	6.518	7.500
<i>Mar</i>	Sin información	4.984	6.215	7.500
<i>Abr</i>	Sin información	5.584	6.780	7.500
<i>May</i>	Sin información	4.984	6.112	7.500
<i>Jun</i>	Sin información	5.208	6.225	7.500
<i>Jul</i>	Sin información	5.376	6.314	7.500
<i>Ago</i>	2.150	5.224	6.403	7.500
<i>Sep</i>	3.010	5.376		7.500
<i>Oct</i>	4.214	5.496		7.500
<i>Nov</i>	4.635	5.880		7.500
<i>Dic</i>	5.099	5.425		7.500
<b>Promedio</b>	3.822	5.343	6.312	

Éstas condiciones de incremento en el rendimiento en estos meses específicos corresponden a las temporadas más altas de producción y procesamiento de miniclavel en la finca. Las tres temporadas más representativas son madres en el mes de abril, navidad en el mes de noviembre y San Valentín en el mes de febrero. Las condiciones de la calidad de la materia prima cambian en éstas fechas debido a que las siembras se planean para que los primeros picos de producción se logren cosechar en éstas semanas, son tallos con una mejor calidad tanto en longitud como en

puntos y diámetro del tallo, pocas enfermedades o problemas físicos, esto permite que la clasificación sea más rápida ya que el volumen de flor que se descarta del proceso de clasificación es menor y al final de la banda se reciben más tallos tipo exportación.

Un factor que incide de forma importante en el procesamiento de la flor tanto en temporalidades como en periodos de procesamiento de ordenes regulares es el personal en proceso. En la finca actualmente se cuenta con una rotación total (empresa + temporal) del 30% mensual en promedio, lo que quiere decir que cada 4 meses tienen una rotación del más del 100% del personal. Esta rotación requiere tanto de personal de entrenamiento como de personal de calidad que verifique constantemente el resultado del proceso de clasificación, la poscosecha definió desde el mes de enero de 2023 a un equipo de personas con experiencia en clasificación para las áreas considerados como más críticos (alimentación, surtido, clasificación y calidad) y para los demás puntos eventualmente hacen cambios de personal debido a que son procesos que requieren menor tiempo de entrenamiento según la información suministrada por la poscosecha.

La finca ha establecido algunos indicadores para tener un control de la operación y su evolución mensualmente, los cuales se describen a continuación.

- Rendimiento de la máquina = Tallos totales procesados en la máquina en el mes/Horas efectivas laboradas en el mes: Este indicador se muestra en tallos y define el rendimiento por hora efectiva procesada en la máquina
- Tallos Hora Hombre = Total de tallos procesados en poscosecha en el mes/Horas efectivas totales laboradas en poscosecha: Este indicador muestra la eficiencia de la operación total de poscosecha y está directamente relacionada con la máquina clasificadora debido a que en la FBM se procesa en promedio el 80% - 90% de la producción total del mes. A continuación, en la Tabla 14, se muestra resultados de este indicador de los últimos tres años de operación de la poscosecha:

Tabla 14. Resultados históricos Tallos Hora hombre. Fuente: (Elaboración Propia)

Miniclavel	2021	2022	2023
Ene	203	194	178
Feb	130	196	189
Mar	205	188	205
Abr	214	203	198
May	183	183	212
Jun	154	185	192
Jul	176	192	221
Ago	183	206	268
Sep	187	181	
Oct	204	186	
Nov	173	191	
Dic	210	206	
<b>Año</b>	<b>185</b>	<b>193</b>	<b>208</b>
<b>Var vs 2023</b>	<b>12%</b>	<b>8%</b>	<b>0%</b>

Como tendencia se puede ver que el porcentaje de mejora de rendimiento aumentó con la mejora de rendimiento de la máquina clasificadora. La meta que tiene la empresa para lograr finalizar el 2023 con un acumulado de 230 tallos/hora/hombre.

- **Análisis de resultados actuales en control de calidad:**

Al final de banda se hace el control de calidad de los ramos terminados antes de llegar al área de hidratación de flor. Este punto define los ramos que se encuentran con alguna necesidad de corrección y son devueltos a la líder de la máquina para ejecutarla y corregir en proceso buscando evitar que continúen llegando ramos con estas características. A continuación, en la Tabla 15 se muestran los históricos de este control con porcentajes promedios de devoluciones mensuales.

*Tabla 15. Porcentaje Promedio ramos NC a final de banda. Fuente: (Elaboración Propia)*

<b>Mes</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
Ene	Sin información	9,2%
Feb	Sin información	8,5%
Mar	Sin información	9,2%
Abr	15,8%	8,1%
May	14,8%	8,8%
Jun	13,1%	7,9%
Jul	16,5%	7,6%
Ago	14,4%	7,2%
Sep	13,2%	
Oct	11,9%	
Nov	11,1%	
Dic	10,5%	
<b>Promedio Año</b>	<b>13,5%</b>	<b>8,3%</b>

Otro punto de control de calidad se ejecuta en el área de hidratación, allí se toma una muestra del 5% del total de la producción del día procesada por la máquina y se evalúan las condiciones de calidad requeridas en los ramos y el cumplimiento en cada uno de estos parámetros. Este punto se empezó a evaluar en febrero del presente año 2023, a continuación, en la Tabla 16, se muestra el resumen promedio de incumplimientos mensuales por causa.

Tabla 16. Porcentaje Promedio ramos No Conforme 2023 por causa - Zona de hidratación. Fuente: (Elaboración propia)

Mes	% de NC	Mal conteo de tallos por ramo	Mal encapuche	Mala alineación	Amarres incompletos	Problemas fitosanitarios	Problemas físicos	Más ramos de los solicitados	Menos ramos de los solicitados	Suma de participación
Ene										
Feb	20,5%	15%	8%	14%	18%	15%	7%	22%	1%	100%
Mar	16,4%	14%	15%	17%	17%	12%	6%	15%	4%	100%
Abr	13,1%	25%	18%	15%	15%	9%	5%	11%	2%	100%
May	10,5%	20%	14%	15%	19%	10%	4%	13%	5%	100%
Jun	8,4%	13%	15%	16%	22%	11%	6%	10%	7%	100%
Jul	6,7%	15%	14%	14%	18%	15%	7%	9%	8%	100%
Ago	5,2%	16%	15%	15%	19%	14%	8%	11%	2%	100%
<b>Prom Año</b>	<b>11,5%</b>	<b>17%</b>	<b>14%</b>	<b>15%</b>	<b>18%</b>	<b>12%</b>	<b>6%</b>	<b>13%</b>	<b>4%</b>	<b>100%</b>

Se evidencia que persisten con mayor participación de ramos no conformes las causas en orden de amarres incompletos, mal conteo de tallos por ramo, mala alineación y mal encapuche.

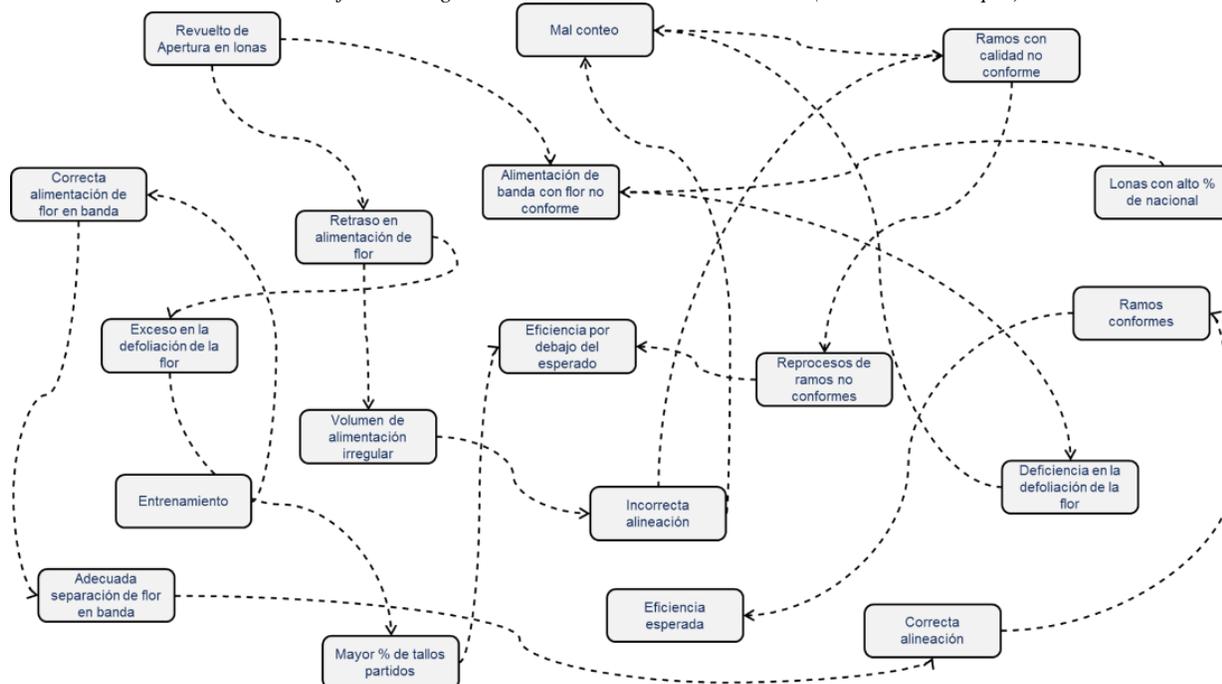
A continuación, en la Tabla 17 se mencionan los parámetros de control de calidad de la operación de clasificación en la máquina.

Tabla 17. Parámetros de control de calidad de la operación de clasificación. Fuente: (Elaboración Propia)

<b>Parámetros para aseguramiento de calidad</b>	<b>De prevención</b>	<p><b>Diferentes puntos de apertura de la flor:</b> Se debe asegurar el punto de apertura de la flor adecuado según la calidad y la necesidad del cliente</p> <p><b>Problemas fitosanitarios en los tallos:</b> Se deben prevenir los problemas de enfermedades en los tallos de la flor</p> <p><b>Problemas con longitud de los tallos:</b> La longitud de los tallos se determina según la necesidad del cliente y se asegura que se cumpla en el proceso de producción</p> <p><b>Disponibilidad de tallos de la variedad o color requeridos:</b> Asegurar la disponibilidad de los 23 colores y las 68 variedades de flor para cumplir la demanda según la temporada.</p> <p><b>Ubicación de carros loneros y cajas de almacenamiento por variedad respecto a la máquina para defoliar:</b> Tanto los carros como las cajas de almacenamiento deben tener los tallos por variedad, color y apertura de acuerdo con la orden de trabajo y lo más cerca posible a la máquina para defoliar y así reducir pérdida de tiempo por desplazamiento o búsquedas</p> <p><b>Rotación y capacitación del personal:</b> Se debe reducir la rotación del personal para contar con personal capacitado en los diferentes puestos de trabajo</p> <p><b>Mantenimiento:</b> Mantenimientos preventivos de la línea de producción</p>
	<b>De Evaluación</b>	<p><b>Líder de línea:</b> Profesional encargado de la producción</p> <p><b>Operaria de calidad:</b> Colaboradores capacitados en el puesto de trabajo de la etapa 4 de la línea FMB</p> <p><b>Operaria de conteo de tallos por ramo:</b> Colaborador encargado al final de línea de contar los tallos por Ramo y asegurar la cantidad correcta</p> <p><b>Supervisor de calidad:</b> Profesional encargado de auditar la calidad del proceso de producción</p>
<b>Fallas en el control de calidad</b>	<b>Por fallas internas</b>	<p><b>Paradas de máquina:</b> Mantenimientos correctivos de la línea de producción y disponibilidad de repuestos</p> <p><b>Reproceso en ramos con tallos de más:</b> Proceso de desamarrar y separar los tallos de más de los ramos y volver a amarrar</p> <p><b>Cambio de capuchones por sobreproducción:</b> Al exceder el número de ramos por grado de calidad y cliente respecto a la orden de trabajo se deben cambiar los capuchones e incluso desarmar los ramos que sobran para procesarlos y cumplir así con la orden establecida</p>
	<b>Por fallas externas</b>	<p><b>Créditos de clientes:</b> Corresponde a flor que se exporta, pero no se factura debido a incumplimientos en los estándares de calidad</p>

Tomando en cuenta la información presentada anteriormente se desarrolla un diagrama de interacciones como se muestra en la Gráfica 3 con el cual se relacionan las actividades que afectan el rendimiento de clasificación de la máquina FBM.

Gráfica 3. Diagrama de interacciones FBM. Fuente: (Elaboración Propia)



Ver como Anexo 2 el diagrama del proceso y los soportes fotográficos de las visitas a campo.

## 8.2 Definir la propuesta de mejora para las variables principales que afectan el rendimiento de la máquina clasificadora de miniclavel Flora Bunch Máster

Para el desarrollo del objetivo específico 2 se proponen algunas estrategias de mejora que después de ser evaluadas con las matrices de viabilidad e impacto se definirá la propuesta de mejora final. Después de diagnosticar todos los aspectos que afectan la operación y por consiguiente el resultado de la clasificación, se encuentran cuatro ejes de mejora que representan los elementos más significativos del proceso en la máquina, éstos son: Calidad de la materia prima, Parametrizaciones y condicionamientos eléctricos y electrónicos de la máquina, Rotación de personal y Estandarización de la operación. Se definen las estrategias iniciales de mejora para cada uno de estos ejes a continuación.

### 8.2.1 Calidad de la materia prima

El insumo más importante en la operación de la máquina clasificadora Flora Bunch es la materia prima, por esto es necesario evaluar opciones que permitan mejorar la calidad de ésta enfocado a la mejora del rendimiento. A continuación, se presentan propuestas de mejora enfocadas en la calidad de la materia prima:

- Definir un punto de apertura del corte de la flor estándar para cada día de la semana:**  
 El punto de apertura de la flor que se corta y llega del cultivo es determinante para mejorar la calidad de la materia prima. En la finca está definido cortar en punto 3 todos los días y punto 2 el sábado, el miniclavel tiene una condición de apertura diferente en cada punto de apertura de la flor. Es importante recordar que el mayor % de despachos se requieren en

punto de corte 3, y que previo al despacho se encuentra el proceso de hidratación que contribuye no sólo a la vida en florero que se promete al cliente sino también a la apertura. A continuación, en la Tabla 18 se muestran los cambios que se obtienen con la hidratación según el punto de apertura:

Tabla 18. Condiciones de cambio de apertura en hidratación. Fuente: (Elaboración propia)

Ingreso a la zona de hidratación	Punto obtenido después de 1 día	Punto obtenido después de 2 días
Punto Estrella	Punto Estrella	Punto 1
Punto 1	Punto 1	Punto 2
Punto 2	Punto 3	Punto 4
Punto 3	Punto 4	Punto 4
Punto 4	No ingresa	N/A

La flor en zona de hidratación y apertura regularmente dura entre 1 y 2 días, en el momento en que la flor supera el punto 3 obtenido con el proceso de hidratación no se puede despachar y se debe reprocesar. Los reprocesos generan en la operación de la máquina bajo rendimiento debido a que el tiempo que se dedica a reprocesar se está perdiendo en clasificar flor. A continuación, en la Tabla 19 se plantea la propuesta de mejora para tener un mejor control de la apesuración de la flor y evitar tanto la pérdida como la reprocesamiento de ramos, el punto principal (punto más alto del tallo) debe estar como se muestra en la Tabla 19 según como se ilustra en la Figura 5.

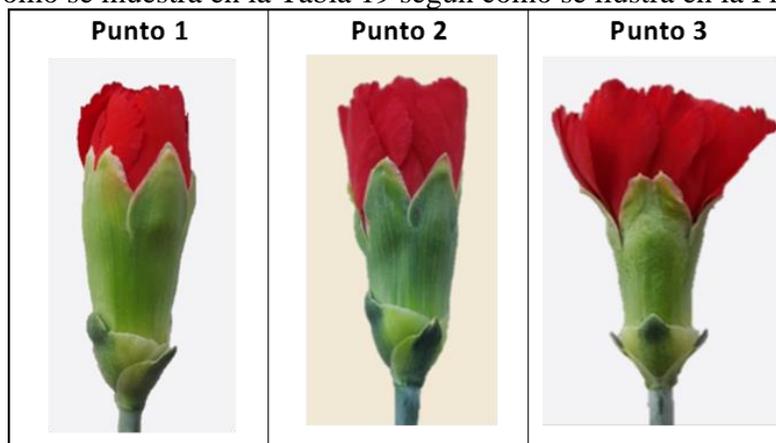


Figura 5. Tipos de puntos de apertura. Fuente: (Elaboración propia)

Tabla 19. Definición punto de corte de la flor. Fuente: (Elaboración propia)

Día	Punto de Corte	
Lunes	Punto 2	Punto 3
Martes	Punto 2	
Miércoles	Punto 2	
Jueves	Punto 2	
Viernes	Punto 1	Punto 2
Sábado	Punto 1	
Domingo	Punto 2	
Festivos	Punto 2	

- **Evaluar continuamente en la recepción la homogeneidad del punto de apertura por lona:** A pesar de establecer un punto de apertura en el corte diario no toda la flor llega en condiciones de homogeneidad por lona. Tomando en cuenta que a la máquina ingresan lonas completas puede generar bajo rendimiento el hecho de que sólo un porcentaje de la lona cuente con el punto requerido en la orden de producción. Evaluar diariamente desde recepción por cada área de producción las características generales en las que se reciben las lonas y retroalimentar a cultivo puede mejorar la calidad de la materia prima y por lo tanto el rendimiento de la máquina. A continuación, en la Tabla 20 se muestran los parámetros a evaluar para un volumen del 5% - 10% de la flor que ingresa por la recepción de flor:

Tabla 20. Evaluación de punto de apertura de la llegada de flor a recepción. Fuente: (Elaboración propia)

Finca	Cerrado	Revuelto	Abierto
Cardenal 1			
Cardenal 2	Más de 5 tallos por debajo	Más de 5 tallos en 2 puntos	Más de 5 tallos por encima
Santa Rita 1	del punto de corte solicitado	de corte diferentes al solicitado	del punto de corte solicitado
Santa Rita 2			

Nota 1: Evaluar entre 5% y 10% de la producción diaria

Nota 2: Lona de 100 tallos c/u

Ver en el Anexo 3 el formato propuesto para el control de punto de apertura por área en la recepción

### 8.2.2 Parametrizaciones y condicionamientos eléctricos y electrónicos de la máquina

Las parametrizaciones de la máquina clasificadora están determinadas desde la puesta en marcha y se definió con las recomendaciones del proveedor. Sin embargo, en operación se han logrado observar posibilidades de mejoras en estas parametrizaciones y metodologías de operación definidas desde la fabricación de la máquina, a continuación, se describen:

**Velocidades diferenciales en las bandas de clasificación:** Las bandas de clasificación se encuentran divididas en 9 mecanismos diferentes con funciones específicas y parametrizaciones diferenciales, éstas se describen a continuación en la Tabla 21.

Tabla 21. Velocidades bandas de clasificación FBM. Fuente: (Elaboración propia)

<b>N. Banda</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Velocidad Actual %</b>	<b>Velocidad Propuesta %</b>
1	Alimentación Inicial	Lleva la flor desde la defoliación hasta el surtido	120	Sin cambios
2	Clasificación	Transporta la flor surtida hacia los procesos de calidad y grados	90	60
3	Distribución Piso 1	Envía la flor del proceso de grados en el piso 1 hacia la alineación	80	120
4	Alimentación Piso 2	Transporta la flor del piso 1 al piso 2	70	Sin cambios
5	Almacenamiento Piso 2	Almacena la flor recibida del proceso de grados para enviarla posteriormente a la banda de cambio de piso	100	Sin cambios
6	Cambio de Piso	Transporta la flor tanto del piso 1 como del piso 2 hacia el proceso de alineación	100	Sin cambios
7	Alineación	Transporta la flor alineada hacia el proceso de armado de ramos	100	Sin cambios
8	Encapuchado	Transporta y guía los ramos encapuchados hacia el último amarre y entrega a la banda de salida	100	Sin cambios
9	Salida	Recibe los ramos terminados y los transporta al área de digitación e hidratación	100	Sin cambios

El cambio de velocidades en las bandas iniciales del proceso permite que la alimentación de la flor sea mayor asegurando una distancia promedio entre tallos de 3 cm lo que genera mayor cantidad de tallos surtidos en la banda, permite que el proceso de calidad se haga con mayor precisión evitando reprocesos.

En la entrada de flor a las bandas tanto de piso 1 como de piso 2 el incremento en la velocidad de las bandas genera una separación de los tallos evitando afectaciones en la alineación o en la zona de armado de ramos debido a tallos que no van correctamente distribuidos. En conclusión, esta propuesta mejora las condiciones de operación aportando a la separación adecuada y el aumento en el volumen de flor surtida en la banda inicial impactando directamente en la calidad del ramo terminado y el aumento del rendimiento.

- **Instalación de variador de velocidad en defoliadora**

La defoliación es el proceso de retirar el exceso de follaje de los tallos que se van a clasificar, para este caso el follaje se retira con apoyo de una defoliadora que funciona con dos cepillos de caucho ubicados perpendicularmente en 2 ejes movidos por un motor de 2 HP. Este motor no cuenta con control de velocidad, es decir, las revoluciones por minuto no pueden ser modificadas y esto afecta la calidad del pelado debido a que si éstas revoluciones son muy altas pueden generar ruptura de tallos y si son muy bajas no retiran el follaje que se requiere en su totalidad. La propuesta es instalar un regulador de velocidad que defina 2 posiciones de operación del motor para acoplar la defoliación a la variedad que se esté trabajando en máquina, esto debido a que las características de calidad de las variedades son diferentes en cada una.

- **Disminución de grado de inclinación de banda de alimentación al segundo nivel:**

La máquina cuenta con varias secciones de bandas transportadoras las cuales son independientes en su operación. Actualmente la banda que alimenta la flor al segundo nivel cuenta con una inclinación de 20° que está afectando no sólo el almacenamiento de los tallos, sino que también genera que algunos tallos no alcancen a llegar al segundo nivel y al caer afectan la alineación de los tallos que van en proceso por el nivel 1. A continuación, en la Figura 6 se muestra tanto la banda actualmente como la propuesta de mejora.

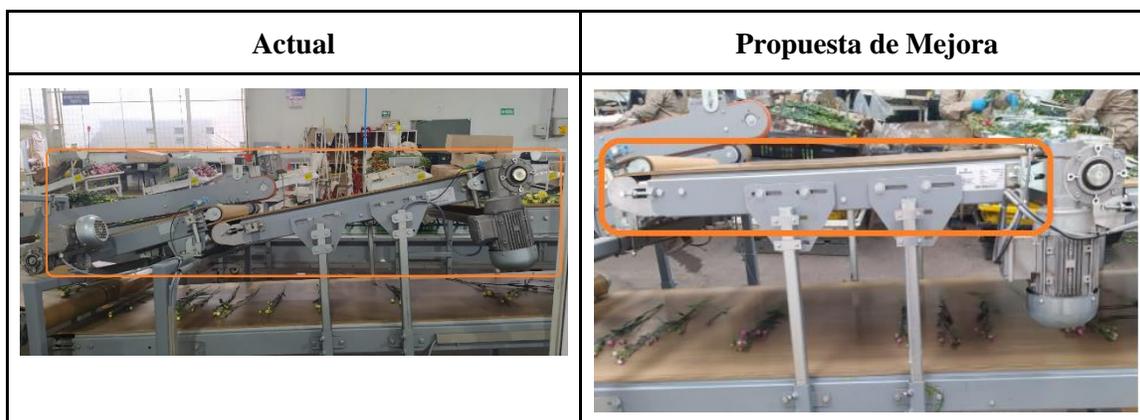


Figura 6. Comparación grado de inclinación de la banda de alimentación al segundo nivel. Fuente: (Elaboración propia)

- **Modificación del mecanismo de pelado:**

El área de defoliación de la flor permite quitar el exceso de follaje de los tallos, regularmente los clientes americanos requieren el tallo sin follaje en un 50% del tallo de abajo hacia arriba, en la mayoría de las variedades no es posible hacer defoliado al 50% del tallo debido a que puede ocurrir que se incremente el % de tallos partidos o se pierdan puntos viables que se encuentren en la parte baja del tallo. Actualmente la defoliación se hace en volumen de entre 25 - 30 tallos, la propuesta de mejora establece que se agregue un área de pelado tallo a tallo en la parte inicial de la banda clasificadora. A continuación, en la Figura 7 se muestra el proceso actual y el plano de propuesta de la mejora.



Figura 7. Comparación modificación del mecanismo de pelado. Fuente: (Elaboración propia)

### 8.2.3 Rotación de personal

El personal es uno de los ejes más importantes en la operación y mejora de su rendimiento, sin embargo, a medida que pasan los años es más difícil lograr no sólo reducir la rotación de los equipos de trabajo sino también la consecución en sí del personal para operar. Actualmente la empresa cuenta con una rotación promedio año del 30% de su nómina, a continuación, se evalúan propuestas para mejorar las condiciones de operación tomando en cuenta este indicador de rotación.

- **Sistematización y estandarización del entrenamiento**

El entrenamiento del personal es fundamental para mejorar tanto la calidad de la operación como el rendimiento, actualmente el proceso de entrenamiento dura en promedio 2 semanas y se ejecuta con acompañamiento de la formadora de la poscosecha, ésta se encarga de enseñar el proceso de clasificación del miniclavel en mesa durante la primera semana desde el ingreso. La siguiente semana se le asigna a la persona un área de procesamiento en la máquina y se inicia el proceso de formación en este punto tanto con la formadora como con la líder. La propuesta consiste en sistematizar el proceso de entrenamiento con ayuda de la realidad aumentada en espacios reducidos y móviles cerca al proceso de clasificación de forma que sea accesible para cualquiera de los operarios. Se plantea un enfoque dinámico con el uso de gafas de visión 3D y controles de mano que permitan responder preguntas a lo largo de la presentación de un video interactivo para cada temática que requiera entrenamiento, al finalizar el video y respondiendo todas las preguntas se da un puntaje al operario que será acumulativo incentivando la mejora continua.

### 8.2.4 Estandarización de la operación

La estandarización de procesos permite reconocer claramente tanto la dinámica del proceso como los puntos críticos de control y mejora.

- **Base automatizada para el control de tiempos (ver Anexo 3):**

El control de tiempos en la operación es fundamental para detectar en área en que surgen fallos que puedan afectar el rendimiento y al mismo tiempo genera un histórico del tiempo de operación real con el que se puede no sólo calcular el rendimiento real sino también históricos de tiempos muertos para desarrollar planes de mejora enfocados en el área específica que genera la demora. La base está desarrollada en Excel y cuenta con tres pestañas, instructivo, tiempos y



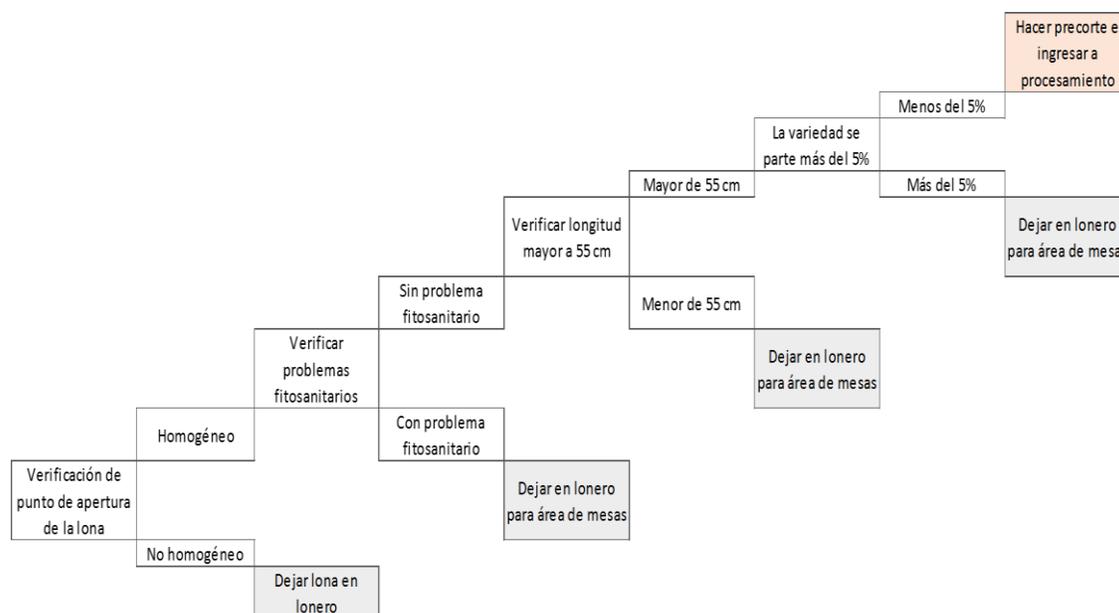


Figura 9. Árbol de decisión para definición de ingreso de flor a la operación. Fuente: (Elaboración Propia)

### 8.2.5 Diagrama de Pareto

A partir de la información obtenida en el diagnóstico del proceso, se genera una lluvia de ideas con 15 oportunidades de mejora que se analizan utilizando el diagrama de Pareto para identificar aquellas que mayor huella representan en el proceso de clasificación de miniclavel con la máquina FBM como se muestra en la Figura 10. Esto permite priorizar los problemas y factores según su importancia relativa, permitiendo enfocar los esfuerzos en los elementos que tienen impacto representativo en esta labor que forma parte de la poscosecha.

Teniendo en cuenta los ejes de avance descritos anteriormente, las oportunidades de mejora se agruparon y codificaron así:

- Calidad de la materia prima: Definir punto de corte de los botones florales acorde con el día en que se realiza la clasificación (PAD), mezcla en el punto de apertura de los tallos a clasificar (MPA), inspección y selección fitosanitaria de los tallos en cultivo (IFC) e ingreso a clasificación de variedades desuniformes en apertura floral y tallos vidriosos (VDV).
- Parametrizaciones y condicionamientos eléctricos y electrónicos de la máquina: Daño mecánico de tallos en la máquina defoliadora (DMD), velocidad uniforme para todas las bandas de clasificación que conforman la máquina (VBC), inclinación pronunciada en una de las bandas de clasificación (IBC) y una sola velocidad en la máquina defoliadora (VMD).
- Rotación de personal: Falta de estandarización y resultados del entrenamiento (ERE), alta rotación de personal en la labor de clasificación (ARP), Cansancio visual al realizar inspección repetitiva (CVI) y falta de personal capacitado en la clasificación (FPC).
- Estandarización de la operación: Planeación en el ingreso de tallos a la máquina (PIM), control de tiempos de forma manual durante el proceso (CTM) y longitud a defoliar de los tallos según cliente (LTD).

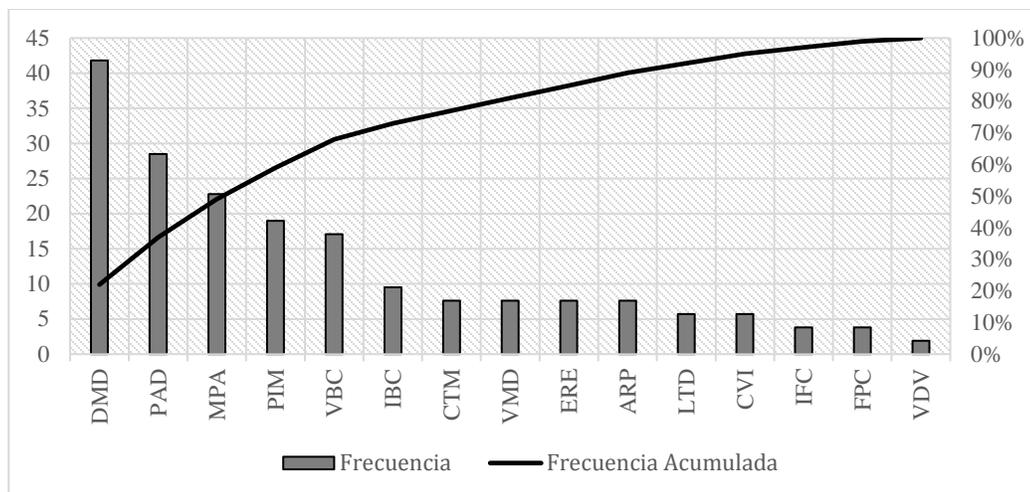


Figura 10. Frecuencia mensual ordenada Fuente: (Elaboración Propia)

El uso de esta herramienta permite definir las 9 oportunidades de mejora de mayor importancia en el proceso de las 15 planteadas inicialmente, ya que estas corresponden al 85% de las causas que afectan el rendimiento en la clasificación, estas se traducen en estrategias las cuales se describen, profundizan y evalúan en el siguiente capítulo.

### 8.2.6 Evaluación de las estrategias de mejora:

Teniendo en cuenta las estrategias de mejora en materia prima, condiciones eléctricas y electrónicas de las máquinas y la rotación de personal que se exponen a continuación como resultado del análisis de Pareto realizado a los principales problemas del proceso, se evaluó la posibilidad de su ejecución en el proceso, empleando el análisis de matrices que se muestran a continuación.

- Calidad de la materia prima:
  1. Definir un punto de apertura del corte de la flor estándar para cada día de la semana.
  2. Evaluar continuamente en la recepción la homogeneidad del punto de apertura por lona.
- Parametrizaciones de condiciones eléctricas y electrónicas en las máquinas:
  3. Velocidades diferenciales en las bandas de clasificación.
  4. Instalación de variador de velocidad en defoliadora.
  5. Disminución de grado de inclinación de banda de alimentación al segundo nivel.
  6. Modificación del mecanismo de pelado.
- Condiciones del talento humano:
  7. Sistematización y estandarización del entrenamiento.
- Estandarización de la operación:
  8. Base automatizada para el control de tiempos.
  9. Aplicación de árbol de decisión para el ingreso de materia prima a la máquina y la planeación de la operación.

### 8.2.7 Análisis de Viabilidad, Consistencia y Desarrollo de las estrategias propuestas:

Para evaluar las mejoras relacionadas anteriormente, se determina una escala como se muestra en la Tabla 22. A continuación, se califican las 9 estrategias por parte de 7 colaboradores involucrados en diferentes áreas de la organización (un director, un administrativo, un supervisor, dos de calidad, un de mantenimiento y un operario) empleando las matrices de viabilidad, consistencia y desarrollo como se observa en la Tabla 23.

Tabla 22. Escala de evaluación para estrategias de mejora Fuente: (Elaboración Propia)

Parámetro	Calificación
Alto	5
Medio Alto	4
Medio	3
Medio Bajo	2
Bajo	1

Tabla 23. Matriz para evaluación de estrategias de mejora Fuente: (Elaboración Propia)

MATRIZ	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Viabilidad</b>	<b>3.6</b>	<b>3.5</b>	<b>4.3</b>	<b>3.9</b>	<b>3.7</b>	<b>3.8</b>	<b>4.0</b>	<b>3.5</b>	<b>4.0</b>
Económica	4.2	3.3	3.5	4.2	2.8	3.8	3.7	3.3	4.0
Política	2.8	3.2	4.5	3.3	4.0	3.5	3.5	3.3	3.7
Social	3.7	3.3	4.7	3.7	3.8	3.2	3.7	3.5	3.5
Técnica	3.7	4.3	4.3	4.5	4.2	4.8	5.0	3.8	4.7
<b>Consistencia</b>	<b>3.6</b>	<b>0.0</b>	<b>4.1</b>	<b>3.8</b>	<b>3.6</b>	<b>3.7</b>	<b>3.5</b>	<b>0.0</b>	<b>4.0</b>
Adaptación	3.5	0.0	4.3	3.7	3.3	3.7	3.7	0.0	3.8
Capacitación	3.7	0.0	4.2	4.0	3.8	4.0	3.7	0.0	4.3
Compromiso	3.5	0.0	4.0	3.5	4.0	3.5	3.7	0.0	3.7
Comunicación	3.6	0.0	3.8	4.0	3.3	3.5	3.0	0.0	4.2
<b>Desarrollo</b>	<b>2.8</b>	<b>0.0</b>	<b>3.7</b>	<b>3.4</b>	<b>3.5</b>	<b>3.5</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>4.0</b>
Autocontrol	2.5	0.0	3.0	3.0	3.8	3.2	0.0	0.0	3.8
Autonomía	2.7	0.0	3.5	3.7	3.0	4.2	0.0	0.0	4.0
Finalidad	3.0	0.0	4.2	3.5	3.7	3.5	0.0	0.0	4.3
Identidad	2.8	0.0	4.2	3.3	3.7	3.0	0.0	0.0	3.7

Para seleccionar de las 9 estrategias propuestas anteriormente, las que se ajustan mejor al proceso productivo, se tiene en cuenta únicamente las que obtuvieron un resultado mayor o igual a 3,6 para las dos primeras matrices y 3,7 para la tercera matriz. En primer lugar, se selecciona la estrategia número 9: Aplicación de árbol de decisión para el ingreso de materia prima a la maquina y la planeación de la operación con calificación de 4.0. y como segunda estrategia la numero 3: Velocidades diferenciales en las bandas de clasificación con 3.7 de calificación. De estas dos estrategias se generan las propuestas que se describen en el siguiente capítulo.

### 8.3 Evaluación del impacto en el rendimiento de la máquina clasificadora de miniclavel Flora Bunch Máster con la implementación de las propuestas.

Teniendo en cuenta la propuesta de mejora generada en el objetivo anterior, en este capítulo se justifica la viabilidad en el desarrollo de ésta tomando en cuenta ejes operacionales, disminución de pérdidas en materia prima, tiempos muertos, reprocesos y mejora de la eficiencia. La propuesta de mejora está definida con dos estrategias que son analizadas a continuación:

#### 8.3.1 Aplicación de árbol de decisión para el ingreso de materia prima a la máquina y la planeación de la operación

Como punto de partida, la operación de la máquina necesita requerimientos específicos de calidad de la materia prima para que el rendimiento sea óptimo, todos los tallos que ingrese con condiciones diferentes pueden afectar negativamente la eficiencia. En la Tabla 24, Tabla 25 y Tabla 26 se muestran las condiciones que afectan la operación y la mejora obtenida con la aplicación de estos árboles de decisión.

Tabla 24. Árbol de Decisión de planeación. Fuente: (Elaboración propia)

Árbol Decisión de Planeación de la OP	Afectación en el Proceso
La orden solicita <i>rainbow</i>	En proceso con máquina no se pueden procesar.
La orden solicita ramos por menos de 5 tallos	En proceso con máquina no se pueden procesar.
La orden solicita variedades que se parten más del 2,5% en la defoliación	Este porcentaje representa una pérdida de tallos por encima de la meta mínima de postcosecha, entonces en proceso con maquina no se puede procesar.
La orden no solicita más de 800 tallos de la misma variedad	Según el diagnostico, el cambio de variedades cuando se requiere clasificar menos de 800 tallos disminuye el ingreso de flor en 408 tallos por hora

El uso de este árbol de decisión aumentará la capacidad de ingreso de tallos a la operación en 3%. Actualmente se tiene un ingreso de 6.807 tallos/hora. Al implementar esta propuesta se alcanzará un total de 7.011 tallos/hora en el área de alimentación.

El análisis del segundo árbol de decisión se muestra a continuación en la Tabla 25.

Tabla 25. Árbol de Decisión de ingreso de flor a operación. Fuente: (Elaboración propia)

Árbol Decisión de Ingreso de Flor a operación	Afectación en el Proceso
Punto de apertura homogéneo	Consiste en verificación que la lona tenga la mayor parte de los tallos en el mismo punto de apertura floral. Esto reduce la salida de tallos del proceso en 9,5% el cual es el porcentaje más alto de salida de tallos de la operación en máquina.
Sin problemas fitosanitarios críticos	Significa que cuando se realiza inspección visual rápida, la mayoría de los tallos se observan libres de plagas y enfermedades representativas y fáciles de detectar.
Longitud de tallos mayor a 55 cm	Esta es la longitud mínima del tallo para que la máquina realice el corte de la parte inferior del mismo y se pueda hidratar. En el grado único, que es el grado exportable más corto, se corta a 53 cm.

La variedad no parte más del 2,5%

Este porcentaje representa una pérdida de tallos que se encuentra por encima de la meta mínima de la poscosecha.

El rendimiento de la máquina está dado por la cantidad de ramos exportables que se entregan a la zona de hidratación, es decir, los tallos que sale del proceso a lo largo de la operación no se toman en cuenta para el rendimiento. Como se mencionó anteriormente, a la operación ingresan en promedio 6.807 tallos/hora de los cuales, al final del proceso se entregan 5.500 tallos/hora exportables. Con la implementación de este árbol de decisión se logra un aumento de aprovechamiento de tallos exportables en un 9.5% aproximadamente, esto representa pasar de 5.500 tallos/hora exportables con la clasificación actual a 6.022 tallos/hora exportables con la clasificación propuesta.

En resumen, la implementación de los dos árboles de decisión genera una mejora representativa que se muestra a continuación:

Tabla 26. Impacto en el rendimiento de los Árboles de decisión. Fuente: (Elaboración propia)

Árboles de Decisión	Mejora	Porcentaje de Mejora	Rendimiento Esperado
Planeación de la Operación	Aumento en capacidad de ingreso de tallos a la operación	+3% sobre el promedio de ingreso por hora = +1.3% exportable	7.011 tallos/hora en el ingreso = 5.573 tallos/hora exportables
Ingreso de tallos a la operación	Ingreso de tallos a la operación en apertura floral homogénea	+9.5% en tallos exportables	6.022 tallos/hora exportables
<b>2 árboles de decisión</b>		<b>+10.8% de tallos exportables</b>	<b>5500+594 tallos/hora = 6.094 tallos/horas exportables</b>

Concluyendo, con la aplicación de la estrategia de árboles de decisión se logra incrementar el rendimiento de la máquina en un 10.8% lo que representa 6.094 tallos/hora o un aumento de 594 tallos/horas exportables respecto al rendimiento actual.

### 8.3.2 Velocidades diferenciales en las bandas de clasificación

A continuación, en la Tabla 27 se muestra el proceso actual comparado con el resultado de la implementación de esta propuesta focalizando el análisis en la mejora de la distribución y separación de tallos, así como en la posibilidad de mejorar todas las áreas de operación desde el surtido de estos:

Tabla 27. Comparación de Proceso Actual vs Propuesta de Mejora Velocidades diferenciales en bandas. Fuente: (Elaboración propia)

N. Banda	Proceso Actual	Resultado de Mejora
2	<p>Ésta es la banda principal del área de clasificación y cuenta actualmente con una velocidad de 100%, lo que genera varios problemas de calidad y al final de banda reprocesos. La capacidad con esta velocidad es de 113 tallos/minuto en promedio.</p>	<p>Reducir la velocidad a un 60% permite hacer un surtido de tallos cada 5 cm de distancia, con una longitud de 6 metros de banda, es posible ampliar la capacidad de surtido a 120 tallos/minuto en promedio. Esto representa una mejora del 6% en ingreso de tallos, 7.200 tallos/hora surtidos en la máquina con respecto al actual de 6.807 tallos/hora.</p>
3	<p>La velocidad actual de esta banda es de 100%</p>	<p>Envía los tallos del proceso de grados en el piso inferior hacia la alineación, de modo que al recibir el tallo la banda 3 que llega con una velocidad de 60% de la banda 2 y con separación entre tallos de 4 cm aproximadamente. Con una nueva velocidad de +20% en la banda 3 se aumenta la separación entre tallos. Tomando en cuenta la Tabla 12 se pierden 14 minutos/día aproximadamente por paradas no planeadas debido a acumulación de tallos en el área de armado de ramos, que con esta separación lograda a partir del cambio de velocidades se podrían eliminar. Esto aumentará en promedio 218 tallos/hora de rendimiento. Así mismo se disminuye el porcentaje de tallos partidos en la zona de conteo que representa el 28% del total de partidos según la Tabla 10 disminuyendo este indicador en 1.8% aproximadamente.</p>

En resumen, de esta estrategia que hace parte de la propuesta final de mejora se obtiene una disminución de 0.7 puntos porcentuales en tallos partidos en operación y una mejora en la capacidad de ingreso de tallos de 638 tallos/hora, lo que representa un ingreso de tallos de 7.445 con un exportable final de 6.040 cómo se ve a continuación en la Tabla 28. La estrategia fue desarrollada a partir del análisis del manual de operación suministrado por Bercomex de las Américas de la máquina Furora Nova (Bercomex, 2016), el cual se implementó hace 7 años en la clasificación de clavel en la finca Agrícola Cardenal Facatativá.

Tabla 28. Mejora de rendimiento con estrategia de cambio de velocidad en bandas. Fuente: (Elaboración Propia)

Área de la máquina	Promedio de tallos por hora	% de pérdida de materia prima en operación vs el proceso anterior
Alimentación	7445	
Pelador	7266	-2.4%
Surtido	7223	-0.6%
Calidad	7215	-0.1%
Grados	6393	-11.4%
Alineación	6176	-3.4%
Conteo	6126	-0.8%
Encapuche	6040	-1.4%
<b>Total</b>	<b>6040</b>	<b>-20.1%</b>

A continuación, en la Figura 11 se muestra la estructura de la propuesta de mejora con su respectivo resultado de mejora de rendimiento.

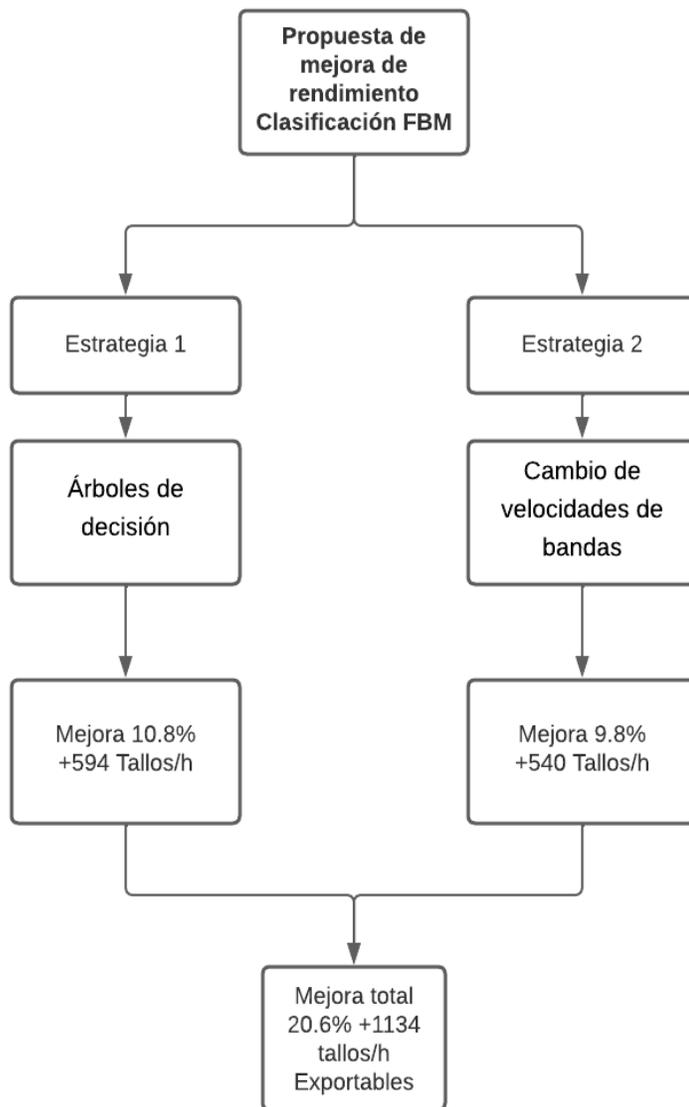


Figura 11. Estructura de la propuesta de mejora. Fuente: (Elaboración propia)

## 9. Conclusiones y recomendaciones

Tomando en cuenta el desarrollo de este trabajo, se presentan a continuación las conclusiones y recomendaciones

### 9.1 Conclusiones

- La propuesta de mejora se encuentra definida teniendo en cuenta los aspectos de mayor impacto en el rendimiento de clasificación de miniclavel con la máquina FBM en la poscosecha de Agrícola Cardenal S.A.S.
- La lluvia de ideas basado en el diagnóstico y los principios de innovación de procesos permitió establecer 15 estrategias de mejora completamente aplicables al proceso de clasificación de miniclavel con la máquina FBM en la poscosecha de Agrícola Cardenal S.A.S.
- El Pareto como herramienta de mejora continua el cual se desarrolló con las oportunidades propuestas por el personal de la empresa involucrado en el proceso, permitió identificar las dos estrategias que mayor impacto y probabilidad de ejecución tienen en el proceso de clasificación de miniclavel con la máquina FBM en la poscosecha de Agrícola Cardenal S.A.S.
- La viabilidad de la propuesta precisó una mejora potencial de 20% en el rendimiento de clasificación de miniclavel con la máquina FBM en la poscosecha de Agrícola Cardenal S.A.S. Con estrategias aplicables en el proceso.
- La presente propuesta para la mejorar de rendimiento se enfoca en la clasificación de tallos de miniclavel con la máquina FBM en la poscosecha de Agrícola Cardenal S.A.S. Sin embargo, la metodología propuesta, los resultados y conclusiones pueden ser adaptables a otras especies, procesos, máquinas y empresas del sector floricultor que realicen esta labor.

### 9.2 Recomendaciones

- Implementar las dos estrategias planteadas en la propuesta de mejora para aumentar el rendimiento de clasificación de tallos de miniclavel con la máquina FBM en la poscosecha de Agrícola Cardenal S.A.S.
- Mejorar temas relacionados con orden y aseo frecuente en el área de trabajo de la máquina FBM en la poscosecha de Agrícola Cardenal S.A.S. Con el fin de reducir el riesgo de condiciones propicias para accidentes laborales, desperdicio de material y contaminación fitosanitaria de la materia prima.
- Explorar mejoras en la comunicación de los operarios con la líder del proceso de clasificación en la máquina FBM en la poscosecha de Agrícola Cardenal S.A.S. Buscando que se tenga la información completa de fallos, errores y alertas de la operación oportunamente.
- Evaluar estrategias para mejorar la distribución y ubicación de variedades en la zona de almacenamiento temporal de flor en carros loneros que puedan aumentar el flujo de flor que ingresa a la operación de clasificación.

## Referencias

- Bercomex. (2016). Manual de operación máquina clasificadora Furora Nova. Boletín Técnico Exportaciones. (2023). [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/exportaciones/boletin\\_exportaciones\\_en\\_e23.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/exportaciones/boletin_exportaciones_en_e23.pdf)
- Burgasí Delgado, D. D., Cobo Panchi, D. V., Pérez Salazar, K. T., Pilacuan Pinos, R. L., & Rocha Guano, M. B. (2021). EL DIAGRAMA DE ISHIKAWA COMO HERRAMIENTA DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN: UNA REVISIÓN DE LOS ÚLTIMOS 7 AÑOS. *TAMBARA*, 1212–1230.
- Castellanos Domínguez, Ó. F., Fonseca Rodríguez, S. L., & Buriticá Ospina, S. (2010). Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de flores y follajes con énfasis en clavel (Giro Editores Ltda., Ed.).
- Ceniflores, C. de I. de la F. C. (2023, enero 17). Sector Floricultor. <https://ceniflores.org/sector-floricultor/>.
- Chavarro, J. (s/f). Metroflor. Evolución del mercado global de flores, su desarrollo por región y las oportunidades de Colombia en los principales países y regiones importadoras. Recuperado el 3 de junio de 2023, de <https://www.metroflorcolombia.com/evolucion-del-mercado-global-de-flores-su-desarrollo-por-region-y-las-oportunidades-de-colombia-en-los-principales-paises-y-regiones-importadoras/>
- C.I Agrícola Cardenal S.A.S. (2023).
- clavel. (s/f). Recuperado el 4 de junio de 2023, de <https://thumbs.dreamstime.com/z/clavel-rojo-hermoso-aislado-en-el-fondo-blanco-40875237.jpg>
- Dirección de cadenas Agrícolas y Forestales. (2020). Cadena de flores, follajes y ornamentales.
- Flores Funza. (s/f). Recuperado el 2 de junio de 2023, de <https://www.floresfunza.com/about-us/>
- Instituto Colombiano Agropecuario. (2020). Resolución 063625 de 2020, por medio de la cual se establecen los requisitos para obtener el Registro del Lugar de Producción de flores o ramas cortadas de las especies ornamentales con destino a la exportación y para el registro de Exportador e Importador de flores o ramas cortadas de las especies ornamentales.
- Instituto uruguayo de Normas Técnicas. (2009). Herramientas para la mejora de la calidad. <https://calitassiblo.files.wordpress.com/2013/01/libro-herramientas-para-la-mejora-de-la-calidad-curso-unit.pdf>
- Lean Six Sigma Institute. (2021). Capacitación lean six sigma yellow belt operación cero perdidas.
- Malpartida Gutiérrez, J. N., & Tarmeño Bernuy, L. E. (2020). Implementación de las herramientas del Lean Manufacturing y sus resultados en diferentes empresas. *Alpha Centauri*, 1(2), 51–59.
- miniclavel. (s/f). Recuperado el 4 de junio de 2023, de [https://m.media-amazon.com/images/I/51+HbWEbqKL.\\_AC\\_SX569\\_.jpg](https://m.media-amazon.com/images/I/51+HbWEbqKL._AC_SX569_.jpg)
- Rajadell Carreras, M. (2021). Lean Manufacturing: Herramientas para producir mejor. Ediciones Diaz de Santos S.A. <https://books.google.com.co/books?id=40VIEAAQBAJ>
- Rangel-Churio, J. O. (2015). LA RIQUEZA DE LAS PLANTAS CON FLORES DE COLOMBIA. *Caldasia*, 37(2), 279–307. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v37n2.54375>

SALAZAR, C. (2023, febrero 13). Las exportaciones de flores crecieron 19,1% en 2022 y las rosas lideran el segmento. <https://www.larepublica.co/economia/las-exportaciones-de-flores-crecieron-19-1-en-2022-y-las-rosas-lideran-el-segmento-3543818>

Superintendencia de Industria y Comercio. (2011). Resolución 53956 de 2011, Por el cual se decide una solicitud de protección de una denominación de origen.



## 2. Base de control de tiempos

Pestaña	Descripción	Campos	Naturaleza
Tiempos	Captura de tiempos para labores individuales	Registro Hora Inicio/Fin Actividad Área Cantidad Unidad Tiempo (Segundos) Tiempo (Horas) Personas Consumo de personal (unidad/personas*hora)	Se autocompleta incrementando de 1 en 1 Con "Ctrl+O", nos trae la hora real Los inicios marcan el comienzo de una labor y los fin, el cierre de la lectura (Con "Ctrl+O" el captura el estado). Se diligencia según la labor evaluada Se diligencia según el área analizada Se diligencia manualmente las "repeticiones" evaluadas Indica la unidad de medida (Til, Ramos, Lonas, Cajas) Se autocompleta - Diferenciando las lecturas Se autocompleta Se diligencia manualmente (Si es un equipo se suman todos los involucrados, si es una sola persona dejar 1) Se autocompleta (Tiene en cuenta las "cantidades ejecutadas" y las divide por los participantes en el tiempo labor que se ejecutó).
Resumen	Tabla dinámica que muestra el resumen de los datos tomados en la pestaña Tiempos	Filtro de Inicio/Fin	Seleccione en el filtro únicamente la opción FIN para ver los tiempos monitoreados

Inicio/Fin	F
------------	---

***Nota:*** Seleccione en el filtro únicamente la opción FIN para ver los tiempos monitoreados

Unidad	Área	Promedio de Consumo de personal (unidad/personas*hora)
Tallos	Pelado	17.542
<b>Total general</b>		<b>17.542</b>



#### 4. Registro fotográfico de visitas realizadas a poscosecha















