

**PROPUESTA PARA MITIGAR LAS CAUSALES DE LAS VARIACIONES ENTRE  
LOS COSTOS REALES Y ESTÁNDARES DEL PROCESO DE COSECHA DE  
UN INGENIO AZUCARERO UBICADO EN EL VALLE DE CAUCA**

**LIZETH MARIAN GARAVIÑO RUIZ  
KAREN LISSETH LENIS CAMPO**

**UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TULUÁ, VALLE DEL CAUCA  
2020**

**PROPUESTA PARA MITIGAR LAS CAUSALES DE LAS VARIACIONES ENTRE  
LOS COSTOS REALES Y ESTÁNDARES DEL PROCESO DE COSECHA DE  
UN INGENIO AZUCARERO UBICADO EN EL VALLE DE CAUCA**

**LIZETH MARIAN GARAVIÑO RUIZ  
KAREN LISSETH LENIS CAMPO**

**Trabajo de grado para optar por el título de ingeniero industrial**

**Director  
Ing. OLGA PATRICIA COBO BETANCOURT, MSc.**

**UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TULUÁ, VALLE DEL CAUCA  
2020**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Tuluá, Agosto 2020**

## DEDICATORIAS

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy hoy en día, una mujer llena de principios y valores; a ellos les debo muchos de mis logros junto con este; siempre me ofrecen su apoyo incondicional para alcanzar mis sueños, me impulsan a realizar lo que me hace feliz y me ofrecen todo su amor, por eso, este trabajo de grado es para ellos que son los seres que más amo en el mundo y a quienes les agradezco todo lo que me han brindado.

***Lizeth Marian Garaviño Ruiz.***

Dedico este trabajo de grado a Dios por permitirme llegar a este momento tan importante en mi carrera profesional y por su fortaleza en los momentos difíciles. A mis padres que son el motor de mi vida por su amor incondicional, a mí novio por su apoyo y motivación en los momentos que más lo necesite, a mi hermano que siempre ha querido lo mejor para mí y adoro con toda mi alma, a toda mi familia y seres queridos porque siempre tuvieron la esperanza en mí.

***Karen Lisseth Lenis Campo.***

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios por brindarme la salud para poder realizar este trabajo, por iluminar mi camino en los momentos difíciles y sostenerme cuando he sentido decaer.

A mis padres por su dedicación, amor y tiempo, gracias por creer en mí y nunca poner en duda mis capacidades. Gracias por todo el apoyo brindado en estos años.

A mi familia quienes siempre han puesto su confianza en mí y me han ofrecido su colaboración y cariño incondicional.

A mis amigas que de manera desinteresada me brindaron su apoyo en los momentos que más lo necesite.

A la Ing. Olga Cobo por ser una excelente profesional, por su enseñanza y por aceptar dirigirnos en la realización de este trabajo.

A las personas del ingenio quienes nos ofrecieron la oportunidad de realizar este trabajo mediante su apoyo.

***Lizeth Marian Garaviño Ruiz.***

Agradezco a Dios por darme fuerza para superar obstáculos y dificultades que se me han presentado en el camino.

A mis padres por la confianza y el apoyo que me han brindado y por los darme los regalos más grandes que son los valores y el amor incondicional.

A mi novio por ser la persona que me ha impulsado y acompañado a salir de los momentos difíciles, por las alegrías y porque siempre pude contar con él.

A la Ing. Olga Cobo por ser una persona admirable, por su valiosa guía y asesoramiento durante el desarrollo de este trabajo de grado.

Al personal de cosecha por su colaboración y por darnos la oportunidad de llevar a cabo esta investigación.

***Karen Lisseth Lenis Campo.***

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	18
1. TÍTULO .....	20
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	21
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	21
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	25
2.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	25
3. JUSTIFICACIÓN .....	26
3.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	26
3.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	26
3.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	27
4. OBJETIVOS.....	28
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	28
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	28
5. MARCO DE REFERENCIA .....	29
5.1 MARCO TEÓRICO .....	29
5.1.1 Seis Sigma.....	29
5.1.2 Principios del Seis Sigma .....	30
5.1.3 DMAIC .....	30
5.1.4 Herramientas del Seis Sigma .....	32
5.2 MARCO CONCEPTUAL.....	34
5.2.1 Diagrama de Pareto .....	34
5.2.2 Costos.....	34
5.2.3 Presupuesto .....	36
5.3 ESTADO DEL ARTE .....	37
5.4 MARCO CONTEXTUAL .....	39
5.5 MARCO LEGAL.....	40
6. DISEÑO METODOLÓGICO .....	43
6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	43
6.2 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	43
6.3 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....	44
6.4 ACTIVIDADES Y RESULTADOS RELACIONADOS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO .....	44

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	47
7.1. CAPÍTULO I: ESTRUCTURA Y COMPONENTES DE LOS COSTOS DEL PROCESO DE COSECHA QUE SON CARGADOS AL SISTEMA INFORMÁTICO INTEGRADO DE GESTIÓN EMPRESARIAL (SAP) .....	47
7.1.1 Definir .....	47
7.1.2 Proceso de cosecha .....	47
7.1.3 Caracterización del proceso de cosecha .....	55
7.1.4 Sistema de costeo .....	56
7.1.4 Estructura de costos proceso de cosecha .....	56
7.1.5 Establecer la meta general .....	58
7.1.6 Meta general disminución en el costo unitario por tonelada.....	60
7.1.8 Marco del proyecto .....	61
7.2. CAPÍTULO II: VARIACIONES ENTRE EL COSTO REAL Y ESTÁNDAR DEL PROCESO DE COSECHA DURANTE LOS MESES DE ENERO A SEPTIEMBRE DEL AÑO 2019 62	
7.2.1 Medir .....	62
7.2.2 Variaciones presentadas en las etapas del área de cosecha.....	63
7.2.3 Clasificación multicriterio de las etapas de cosecha .....	72
7.3 CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE LAS VARIACIONES ENTRE EL COSTO REAL Y EL ESTÁNDAR DEL PROCESO DE COSECHA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL PARA IDENTIFICAR LAS CAUSAS POTENCIALES .....	76
7.3.1 Analizar .....	76
7.4 CAPITULO IV: PROCEDIMIENTO DE CONTROL PRESUPUESTAL COMO MEDIDA CORRECTIVA PARA REDUCIR LAS CAUSAS QUE GENERAN LAS VARIACIONES ENTRE EL COSTO REAL Y ESTÁNDAR DEL PROCESO DE COSECHA     80	
7.4.1 Mejorar .....	80
7.4.2 Identificación de soluciones potenciales: se realiza un listado de las causas identificadas en el diagrama Ishikawa, después se procede a determinar su posible solución. ....	80
7.4.3 Clasificación de mejoras potenciales .....	82
7.4.4 Controlar .....	91
7.5 RELACIÓN COSTO BENEFICIO DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PROCEDIMIENTO DE CONTROL PRESUPUESTAL .....	96
7.5.1 Relación costo beneficio .....	96
8. CONCLUSIONES .....	100
9. RECOMENDACIONES .....	101

10. BIBLIOGRAFÍA Y WEB GRAFÍA.....	102
11. ANEXOS .....	104

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Proceso de cosecha .....	22
Ilustración 2. Principios del Seis Sigma. ....	30
Ilustración 3. Fases de la metodología DMAIC. ....	31
Ilustración 4. Herramientas para Seis sigma. ....	33
Ilustración 5. Ubicación de los ingenios en el Valle del Cauca. ....	39
Ilustración 6. Flujograma del proceso de cosecha. ....	48
Ilustración 7. Diagrama SIPOC del proceso.....	54
Ilustración 8. Diagrama de Pareto.....	75
Ilustración 9. Diagrama de Ishikawa para la etapa de precosecha.....	77
Ilustración 10. Diagrama de Ishikawa para la etapa de maduración .....	77
Ilustración 11. Matriz de priorización.....	84
Ilustración 12. Formulario de servicios contratados .....	91

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ingenios azucareros del Valle del Cauca .....	21
Tabla 2. Diferencia del costo unitario real y el presupuesto. ....	24
Tabla 3. Regulaciones legales .....	40
Tabla 4. Actividades y resultados relacionados con el desarrollo del proyecto. ....	45
Tabla 5. Cronograma de actividades. ....	46
Tabla 6. Caracterización del proceso de cosecha.....	55
Tabla 7. Estructura de costos. ....	57
Tabla 8. Meta general disminución en el costo unitario por tonelada .....	60
Tabla 9. Project chárter .....	61
Tabla 10. Precosecha costos unitarios reales y estándares enero a septiembre 2019. .....	63
Tabla 11. Maduración costos unitarios reales y estándares enero a septiembre 2019 .....	64
Tabla 12. Quemados/ incendios costos unitarios reales y estándares enero a septiembre 2019.....	65
Tabla 13. Corte costos unitarios reales y estándares enero a septiembre 2019 ...	66
Tabla 14. Alce costos unitarios reales y estándares enero a septiembre 2019 .....	67
Tabla 15. Transporte costos unitarios reales y estándares enero a septiembre 2019 .....	68
Tabla 16. Administración costos unitarios reales y estándares enero a septiembre 2019 .....	69
Tabla 17. Consolidado de las variaciones en el área de cosecha enero a septiembre 2019 .....	70
Tabla 18. Variación de los costos unitarios en pesos.....	71
Tabla 19. Variación de los costos unitarios en porcentaje.....	71
Tabla 20. Clasificación por frecuencia de variación .....	72
Tabla 21. Clasificación por frecuencia de variación .....	73

Tabla 22. Criterio por frecuencia.....	74
Tabla 23. Criterio por costo unitario .....	74
Tabla 24. Diagrama de Pareto .....	75
Tabla 26. Criterios para medir el impacto de las mejoras .....	83
Tabla 27. Matriz de priorización de las mejoras .....	83
Tabla 28. Plan de Acción 5w y 1h.....	85
Tabla 29. Base de datos de servicios contratados .....	92
Tabla 30. Registro histórico de costos reales y estándares .....	92
Tabla 31. Informe semanal de servicios contratados por centros de costos .....	93
Tabla 32. Estado de variación .....	94
Tabla 33. Informe quincenal por centros de costos.....	94
Tabla 34. Seguimiento de las variaciones presentadas .....	95
Tabla 35. Estimación del Costo máximo permitido .....	96
Tabla 36. Monto de las variaciones .....	97
Tabla 37. Inversión .....	97
Tabla 38. Flujos proyectados en el tiempo (1 año).....	98
Tabla 39. Indicadores de rentabilidad del proyecto .....	98

## LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Valor de la brecha .....	58
Ecuación 2. Porcentaje de la brecha .....	59
Ecuación 3. Valor de la meta .....	59
Ecuación 4. Reducción esperada .....	59
Ecuación 5. Costo unitario .....	63

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Costos reales precosecha .....	104
Anexo 2. Costos estándares precosecha.....	104
Anexo 3. Costos reales maduración .....	105
Anexo 4. Costos estandares maduracion .....	105
Anexo 5. Costos reales Quemias- Incendios .....	105
Anexo 6. Costos estandares Quemias- Incendios .....	106
Anexo 7. Costos reales alce .....	106
Anexo 8. Costos estandares alce .....	107
Anexo 9. Costos reales administracion .....	107
Anexo 10. Costos estandares administracion .....	108
Anexo 11. Diagrama de pareto precosecha .....	108
Anexo 12. Diagrama de pareto Maduracion.....	109

## GLOSARIO

**AFILADO:** sacar filo a la herramienta de trabajo.

**ALCE:** alzar la caña cortada que está depositada en el suelo hasta los vagones de transporte.

**APLICACIÓN DE MADURANTES:** aplicación aérea de productos madurantes sobre los cultivos de caña, para agilizar su proceso de maduración y cosecha.

**ASENTAR:** eliminar los minúsculos arañazos que deja cuando se saca el filo.

**ASIGNAR:** distribuir a los corteros en cada uno de los tajos en las brechas y por líneas

**BRECHA:** camino que se abre en la suerte para facilitar la entrada del cortero, la asignación de los tajos y alineamiento de la chorra.

**CAMA:** lugar donde va a acomodarse la caña y debe permanecer limpia.

**CEPILLADO:** consiste en cortar la cepa de la caña a ras del suelo para evitar daños en la misma, desperdicios y accidentes.

**CHORRA:** arrume de caña alineada.

**CHULQUÍN:** caña que no alcanzó su desarrollo total.

**COGOLLO:** parte superior de la caña no molinable compuesto por hojas.

**CORTE DE CAÑA:** realizar corte transversal de los tallos de la caña a ras de suelo y cortando el cogollo de la planta.

**COSECHA MECÁNICA:** corte de caña mediante uso de una maquina cosechadora.

**DESCOGOLLAR:** cortar el cogollo de la caña entre hojas verdes y maduras.

**ENCHORRAR:** acomodar la caña ordenadamente en forma horizontal.

**ESTADO DE LA CAÑA:** se refiere a la forma como se encuentra la caña antes de ser cortada: Erecta, poco caída, medio caída, caída y enredada, caída, caída y enraizada

**NIDO:** parte inicial del tajo

**PRE-COSECHA:** muestra de tallos de una suerte para medir la maduración que presenta los cultivos de caña en determinado momento.

**SUERTE:** lote cultivado en caña rodeado por callejones y/o canales

**TAJO:** lote de caña asignado a cada cortero.

**YAGUA:** parte de la hoja en forma tubular que va adherida a la caña cubriendo la yema.

## RESUMEN

La cosecha, es un proceso operativo que se encarga de abastecer de caña a la fábrica de un ingenio azucarero, en el momento y cantidad oportuna. En este proceso se debe evitar movimientos innecesarios, largos tiempos de permanencia y materia extraña, que puedan ocasionar paros en fábrica, adicionalmente, se debe ejercer control de los estándares en términos de costo, por lo cual, se hace necesario hacer seguimiento a las variaciones y así mejorar la toma de decisiones.

La empresa objeto de estudio, muestra su interés en un proyecto mediante el cual pueda llevarse a cabo una propuesta basada en la metodología Seis Sigma. Se toman datos de los costos en los que incurre el proceso entre los meses de Enero y Septiembre de 2019, los cuales se comparan con los estándares definidos, con el fin de identificar las variaciones, su impacto y causas. Se lleva a cabo el análisis de la información por medio de diagramas de Pareto y diagrama Ishikawa; además, la evaluación y generación de medidas correctivas, promoviendo el control de éstas, y así evitar que se sigan presentando las causas de las variaciones de los costos real y estándar en el proceso de cosecha.

Este proyecto presenta una propuesta para mitigar las causales de las variaciones entre los costos reales y estándares del proceso de cosecha de un ingenio azucarero ubicado en el Valle de Cauca, mediante el ciclo DMAIC.

**Palabras clave:** Seis Sigma, Diagrama de Pareto, Metodología DMAIC, Costos.

## ABSTRACT

Harvesting is an operational process that is in charge of supplying cane to the factory of a sugar mill, at the right time and quantity. In this process, unnecessary movements, long residence times and foreign matter, which can cause stoppages in the factory, must be avoided, additionally, control of the standards in terms of cost must be exercised, therefore, it is necessary to monitor variations and thus improve decision making.

The company under study shows its interest in a project through which a proposal based on the Six Sigma methodology can be carried out. Data are taken from the costs incurred by the process between the months of January and September 2019, which are compared with the defined standards, in order to identify the variations, their impact and causes. The information analysis is carried out by means of Pareto diagrams and Ishikawa diagram; in addition, the evaluation and generation of corrective measures, promoting the control of the poor, and thus avoiding that the causes of variations in the real and standard costs in the harvesting process continue to appear.

This project presents a proposal to mitigate the causes of variations between the real and standard costs of the harvesting process of a sugar mill located in Valle de Cauca, through the DMAIC cycle.

**Keywords:** Six Sigma, Pareto chart, DMAIC Methodology, Costs.

## INTRODUCCIÓN

Las empresas hoy en día buscan mejorar su competitividad de diversas formas, esto con la intención de ofrecer productos y/o servicios con los más altos estándares de calidad y al mejor precio, persiguiendo siempre la diferenciación, dado a que se enfrentan a un entorno cada vez más competitivo, las empresas hacen uso de una variedad de herramientas y/o técnicas para lograr hacer atractivo un producto a través de estrategias orientadas a la estandarización y tecnificación.

En este trabajo de grado se propone un enfoque metodológico para la implementación del ciclo DMAIC, además de la involucración de otras herramientas que permitan brindar un análisis completo para resolver los problemas hallados en las variaciones entre el costo real y estándar del proceso de cosecha de un ingenio azucarero ubicado en el Valle del Cauca.

Como se dijo anteriormente, este proyecto integra las etapas Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, en primer lugar se expone un diagnóstico de la situación actual del proceso y los costos incurridos en los meses de Enero a Septiembre del 2019 esto con el objetivo de medir las variaciones generadas durante este periodo, posteriormente se analizan las variaciones más representativas con el fin de hallar las causas potenciales, proponer mejoras y hacer que estas permanezcan en el tiempo mediante un mecanismo de control, además de presentar un análisis económico para garantizar una correcta solución de las problemáticas abordadas.

Finalmente, este proyecto busca mostrar un impacto positivo en el proceso de cosecha, mediante la aplicación del ciclo DMAIC, a partir de una oportunidad específica para mitigar las variaciones entre el costo real y estándar, generando a la empresa beneficios financieros y la justificación de las mejoras propuestas así como los ahorros reflejados.

La estructura de esta investigación consta de:

- **Capítulo I:** estructura y componentes de los costos del proceso de cosecha que son cargados al sistema informático integrado de gestión empresarial (SAP): en este capítulo se establece la meta a realizar, se detalla acerca de las etapas del proceso de cosecha y se hace un estudio sobre la estructura y componentes de costos.
- **Capítulo II:** variaciones entre el costo real y estándar del proceso de cosecha durante los meses de enero a septiembre del año 2019: en este capítulo, se

realiza una clasificación multicriterio, con la cual fue posible hallar las etapas que presentan problemas, para así, proceder a realizar el análisis.

- **Capítulo III:** análisis de la información obtenida de las variaciones entre el costo real y el estándar del proceso de cosecha mediante herramientas de ingeniería industrial para identificar las causas potenciales: de acuerdo a los resultados obtenidos en el capítulo anterior, se procede a analizar las causas de las etapas que están presentando mayores variaciones, se analizan las causas de las variaciones, por medio de un diagrama Ishikawa el cual permite conocer las causas del problema y así poder proponer una mejora.
- **Capítulo IV:** control presupuestal como medida correctiva para reducir las causas que generan las variaciones entre el costo real y estándar del proceso de cosecha: en este capítulo, se realiza la identificación y priorización de soluciones, obteniendo como resultado formatos de control en el área, es por esto, que se proponen formatos de control, los cuales permiten hacer un seguimiento a los costos del área de cosecha.
- **Propuestas de mejoramiento:** se estudia el beneficio que las propuestas presentadas tienen en relación con el costo de las mismas y los resultados que se esperan.

## **1. TÍTULO**

Propuesta para mitigar las causales de las variaciones entre los costos reales y estándares del proceso de cosecha de un ingenio azucarero ubicado en el Valle de Cauca.

## 2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los ingenios azucareros en Colombia trabajan continuamente durante las veinticuatro horas del día, el ciclo consiste en abastecerse de caña de diferentes sitios ubicados en el campo hasta la fábrica. En el Valle del Cauca, se encuentran ubicados nueve (9) de los catorce ingenios azucareros del país como se describe a continuación.

Tabla 1. Ingenios azucareros del Valle del Cauca

<b>NOMBRE</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Carmelita	Rio Frio
Manuelita	Palmira
María Luisa	Florida
Mayagüez	Candelaria
Pichichi	Guacarí
Sancarlos	Tuluá
Riopaila	Zarzal
Castilla	Pradera
Providencia	El Cerrito

Fuente: autores

La producción de la caña de azúcar, es una fuente importante en la generación de empleo y además tiene impacto en la contribución tributaria de impuestos destinados a financiar inversión pública, como la educación y la salud, demanda a otros sectores entre estos: los servicios de transporte, energía eléctrica, desperdicios y desechos, productos de plástico y caucho, refinación y petróleo, entre otros.

El ingenio objeto de estudio cuenta con aproximadamente 9326 hectáreas sembradas de caña distribuidas en tenencias propias, proveedores, participación, administración y proveedores ocasionales; se cosechan 2100 toneladas de caña al día, es decir, en promedio 87,5 Ton/hora, además, tiene una fábrica con capacidad de molienda de 2400 toneladas diarias.

Los procesos operativos del ingenio son: campo, cosecha y fábrica. En el proceso de campo se llevan a cabo labores como la selección de la variedad de la caña, preparación del terreno para retirar los residuos de cultivos anteriores, siembra, riego, abonamiento, aplicación de reguladores de crecimiento orgánicos y control

de plagas. Este proceso culmina cuando la caña tiene entre doce y catorce meses de edad, tiempo adecuado para su corte. La cosecha es el proceso encargado de llevar la caña del campo hasta la fábrica en el momento y cantidad oportuna, este proceso cuenta con cinco etapas, iniciando con la precosecha y culminando con el transporte, como se muestra a continuación:

Ilustración 1. Proceso de cosecha



Fuente: autores

La función principal de la precosecha es determinar el momento óptimo de maduración y de cosecha de la caña; inicia desde que la caña alcanza los diez meses de edad y desarrolla la etapa de angostamiento en sus tallos, la caña se encuentra en el mejor estado para la cosecha cuando tiene bajos contenidos de azúcares reductores y altos porcentajes en sacarosa. La precosecha se realiza antes de la aplicación del madurante y aproximadamente cada tres semanas para analizar el comportamiento y la reacción de la planta al producto aplicado.

El fin de la aplicación aérea de madurantes es alcanzar mayor concentración de sacarosa, estabilizar el contenido de azúcar en los cultivos y disminuir los tiempos de maduración. La aplicación de madurantes inicia con la programación donde se define la fecha, suertes, productos, dosis adecuadas para las condiciones de cada suerte, número de vuelos a realizar, etc.

La cosecha puede hacerse en verde o mediante la quema de la Caña que se realiza de forma segura y eficiente, de acuerdo a unos procedimientos y normas vigentes para alcanzar mejores rendimientos en el corte, alce y transporte de caña, evitando el envío de materia extraña a fábrica y facilitando el manejo de los residuos para las labores posteriores al corte.

En el Corte se extraen los tallos de caña de la cepa o mata, actualmente se realiza corte Manual (Personas con machete) y corte Mecánico (Con Cosechadoras), se busca que el corte sea lo más eficiente posible de acuerdo a las condiciones del terreno, meteorológicas y de la planta. El tipo de corte se define desde la programación de cosecha, donde se analizan variables económicas, sociales y ambientales.

El Alce se realiza en las suertes inmediatamente después de realizado el corte de la caña, el rendimiento depende de la condición en la que se encuentre la chorra realizada por el personal de corte, la condición de humedad del suelo y la habilidad del operador de la alzadora. La labor de alce tiene como objetivo realizar el llenado de vagones con caña para suministrar en forma oportuna la materia prima a fábrica.

El transporte tiene como objetivo el movimiento de los vagones llenos y/o vacíos, desde la suerte al patio de caña y viceversa. En el campo se debe realizar un buen mantenimiento de vías, los cuales ayudan a que no se presente caídas de la caña del vagón ya cargado, por los movimientos bruscos que se generan por los terrenos irregulares. El proceso de cosecha se da por terminado cuando la caña es descargada en la mesa de molienda de fábrica.

En la fábrica se efectúa el proceso de transformación de la materia prima (caña de Azúcar) en el producto final (azúcar), mediante la molienda de la caña para extraer el jugo y proceder a la eliminación de impurezas en la clarificación. Una vez el jugo se encuentra en óptimas condiciones se genera la meladura por medio de la evaporación, en el cocimiento de crudo se forman los cristales de azúcar luego estos cristales pasan por una centrifuga que separa el cristal de la miel, por último, se lleva a cabo el secado y empacado del azúcar.

Actualmente, el proceso de cosecha del ingenio se ha visto enfrentado a tomar decisiones orientadas a aumentar el porcentaje del área madurada, disminuir el porcentaje de materia extraña y el tiempo de permanencia, además de cumplir con la cantidad de caña requerida por la fábrica, para lograr el cumplimiento de estos propósitos se requiere de inversión que permita mantener los recursos e infraestructura adecuada que conduzca a alcanzar prontamente dichas metas.

La tarea de alinear los costos reales y los estándares del proceso de cosecha conlleva a demasiados contratiempos debido al dinamismo que se presenta a diario en el proceso, es por esto, que se está haciendo necesario ejercer mayor control en el desempeño y la utilización de los recursos, para que no eleven los costos reales y lleguen a superar los estándares definidos en el presupuesto. Observando el comportamiento de las toneladas y costos reales durante los meses de enero a septiembre del año 2019 se evidencian variaciones entre lo real y estándar como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Diferencia del costo unitario real y el presupuesto.

<b>DIFERENCIA ENTRE EL COSTO UNITARIO REAL Y EL PRESUPUESTO</b>			
<b>Mes</b>	<b>Real \$/ton</b>	<b>Presupuesto \$/ton</b>	<b>Diferencia \$/ton</b>
<b>Enero</b>	32.696	35.715	-3.019
<b>Febrero</b>	36.125	35.634	492
<b>Marzo</b>	39.662	38.057	1.606
<b>Abril</b>	60.344	52.350	7.994
<b>Mayo</b>	42.659	38.628	4.032
<b>Junio</b>	39.129	39.966	-837
<b>Julio</b>	33.514	34.967	-1.453
<b>Agosto</b>	30.757	39.800	-9.042
<b>Septiembre</b>	41.213	39.739	1.474

Fuente: autores

El proceso de cosecha requiere implementar una metodología que permita definir las causas que generan las variaciones entre los costos reales y estándares durante los meses de Enero a Septiembre del año 2019, medir el impacto que ocasionan estas variaciones en el proceso, analizar las razones por las que estas se presentan, proponer medidas correctivas que sean favorables en el futuro y controlar los costos a través de una herramienta que alerte cuando los costos están por superar el estándar.

Cabe resaltar que los costos del área de cosecha que se pretenden disminuir son arrojados por el software que maneja la empresa, en este caso sería SAP.

## **2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo se podría mitigar las causas de las variaciones entre los costos reales y estándares del proceso de cosecha de un ingenio azucarero ubicado en el Valle de Cauca?

## **2.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la estructura y componentes de los costos del proceso de cosecha del ingenio azucarero objeto de estudio?

¿Cómo analizar la información obtenida de las causas de las variaciones entre el costo real y estándar del proceso de cosecha?

¿Cuáles pueden ser las medidas correctivas para reducir las causas que generan las variaciones entre el costo real y estándar del proceso de cosecha?

¿Cómo analizar económicamente los beneficios de mitigar las variaciones en el área de cosecha?

### **3. JUSTIFICACIÓN**

#### **3.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

La ingeniería industrial se encarga de analizar, interpretar, diseñar, controlar e implementar estrategias, con el fin de optimizar los procesos productivos y de servicios; por esta razón, los profesionales de ingeniería industrial deben ser capaz de observar las falencias y oportunidades de mejora dentro de un proceso, también tienen el potencial de ejecutar planes de acción que permitan mejorar y controlar las actividades productivas dentro de una empresa.

Es por esto que, con este proyecto se aspira llevar a cabo un análisis en el área de cosecha de un ingenio azucarero, con el fin de identificar, disminuir y controlar la causa de las variaciones que se presentan entre los costos reales y estándares; mediante la aplicación del ciclo DMAIC.

Con la realización de este trabajo se afianzan conceptos vistos en el plan de estudio del programa, que contiene asignaturas como: costos y presupuestos, estadística II, producción II, calidad y productividad. Hasta ahora, no se ha realizado ningún trabajo sobre el tema en el Ingenio azucarero, por tanto, este trabajo cobra importancia para las integrantes del grupo, tanto como para la empresa, ya que puede servir como guía para mejorar la administración del proceso de cosecha.

#### **3.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

Dentro del ambiente competitivo en el que se encuentran los ingenios azucareros nace la necesidad de ser cada vez mejor; por esta razón, los ingenios buscan el desarrollo de estrategias para ser más competitivos, por medio de ideas innovadoras en la creación de productos u optimización de procesos que contribuyan a la disminución de costos para así, garantizar la satisfacción del cliente.

En este sentido el presente proyecto tiene como propósito brindar una propuesta que permita mitigar las causales de las variaciones entre los costos reales y estándares del proceso de cosecha de un ingenio azucarero ubicado en el Valle del Cauca, mediante la identificación de las causas que impactan los costos en el área de cosecha, ya que se presentan variaciones entre los costos reales y presupuestados. Por medio de herramientas ingenieriles, se pretende analizar y disminuir las variaciones de los costos dado que, estas ayudan a encontrar la solución del problema desde la causa raíz, para así poder mejorar y controlar los procesos.

Este trabajo se va a aplicar herramientas vistas a lo largo de la carrera como: Pareto, diagrama causa y efecto, gráficos de control, ciclo DMAIC, entre otras; las cuales permiten analizar y disminuir la variación de los costos; debido a que con la aplicación de estas, se puede obtener mediante la toma de decisiones, una menor o mejor inversión de los recursos, lo cual se verá reflejado en los costos operativos en el área de cosecha.

### **3.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

El presente trabajo de investigación se realiza bajo el cumplimiento de la norma vigente para la presentación de proyectos de grado, es decir mediante la Norma Técnica Colombiana NTC 1486 (sexta actualización). Del mismo modo, se presenta al comité de trabajo de grado del programa de ingeniería industrial el contenido solicitado, brindándose un estándar en la organización del trabajo de investigación el cual permita aplicar a posibles publicaciones por parte de la universidad.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una propuesta de mejora que conlleve a la mitigación de las causales en las variaciones entre los costos reales y estándares del proceso de cosecha de un ingenio azucarero ubicado en el Valle de Cauca mediante la implementación del ciclo DMAIC.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir la estructura y componentes de los costos del proceso de cosecha que son cargados al sistema informático integrado de gestión empresarial (SAP).
- Analizar la información obtenida de las variaciones entre el costo real y estándar del proceso de cosecha durante los meses de enero a septiembre del año 2019.
- Proponer medidas correctivas mediante el diseño de formatos de control para reducir las causas que generan las variaciones entre el costo real y estándar del proceso de cosecha.
- Analizar la relación costo beneficio del impacto económico generado por las propuestas de mejoramiento.

## 5. MARCO DE REFERENCIA

### 5.1 MARCO TEÓRICO

#### 5.1.1 Seis Sigma

Seis Sigma es un método de mejora de procesos, que contribuye a la eliminación de los fallos o defectos dentro de la organización, a través de la disminución de la variabilidad de los procesos y mejorando cada segmento de estos, esta metodología se aplica a procesos productivos y de servicios.

De acuerdo con Navarro, Gisbert y Pérez seis sigma es “una metodología compuesta por cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Representa el número de variaciones estándar obtenidas a la salida del proceso. Su objetivo de aumentar la capacidad de los procesos, de tal forma que estos generen los mínimos defectos por millón de unidades producidas. Estos defectos deben ser imperceptibles para el cliente”<sup>1</sup>.

Desde el punto de vista de Grima: “la metodología Seis sigma ha sido ampliamente utilizada para reducir variabilidad e incrementar calidad y productividad de las empresas que la aplican. La misma se ha considerado por diferentes Autores como filosofía, metodología, meta, herramientas, métrica, que utiliza datos y herramientas estadísticas para evaluar y mejorar los procesos con el objetivo de satisfacer al cliente y, por ende, elevar las utilidades de una organización. El éxito de Seis Sigma radica en la mejora del rendimiento de los procesos y en el aumento de la satisfacción de los clientes”<sup>2</sup>.

Sigma es la letra griega usado por los estadísticos para simbolizar la variación estándar de una población es decir, cuanta variabilidad hay en un grupo de elementos. En este sentido, el propósito de Seis Sigma en términos estadísticos es disminuir la variación para conseguir variaciones estándar muy pequeñas, de manera que prácticamente la totalidad de sus productos o servicios cumplan, o excedan, las expectativas de los clientes.

---

<sup>1</sup> NAVARRO, Eduardo, GISBERT, Víctor y PÉREZ, Ana Isabel, metodología e implementación de Seis sigma, 3C: investigación y pensamiento crítico, edición especial, 2007, p.76.

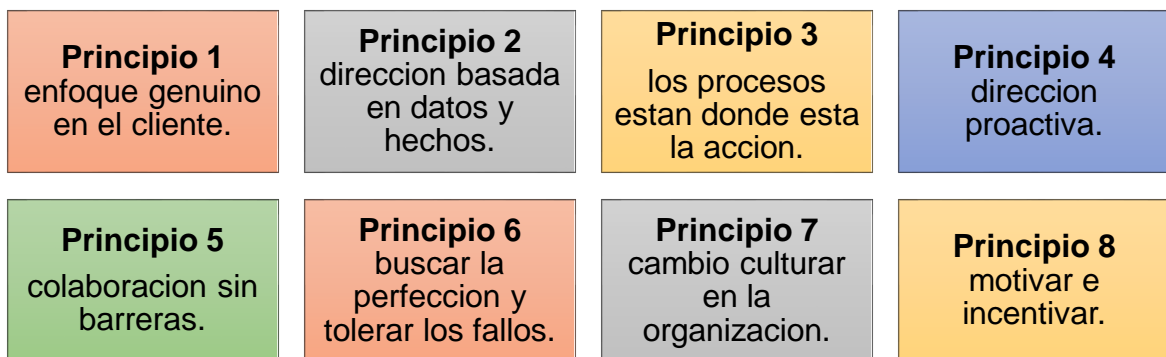
<sup>2</sup> GRIMA, P., ALMAGRO, LI. M., SANDRINE, Santiago. y XAVIER, Tort-Martorell. (2014): Seis Sigma: hints from practice to overcome difficulties. Total Quality Management & Business Excellence, Volume 25, Issue 3-4, pp 198-208. Citado por GARZA, Ríos., GONZÁLEZ, Caridad., RODRÍGUEZ, Ernesto y HERNÁNDEZ, Caridad, Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio, 2016, p.21.

La meta de Seis Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente

### 5.1.2 Principios del Seis Sigma

Los principios que se enunciarán a continuación son los que rigen la metodología Seis Sigma y sobre los cuales enmarca su enfoque, estos fueron tomados de la lectura de Mauricio León Lefcovich, en la ilustración 2 se describen los principios:

Ilustración 2. Principios del Seis Sigma.



Fuente: autores

### 5.1.3 DMAIC

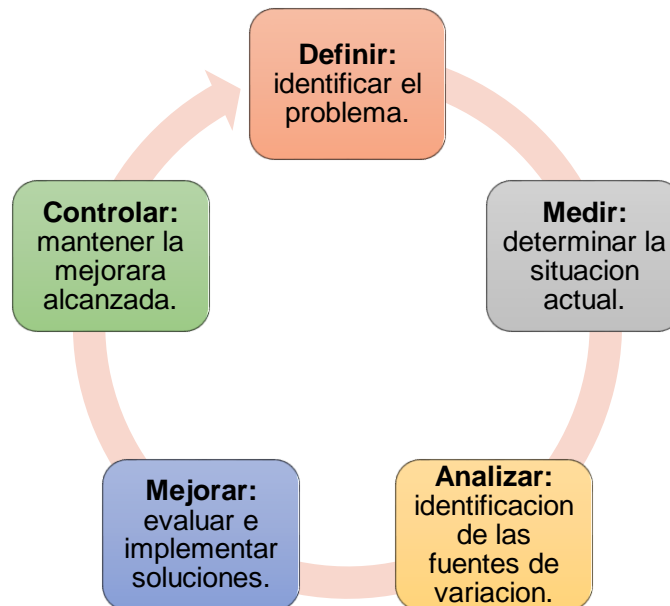
Es una metodología que se compone de cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar, cada una de las fases trae consigo una serie de herramientas para lograr el objetivo deseado, DMAIC permite mejorar la calidad en los procesos, estandarizar y controlar mediante la reducción de variables para lograr cero defectos.

Con base en Peterka “la metodología de procesos Seis Sigma DMAIC es un sistema que ofrece un incremento medible y significativo a los procesos existentes que se encuentran por debajo de las especificaciones. La metodología DMAIC puede utilizarse cuando un producto o proceso está en existencia en su empresa, pero no cumplen con las especificaciones del cliente o bien no funciona adecuadamente”<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> PETERKA, Peter. El Método DMAIC en Seis Sigma. Septiembre 1 de 2008. [En línea]. [Consultado el 15 de Marzo de 2017]. Disponible en < <https://www.Seissigmaespanol.com/Seis-sigma-articulos/thedmaic-method-in-Seis-sigma/>>.

En la ilustración 3 se muestran las fases de la metodología DMAIC, dando una explicación leve en lo que consiste cada una de ellas:

Ilustración 3. Fases de la metodología DMAIC.



Fuente: autores

**Definir:** Consiste en identificar el problema sobre el cual se trabajará, Pérez y García la definen como “En la fase de definición se identifican los posibles proyectos Seis Sigma, que deben ser evaluados por la dirección para evitar la infrutilización de recursos. Una vez seleccionado el proyecto, se prepara su misión y se selecciona el equipo más adecuado, asignándole la prioridad necesaria”<sup>4</sup>.

**Medir:** Se encarga de medir los procesos internos, “La fase de medición consiste en la caracterización del proceso identificando los requisitos clave de los clientes, las características clave del producto (o variables del resultado) y los parámetros (variables de entrada) que afectan el funcionamiento del proceso y las características o variables clave. A partir de esta caracterización, se define el sistema de medida y se mide la capacidad del proceso”<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> PÉREZ, Esteban y GARCÍA, Minoró, Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. Tecnología en Marcha. Vol. 27, N° 3, 2014. P.91.

<sup>5</sup> Ibíd.

**Analizar:** Identifica las falencias defectos, fallas o variaciones:

En la tercera fase, análisis, el equipo analiza los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes. De esta forma, el equipo confirma los determinantes del proceso, es decir, las variables clave de entrada o “pocos vitales” que afectan a las variables de respuesta del proceso<sup>6</sup>.

**Mejorar:** Una vez se encuentra la causa raíz del problema se procede a implementar soluciones: En la fase de mejora, el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese), para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. Por último, se determina el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del proceso<sup>7</sup>.

**Controlar:** Es la fase donde se deben sostener las mejoras a través del tiempo. “La última fase, control, consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigma se mantenga una vez que se hayan implantado los cambios. Cuando se han logrado los objetivos y la misión se dé por finalizada, el equipo informa a la dirección y se disuelve”<sup>8</sup>.

Para la realización de la metodología Seis sigma a través del ciclo DMAIC es importante identificar las herramientas que se van a utilizar, entre las cuales se encuentran diagramas como el de Pareto, Ishikawa, entre otros. Para así, conseguir los resultados esperados.

#### 5.1.4 Herramientas del Seis Sigma

Por un lado se tienen las herramientas destinadas a la generación de ideas y organización de la información. Entre ellas se pueden mencionar: la lluvia de ideas, diagrama de afinidad, estructura en árbol, mapa de proceso, diagrama de flujo de proceso y diagramas de causa-efecto (espina de pez).

En cuanto a las herramientas para la obtención de datos se tiene el muestreo estadístico, hojas y gráficos de control, análisis del sistema de medida. Por otro lado, las herramientas para el análisis del proceso y de los datos se pueden mencionar el análisis del flujo del proceso, diagrama de Pareto, histogramas, gráfico de tendencias y diagrama de dispersión.

---

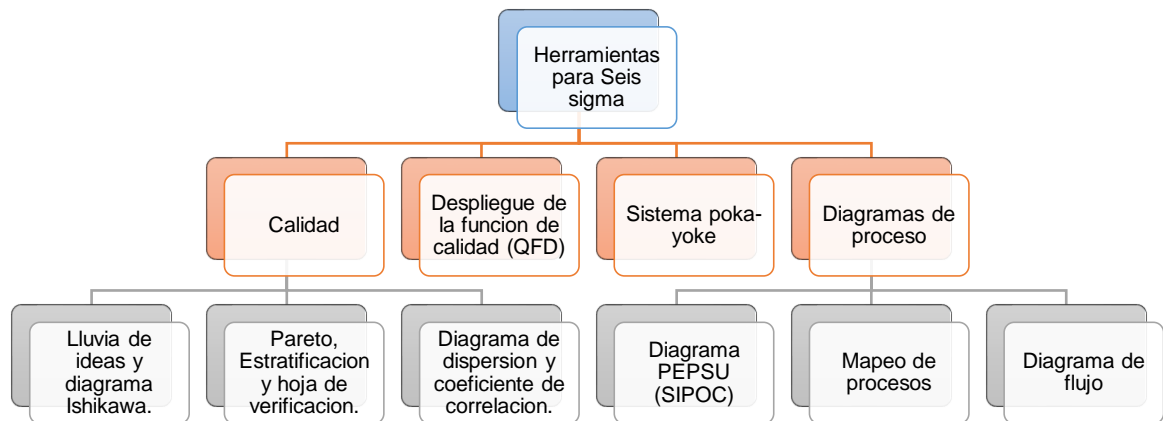
<sup>6</sup> Ibíd.

<sup>7</sup> Ibíd.

<sup>8</sup> Ibíd., p.92.

Por último, se encuentran las herramientas para el análisis estadístico, implementación y gestión de los procesos como los Métodos de Gestión de Proyectos, el Análisis de Problemas Potenciales, el Análisis del Modo de Fallo y sus Efectos (AMEF), Análisis de los grupos afectados, Diagramas de Campo de Fuerzas, Documentación del proceso, Cuadro de Mando Integral e indicadores del proceso, en la ilustración 4 es posible observar el esquema de herramientas seis sigma:

Ilustración 4.Herramientas para Seis sigma.



Fuente: autores

## 5.2 MARCO CONCEPTUAL

### 5.2.1 Diagrama de Pareto

Es un gráfico que permite organizar los datos, para así, conseguir un orden de prioridades para la toma de decisiones. El diagrama de Pareto ayuda a identificar los problemas importantes frente a los no importantes y así encontrar sus respectivas causas.

Desde el punto de vista de Gutiérrez y Salazar, quienes dicen que el diagrama de Pareto es “un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas. La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas, no se den “palos de ciego” y se trabaje en todos los problemas al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos e información aportados por un análisis estadístico, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde éstos tengan Mayor impacto”<sup>9</sup>.

Además, Betancourt considera que “el diagrama de Pareto consiste en un gráfico de barras que clasifica de izquierda a derecha en orden descendente las causas o factores detectados en torno a un fenómeno. De ahora en adelante hablaremos de problemas como causas y de fenómeno como situación problemática”<sup>10</sup>.

Arenhart y Martins consideran que el principio de Pareto “presenta el concepto de que, en la Mayoría de las situaciones, el **80% de las consecuencias son el resultado del 20% de las causas**. Esto puede ser muy útil para tratar no conformidades, identificar puntos de mejora y definir qué planes de acción deben ser atacados primero en lo que se refiere a la prioridad”<sup>11</sup>.

### 5.2.2 Costos

Se considera como el gasto financiero que se ocasiona al momento de producir algún bien u ofertar un servicio. Cortés afirma que un costo hace referencia “al

---

<sup>9</sup> GUTIÉRREZ, Humberto y SALAZAR, Román de la Vara, control estadístico de calidad y seis sigma, segunda edición, McGraw-Hill/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.2009, p.140.

<sup>10</sup> BETANCOURT, Diego. *El diagrama de Pareto: Qué es y cómo se construye*. [En línea]. 12 de Julio de 2016. [Citado 21 de octubre de 2019]. Disponible en: ([www.ingenioempresa.com/diagrama-de-pareto](http://www.ingenioempresa.com/diagrama-de-pareto)).

<sup>11</sup> ARENHAR, Jeison y MARTINS, Rosemary, Diagrama de Pareto, Junio 4 del 2018. [en línea]. [consultado el 21 de octubre del 2019]. Disponible en < <https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-pareto/>>

momento en el que una empresa invierte dinero en la producción de un bien, servicio o producto. Para este fin se tiene en cuenta tres elementos: Materia prima, mano de obra y costos generales de producción”<sup>12</sup>.

Es de suma importancia la gestión de costos en una organización, como plantea Sánchez quien argumenta que:

La contabilidad de los costes se relaciona con la adquisición de información muy útil para la gerencia interna de la empresa, así como para la toma de decisiones. Esta información se puede encontrar en el conjunto de operaciones diarias, expresada de una forma clara en la contabilidad de costos, de la cual es la gestión administrativa y gerencial convirtiéndose en una herramienta fundamental para la consolidación de las empresas<sup>13</sup>.

Las empresas continuamente buscan reducir sus costos, porque desean incrementar su rentabilidad y aumentar su productividad; a través de la optimización de procesos es posible disminuir los costos, puesto que, es importante analizar cada proceso para detectar las fallas y mejorarlas, logrando una reducción de costos que se verán reflejados en un mediano o largo plazo.

Para alcanzar la reducción en los costos es importante identificar el problema, para obtener los beneficios esperados; uno de los factores que contribuye a la reducción de los costos es el presupuesto, Acosta afirma que “Es importante establecer el presupuesto de gastos y monitorearlo mes a mes, evaluando sus variaciones. El hecho de contar con un presupuesto no obliga a gastar, si puedes evitar o posponer los gastos hay que motivar a hacerlo”.<sup>14</sup> Mediante la realización de un planeamiento óptimo para el presupuesto financiero, es posible lograr un control presupuestario, lo que a su vez evita que se presenten variaciones en los costos. Lefcovich asegura que:

---

<sup>12</sup> CORTÉS, Luisa, ¿Qué es un costo en contabilidad?, Febrero 5 del 2018, [en línea]. [consultado el 22 de octubre del 2019]. Disponible en < <https://www.siigo.com/blog/empresario/que-es-un-costo-en-contabilidad/>>.

<sup>13</sup> SÁNCHEZ, María, la importancia de la gestión y la reducción de los costes en las empresas, Febrero 22 del 2012, [en línea]. [consultado el 22 de octubre del 2019]. Disponible en <https://www.eoi.es/blogs/mariasanchezgonzalez/2012/02/20/la-importancia-de-la-gestion-y-la-reduccion-de-los-costes-en-las-empresas/>.

<sup>14</sup> ACOSTA, Carolina, ideas para la reducción de costos, Abril 2 del 2012 [online]. [consultado el 22 de octubre del 2019]. Disponible en <<https://www.eoi.es/blogs/katherinecarolinaacosta/2012/04/03/ideas-para-la-reduccion-de-costos/>>

Demasiadas empresas se concentran en tratar de reducir sus costes sin prestar la debida atención a la forma o metodología que aplicarán para controlar la evolución de dichas variables. Implementar Controles de Gestión y Presupuestarios, acompañados por Tableros de Comando y Cuadros de Mando Integral permite una forma rápida y segura de monitorear la evolución de las variables y objetivos fijados<sup>15</sup>.

La metodología Seis Sigma contribuye a la disminución de los costos:

Seis Sigma define y evalúa cada paso de un proceso, buscando formas de mejorar la eficiencia en la estructura de un negocio, enriquecer la calidad del proceso y aumentar las ganancias finales. Su beneficio más resaltante radica en reducir los costos de producción debido a la menor cantidad de errores. Además, contribuye a una mejora en la gestión de la calidad, permitiendo a las empresas optimizar sus procesos y mejorar la calidad de los productos y servicios ofrecidos a los clientes<sup>16</sup>.

### **5.2.3 Presupuesto**

Actualmente, las empresas deben estar a la vanguardia y sobre todo estar pendiente de los cambios e innovaciones para ser más competitivas, para ello se deben formar elementos de acción que permita hacer estimaciones a futuro, tomando en cuenta las diferentes variables que intervienen en relación con las implicaciones que esto conlleva, en este sentido se fijaran estrategias y procedimientos para lograr los objetivos planteados.

En otras palabras, el presupuesto es una expresión cuantitativa formal de los objetivos que piensa alcanzar la dirección de la empresa en un período mediante la implementación de estrategias requeridas para lograrlas, es decir, una estimación programada de las condiciones de operación y de los resultados a obtener por una organización en un periodo determinado.

El presupuesto tiene como propósito la planificación y control integral de utilidades, con un enfoque sistemático y formal para el desempeño de fases importantes de las funciones administrativas de la planificación y control.

---

<sup>15</sup>LEFCOVICH, Mauricio. Análisis crítico de la reducción de costos en la empresa [en línea]. [citado el 22 de octubre del 2019]. Disponible en <<https://www.gestiopolis.com/analisis-critico-de-la-reduccion-de-costos-en-la-empresa/>>.

<sup>16</sup> Seis Sigma: la metodología para eliminar defectos en cualquier producto o servicio. [en línea]. Lima-Perú: Universidad ESAN, Enero del 2018. Disponible en: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2018/01/Seis-sigma-la-metodologia-para-eliminar-defectos-en-cualquier-producto-o-servicio/>.

### 5.3 ESTADO DEL ARTE

En primer lugar se tiene que, en el año 2017 fue presentado en la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, el trabajo de grado realizado por los estudiantes Nicolás Castaño Sandoval y Diego Fernando Gaitán Quintero titulado **Análisis de la incidencia del cambio climático en las utilidades y costos de producción de azúcar en un Ingenio Azucarero del Valle del Cauca en los años 2015 y 2016**, como requisito para optar el título de profesionales en contaduría pública.

La investigación está relacionada con los cambios climáticos, donde establecieron un record histórico que sirvió de referente para determinar en qué medida se debe incurrir en gastos financieros para generar condiciones que contrarresten los efectos del cambio climático. El estudio es concebido como una investigación de campo del tipo descriptiva, por cuanto se dedujo en los aspectos fundamentales de incidencia en la estructura de costos de los cultivos de caña de azúcar por cuenta del cambio climático desde todas sus dimensiones, describiendo en detalle los eventos estadísticos y de incidencias en las bitácoras de las actividades de campo, para describir a detalle las alteraciones que suponen afectación en las utilidades del Ingenio Azucarero.

También se consultó el trabajo de grado que, en Mayo de 2016, fue presentado por los estudiantes Jaime Andrés Borrero Amaguaña y Alejandro Ramírez Gálvez como requisito para optar el título de profesionales en ingeniería industrial que se dicta en Pontificia Universidad Javeriana Cali, titulado **Sistema de Análisis de Costos para el Mejoramiento del Proceso de Reencauche de Llantas de Camión para la Empresa SAMECO LTDA.**

Este trabajo de grado está basado en los costos de la empresa SAMECO LTDA, donde se hizo evidente la necesidad de generar una herramienta que permita el registro, y el análisis de estos costos, y que genere información detallada de todos los costos implicados en el proceso reencauche de llantas. Con el fin de que dicha herramienta pueda facilitar el proceso de toma de decisiones para el mejoramiento actual de dicha empresa.

Finalmente, se tiene el trabajo de grado realizado en el año 2014, presentado por Juan pablo Barba Castañeda y Sebastian Orozco Vanegas como requisito para optar el título de ingeniero industrial de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, titulado **Propuesta de mejoramiento del tiempo de ciclo (LEAD TIME) de transporte de caña en el ingenio Riopaila- Castilla S.A.**

Este proyecto nace con la necesidad de reducir los tiempos de ciclo en el área de gerencia de operaciones agrícolas de caña larga y trozada de un ingenio azucarero, que generan un alto costo en la empresa. Además se puede observar que las demoras en el ciclo son muy altas lo cual puede influir directamente en los costos

de la empresa. Los beneficios que obtiene la empresa podrían generar un alto impacto en los costos de la empresa, ya que al reducirse el tiempo de ciclo se pueden reducir los costos de: operadores de transporte, combustible, maquinaria y equipo, entre otros.

AMÚ, En su publicación **Logística de cosecha: Evaluación de Tiempos y Movimientos. Indicadores y Control**. El autor hace énfasis en una situación relacionada con la falta de coordinación en el ciclo de transporte, trayendo como consecuencia el aumento del tiempo en cola de los vehículos, la subutilización de recursos y un desabastecimiento de caña. Implementando un estudio de tiempos y movimientos basados en datos de estudios realizados anteriormente. La elaboración de este trabajo brinda una eficiencia óptima en el ciclo de transporte, determinando una serie de condiciones y recomendaciones para el logro de un adecuado rendimiento de los recursos y una disminución en el deterioro de la caña.

**Indicadores de alerta de variaciones presupuestales en proyectos de vivienda. Caso de estudio: proyecto sol naciente** presentado por Diana Carolina Castro Franco en su Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Civil en la ciudad de Bogotá en el año 2018

Expone que durante la ejecución de los proyectos de construcción, el control de programación y presupuestos, permite identificar las variaciones de los mismos y tomar acciones correctivas y preventivas según la etapa en la que se encuentren. Como es el caso de la obra de construcción de vivienda Sol Naciente, ubicado en el Municipio de Mosquera Cundinamarca, En esta obra no se cuenta con un control de presupuesto eficiente que se ve reflejado en un alto volumen de variaciones presupuestales, las cuales se van a analizar para identificar las causas más recurrentes y de esta manera generar una herramienta que permita detectar a tiempo la potencial ocurrencia de las mismas en la obra analizada y en otros proyectos de construcción.

Finalmente se tiene el **Proyecto de reducción de costos mediante el Seis Sigma y su impacto financiero** para optar por el título de maestro de administración en México Septiembre 2013. Este documento muestra un ejemplo de la metodología que las empresas globales utilizan con el fin de mejorar sus resultados operacionales para posicionarse competitiva y financieramente en el entorno económico. El desempeño de proyecto se mide con base a los indicadores financieros del estado de resultados como lo son el costo de conversión, margen bruto y utilidad de la operación después de impuestos.

## 5.4 MARCO CONTEXTUAL

El sector azucarero del país es uno de los más prósperos de la economía colombiana, la caña de azúcar abarca 51 municipios en los departamentos del Valle del Cauca, Risaralda, Caldas, Quindío y Meta. Colombia cuenta con 14 ingenios productores de azúcar, se tiene que anualmente se muelen cerca de 25 millones de toneladas de caña, además, trece de estos ingenios son cogeneradores de energía los cuales destinan aproximadamente 6,5 millones de toneladas de bagazo para la producción de papel y energía, del mismo modo, se conoce que siete de estos ingenios tienen destilerías de bioetanol.

La economía del departamento del Valle del Cauca está sustentada en la prestación de servicios, le siguen la industria y las actividades agropecuarias. Entre los servicios, los más importantes son los comerciales, el transporte, la banca y las comunicaciones. En la industria se destacan los alimentos, particularmente el procesamiento de azúcar, la producción de químicos, fármacos, plásticos y la industria editorial. Para la agricultura el producto más relevante es la caña de azúcar donde se encuentran las plantaciones más grandes e importantes del país en promedio se cosechan 119, 61 toneladas de caña por hectárea sembrada; le siguen otros cultivos como la caña panelera, el sorgo, yuca, algodón, soya, maíz, café palma africana y cacao. En la ilustración 5 se indican los sitios donde se encuentran ubicados los ingenios del valle del cauca:

Ilustración 5. Ubicación de los ingenios en el Valle del Cauca.



Fuente: Informe de sostenibilidad 2017- 2018. Asocaña.

## 5.5 MARCO LEGAL

El ingenio azucarero objeto de estudio cumple con las regulaciones externas y los estándares internos que maneja la organización para garantizar la buena calidad de sus productos, aseguramiento en sus procesos y seguridad en sus colaboradores además de los buenos manejos ambientales establecidos por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) y La Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia (Asocaña).

Tabla 3. Regulaciones legales

<b>Nombre</b>	<b>Descripción detallada</b>
<b>Certificado Sistema de Gestión de Calidad: ISO 9001:2015</b>	Base para la gestión de los diferentes procesos de la organización, promoviendo una cultura basada en la satisfacción del cliente, optimizando el uso de los recursos y definiendo la interacción y los recursos requeridos para proporcionar valor y lograr los resultados planeados.
<b>Certificado Sistema de Gestión Ambiental: ISO 14001:2015</b>	Garantiza la gestión de las responsabilidades ambientales de forma sistemática, con el fin de contribuir a su sostenibilidad. Teniendo como meta la mejora en el desempeño ambiental, el cumplimiento de los requerimientos legales y el alcance de los objetivos ambientales de la organización.
<b>Certificado Sistema de Gestión de Control y Seguridad: BASC</b>	Garantiza la seguridad en la cadena de suministro y las actividades relacionadas con el comercio internacional el objetivo principal es buscar la implementación de un Sistema de Gestión en Control y Seguridad para el mejoramiento continuo de los estándares de seguridad aplicados en la empresa con el fin de lograr que las mercancías no sean contaminadas por ninguna sustancia extraña.

Fuente: autores

Tabla 3. (Continuación)

Nombre	Descripción detallada
<p><b>Plan estratégico de seguridad vial PESV</b></p>	<p>El Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV), es un instrumento de planificación para las acciones, mecanismos, estrategias y medidas, que deben adoptar de manera obligatoria las diferentes entidades públicas o privadas, para evitar y reducir la accidentalidad de los integrantes de sus organizaciones y disminuir los efectos de los accidentes de tránsito, el cual se creó en la Ley 1503 de 2011 y fue reglamentada por el decreto 2851 de 2013.</p>
<p><b>Operación privada de vehículos aéreos ultralivianos: Resolución 840 de 2004</b></p>	<p>Permiso expedido por la aeronáutica civil colombiana, es un permiso destinado a la aplicación aérea de madurantes a los cultivos de la caña de azúcar, dado a la versatilidad y maniobra de las aeronaves ultralivianas para Mayor precisión de la aplicación evitando desperdicios y daños en los cultivos aledaños.</p>
<p><b>Permiso para el tránsito de vehículos extradimensionales: Resolución 0043 de 2018</b></p>	<p>Transporte de productos agrícolas y bienes de servicios por las vías nacionales con vehículos extradimensionales, siempre que los interesados, propietarios o tenedores, adquieran una póliza o garantía de responsabilidad por daños a terceros, vías e infraestructura. Las dimensiones y pesos autorizados se determinarán según criterio técnica de INVIAS.</p>

Fuente: autores

Tabla 3. (Continuación)

Nombre	Descripción detallada
<p><b>Aplicación de bioinsumos: Resolución 3079 de 1995</b></p>	<p>El Instituto Agropecuario (ICA) dictan disposiciones sobre la industria, comercio y aplicación de bioinsumos y productos afines, de abonos o fertilizantes, enmiendas, acondicionadores del suelo y productos afines; plaguicidas químicos, reguladores fisiológicos, coadyuvantes de uso agrícola y productos afines.</p>
<p><b>Uso y manejo de plaguicidas: DECRETO 1843 DE 1991</b></p>	<p>El control y la vigilancia epidemiológica en el uso y manejo de plaguicidas, deberá efectuarse con el objeto de evitar que afecten la salud de la comunidad, la sanidad animal y vegetal o causen deterioro del ambiente, además de las demás normas complementarias previstas en el presente decreto y las que dicten los ministerios de Salud y de Agricultura o sus institutos adscritos. Los ingenios adquieren el deber de cuidar el entorno, incluyendo el agua, aire y el suelo, y su interrelación, así como las relaciones entre estos elementos y cualesquiera organismos vivos.</p>
<p><b>Control de quemas: Resolución 100 de 2017</b></p>	<p>Permiso para emisiones atmosféricas para práctica de quemas abiertas controladas en áreas rurales, para la recolección de cosechas de caña de azúcar, auditado por la corporación autónoma regional del Valle del Cauca (CVC).</p>

Fuente: autores

## 6. DISEÑO METODOLÓGICO

### 6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

En esta investigación se pretende medir, describir y explicar las variables de estudio, establecer los patrones de comportamiento, aplicar herramientas estadísticas, hacer análisis causa- efecto y mediante la objetividad hacer que el investigador tome una posición imparcial frente al tema. Para SAMPIERI, este enfoque se caracteriza por “a) Llevar a cabo la observación y evaluación de fenómenos; b) Establecer suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas; c) Demuestra el grado en que las suposiciones o ideas tienen fundamento; d) Revisa las suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o del análisis; e) Propone nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar y fundamentar las suposiciones e ideas”.<sup>17</sup> Para llevar a cabo este proyecto se va a implementar el ciclo DMAIC, el cual utiliza una serie de herramientas estadísticas que buscan reducir la variabilidad de los procesos.

### 6.2 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Mediante la recolección de la información se hace el reconocimiento de la situación actual de la empresa, la cual facilita la realización de la caracterización del proceso e identificación de los costos incurridos en el departamento de cosecha.

**Fuentes de información personal:** Esta información corresponde a las entrevistas realizadas al personal de cosecha como: Jefe, analista, auxiliares y coordinadores.

**Fuentes de información institucional:** información otorgada por la organización como bases de datos, estándares, registros, políticas, estructura organizacional, manuales de cargos y funciones.

**Fuentes de información primaria:** Corresponde a la información que se recoleta mediante sistemas de información integrados, formatos de control y documentación del proceso.

**Fuentes de información secundaria:** Información suministrada mediante el apoyo de diferentes textos investigativos que tengan relación con el tema como libros, revistas indexadas, bases de datos reconocidas, estudios y asesorías de docentes conocedores.

---

<sup>17</sup> SIAMPERI, Roberto, metodología de la investigación, quinta edición, México, Editorial McGraw-Hill / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2010, p.44.

### **6.3 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

Para el análisis de la información primero se hará la respectiva comparación en Excel de los costos reales frente a los presupuestados, una vez arrojadas las principales variaciones se utilizarán herramientas estadísticas y de mejora continua como: Histogramas, diagramas de Pareto, diagramas causa- efecto y cinco porqués.

### **6.4 ACTIVIDADES Y RESULTADOS RELACIONADOS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO**

La tabla 3 permite identificar las actividades que se van a realizar para obtener el objetivo propuesto, también menciona las herramientas que se van a utilizar para conseguir los resultados esperados, cumpliendo con los objetivos es posible tener un desarrollo exitoso del proyecto, a continuación se presenta la tabla de actividades y resultados relacionados con el desarrollo del proyecto.

Tabla 4. Actividades y resultados relacionados con el desarrollo del proyecto.

<b>OBJETIVO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>PRODUCTO A OBTENER</b>
<b>Describir la estructura y componentes de los costos del proceso de cosecha</b>	Describir la estructura de los centros de costos e identificar de los factores que intervienen en los centros de costos.	Sistema de información integrado (SAP) Registros, procedimientos, entrevistas, fotos.	Caracterización de los centros de costos del proceso de cosecha.
<b>Analizar la información obtenida de las variaciones entre el costo real y estándar del proceso de cosecha</b>	Recolectar la información de los centros de costos e Identificar de las variaciones entre el costo real y el estándar, para proceder a priorizar y analizar las causas potenciales de cada variación.	Sistemas de información integrados, diagrama de Pareto, Ishikawa.	Centros de costos y cuentas de costos que impactan negativamente el presupuesto.
<b>Proponer medidas correctivas para reducir las variaciones</b>	Definir y proponer acciones de mejora.	Soluciones potenciales y plantillas de control en Excel.	Seguimiento diario a los costos.
<b>Analizar la relación costo beneficio del impacto económico generado por las propuestas de mejoramiento.</b>	Calcular los beneficios que trae la mejora para el proyecto.	Indicadores de B/C y la TIR	Viabilidad del proyecto

Fuente: autores

En la siguiente tabla se establece el tiempo de realización del trabajo, indicando el número de semanas y la duración que tendrá cada actividad:

Tabla 5. Cronograma de actividades.

No.	ACTIVIDAD	SEMANA																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	Describir la estructura de los centros de costo	■																								
2	Identificación de los factores que intervienen en los centros de costo		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3	Recolectar la información de los centros de costo			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Identificar las variaciones entre el costo real y estándar				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	Priorizar las causas potenciales					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6	Analizar las causas potenciales de las variaciones						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7	Definir propuestas de mejora							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8	proponer formatos de control como mejora								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
9	Analizar el costo/beneficio del proyecto									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: autores

## **7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **7.1. CAPÍTULO I: ESTRUCTURA Y COMPONENTES DE LOS COSTOS DEL PROCESO DE COSECHA QUE SON CARGADOS AL SISTEMA INFORMÁTICO INTEGRADO DE GESTIÓN EMPRESARIAL (SAP)**

#### **7.1.1 Definir**

Para mitigar las causales de las variaciones entre los costos reales y estándares del proceso de cosecha de un ingenio azucarero ubicado en el Valle de Cauca, es importante profundizar en cada una de las fases del ciclo DMAIC, por ende se hará énfasis en la primer fase del ciclo siendo esta “DEFINIR”.

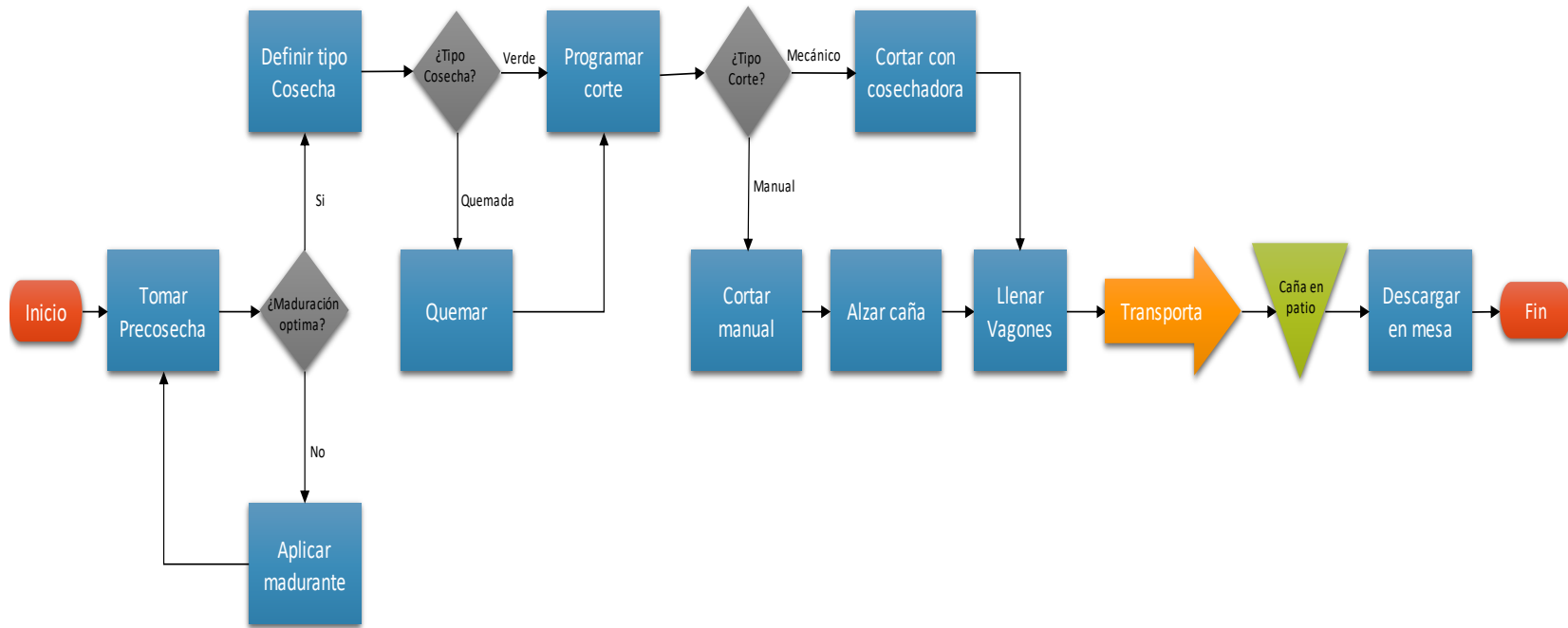
En esta fase se pretende dar a conocer el proceso de cosecha, el sistema de costeo utilizado y la estructura de los costos en los que se incurren para la ejecución del proceso. El conocer la estructura de los costos en el área de cosecha, permite tener una vista clara de las etapas que presentan mayor problema en sus cuentas. Se tiene como base un problema en las variaciones de los costos en el área de cosecha, por eso, esta estructura es el punto de inicio para atacar el problema logrando analizar sus causas y obteniendo beneficios para la empresa.

En esta etapa se establece la meta general del proceso, mediante la evaluación del comportamiento histórico de los datos, se hacen gráficos de secuencia, se evalúa para cada concepto del costo las variaciones y se busca un valor benchmarking con el cual se quiere llegar a la mejora. En general, lo que se procura al establecer la meta general, es definir el objetivo que requiere la gerencia del área de cosecha, asimismo precisar cifras que conlleven al valor esperado.

#### **7.1.2 Proceso de cosecha**

Como se ha dicho anteriormente, el objetivo principal de la cosecha es suministrar Caña de Azúcar a la fábrica en la cantidad y momento oportuno, garantizando altos estándares de calidad y el cumplimiento de las reglamentaciones legales ambientales para obtener altos niveles de productividad y bajos costos en la operación, mediante la buena planeación y control de los recursos. Mediante el flujograma que se muestra en la ilustración 6 se puede observar el proceso de cosecha

Ilustración 6. Flujograma del proceso de cosecha.



Fuente: autores

**Precosecha:** mediante la precosecha se pretende controlar la maduración de la caña de azúcar a partir de los diez meses de edad en adelante, considerando que se da inicio al periodo de agostamiento, en el cual se incrementa el porcentaje sacarosa, factor determinante para establecer el punto óptimo de cosecha y maduración, de este modo se establecen prioridades para decidir el momento oportuno para el corte.

La labor inicia mediante la realización del programa semanal de precosecha teniendo en cuenta la edad de la caña y la fecha del último muestreo, el auxiliar de precosecha, acompañado de dos trabajadores, ubica en el campo las suertes a muestrear, se disponen a tomar las muestras correspondientes de cada tablón, ingresan a la suerte y recogen los tallos de caña dejando aproximadamente 20 metros desde la regadora y 20 metros desde la recibidora. En cada sitio de muestreo se toman 2 tallos, se sacan al callejón principal y se descogolla.

Posteriormente se unen las muestras tomadas en todos los tablones de la suerte y se hacen atados amarrados con cabuyas o lazos, marcándolo con la información de la suerte. Terminado el muestreo se transporta al laboratorio y realiza la respectiva extracción del jugo en el molino experimental.

En el laboratorio se hace la extracción del jugo a través de un molino experimental, se almacena en un recipiente y se limpia cada vez que se muele otra muestra diferente. En cada recipiente se toma un litro de jugo para el análisis químico en el Laboratorio Agroindustrial. Durante el análisis se determinan: el PH, Brix, Sacarosa, Pureza, Rendimiento y Azúcares reductores en la planta determinan su madurez.

**Maduración:** la aplicación de madurante se realiza con el fin de incrementar su productividad al momento de la cosecha, aumentar la concentración de sacarosa y obtener un alto rendimiento en la caña de azúcar a cosechar, logrando una ganancia económica adicional.

Primero se elabora el programa de aplicación semanal en función de la edad de cosecha estimada y del inventario de caña madurada en campo. Para la aplicación se contrata una empresa externa mediante ultralivianos y dron; se toman las muestras de pre-cosecha para tomar muestras de caña correspondientes, efectúa un aforo de producción, comprueba el estado del cultivo e identifica riesgos de la aplicación y obstáculos para la aeronave.

Luego se Define el producto a aplicar y las dosis respectivas, donde se tienen en cuenta la variedad, el aforo de producción, características del clima, suelo, volcamiento del cultivo, el valor de la maduración inicial de la suerte, cultivos vecinos, informe de visita previa y la época de agostamiento y cosecha.

Se procede a marcar los planos donde se señala la suerte, la presencia de obstáculos, franjas de protección y ubicación de las banderas. Posteriormente se elabora y entrega el pedido de los productos, el almacén se encarga de entregar las cantidades exactas de cada uno de los insumos pedidos. Previo a la aplicación se delimitan las áreas a aplicar (Bandereo). El bandereo debe ser efectuado dos (2) días antes de la aplicación y debe verificarse inmediatamente antes de realizar la labor.

Ubicados en el sitio de aplicación se le especifica al piloto los obstáculos, riesgos y mostrando la dirección de vuelo y zonas restringidas. A su vez el tanqueador prepara la mezcla de acuerdo a las dosis y programa entregado, se procede a llenar la aeronave, revisión de las boquillas, verificar las condiciones meteorológicas. El piloto procede a efectuar la aplicación siguiendo las instrucciones entregadas, realizando la aplicación a una altura de 3 metros sobre el cultivo y utilizando el GPS correctamente.

**Incendios / Quemados:** la quema se debe realizar bajo condiciones seguras, cumpliendo con los procedimientos de la empresa y normas vigentes, en este caso bajo las restricciones descritas en la Resolución 0100 expedida por la CVC. (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca).

El objetivo de la quema es alcanzar mejores rendimientos en el corte, alce y transporte de caña procurando reducir el porcentaje de materia extraña y facilitar las labores posteriores a la cosecha. No obstante, el personal que realiza la quema debe estar capacitado en medidas de prevención y extinción de incendios, uso y manejo del fuego, interpretación de los datos meteorológicos obtenidos del programa de la Red Meteorológica automática del sector azucarero.

En primer lugar, se identifica la suerte a quemar en un plano de zonas restringidas, localizando ciudades, vías, corregimientos, vivienda, árboles, guaduales, corrientes de agua, líneas eléctricas de alta tensión, gasoductos, aeropuertos, las estaciones meteorológicas, con influencias al sitio del evento, garantizando una buena práctica de la quema.

Antes de realizar la quema en los sitios que se requiera, se debe enviar un buldócer a realizar una limpieza de la biomasa que pueden encontrarse en los callejones y sirvan como puente del fuego, este sirve para defender y bajar el riesgo de que las suertes vecinas se prendan por arrastre del fuego sin haber sido programadas para la quema.

La quema debe realizarse en áreas pequeñas (menores a 6 Ha) para que la combustión sea mejor, más rápida; condiciones climáticas, la dirección y velocidad de los vientos antes de salir a ejecutar la labor especificando la suerte a quemar

(velocidad de viento se debe manejar entre 1.5 a 5.0 m/s es decir 5.4 a 18 Km/h respectivamente).

Una vez iniciada la quema, el Equipo de quema realiza la aplicación del fuego por uno de los costados adyacentes formando una (L), lo que se pretende es no encerrar en su totalidad la suerte con el fuego, con el fin de permitir que se alimente la quema para garantizar una combustión completa y brindar a la población silvestre una vía de escape a las llamas.

Luego de haber encerrado la suerte, el equipo de quema debe revisar la zona confirmando que la suerte quede completamente apagada y la candela no se extienda de nuevo provocando un incendio.

En caso de quema accidental debe reaccionar inmediatamente, coordinar la movilización de los implementos y equipos tales como: bate-fuegos, vejigas, maquina extintora, ambulancia, lanzallamas, buldócer incluyendo el personal necesario para la operación, mientras se traslada al punto de la quema accidental.

Si es imposible controlar una emergencia con los recursos que dispone la Empresa, debe solicitar ayuda a los organismos de socorro, tales como: Cuerpo de Bomberos Voluntarios, Cruz Roja, Defensa Civil, etc. Luego de tener el área afectada se pasa la información al Administrador de Campo el cual debe realizar el denuncia de la quema y enviar el informe a la CVC.

**Corte manual:** para ingresar a la suerte se debe entrar por la brecha la cual ha despejado anteriormente el brechero. Esto con el fin de evitar rayones con las hojas de caña o tropezones por poca visibilidad. Cortar los tallos, hojas, ramas, cogollos, chulquines, para facilitar la entrada y lanzamiento del machete. Retirar con la mano las hojas secas ayudando con la punta del lomo del machete, para observar donde debe lanzar y facilitar el corte a ras del suelo.

Hacer el nido de acuerdo a la posición de la caña y facilitar el paso de la maquinaria y/o delimitar la división de un tajo con otro colocando atrás la pierna contraria a la mano que sujeta el machete, para que al hacer el lanzamiento del machete no alcance la pierna u otras partes del cuerpo. Cortar los tallos de los surcos donde va hacer la chorra, lanzando el machete a ras de suelo para obtener un buen cepillado. Ubicar dos estacas de 1 m de alto de manera vertical, con el fin de estabilizar el enchorrado.

Cortar los tallos para realizar el corte, debe colocar atrás la pierna contraria a la mano que sujeta el machete, con el fin de evitar un accidente, además, la correcta posición y movimiento del cuerpo dependerá un Mayor rendimiento y menor cansancio físico. Coger los tallos a nivel de la cintura para evitar agacharse a recoger la caña después de cortada. No se debe tomar más de tres tallos por cada

lanzamiento. Debe hacer un corte total, verificar que no queden tallos a medio cortar para evitar accidentes al halarlos.

Descogollar levantar el tallo a la altura de la cintura para facilitar el descogolle en el aire. Girar el cuerpo hacia el lado contrario de la chorra, para facilitar el descogolle y evitar que el cogollo caiga a la chorra. Lanzar el machete por encima del tallo de adentro hacia fuera, esto con el fin de evitar accidentes. Cortar el cogollo entre hojas verdes y maduras para obtener Mayor rendimiento, Lanzar la caña al lado contrario de donde se realiza el descogolle, tenga en cuenta en girar el cuerpo nuevamente.

Enchorrar; para el enchorrado, se debe conservar una distancia no inferior a 1mt de distancia entre la mata de corte a la chorra. Esto con el fin de evitar accidentes y picar caña ya cortada. El enchorrado debe hacerse en forma de esterilla (caña arrumada en forma horizontal una encima de la otra). El enchorrado no debe tener hojas de caña. Si observa que el enchorrado contiene hojas o maleza debe proceder a retirarla. Por ningún motivo se debe caminar por encima del enchorrado.

**Corte mecánico:** el corte mecánico o también conocido como cosecha mecánica tiene como propósito suministrar la materia prima (caña) a la fábrica para el proceso de producción de azúcar y garantizar el bienestar, la salud y la seguridad de todos los involucrados en el proceso. Es tomada como una alternativa al corte dependiendo de los terrenos y condiciones climáticas.

Inicia con la revisión de la maquinaria necesaria para cosechar, antes de ir a la suerte. Si la maquina cumple con los requisitos en la revisión entonces se debe proceder a realizar la verificación del terreno, pues este también debe ser apto para la máquina, lo cual incluye terreno, materia extraña, cierre de acequias y brechado.

Una vez se cumple con estos requisitos la maquina es trasladada a la suerte, teniendo en cuenta los lineamientos en el Plan Estratégico de seguridad Vial (PESV), y una vez se encuentra en la suerte es operada bajo los lineamientos de seguridad.

**Alce:** la labor se efectúa en las suertes a cosechar y se realiza inmediatamente después de realizado el corte de la caña, el rendimiento depende de la condición en la que se encuentre la chorra realizada por el personal de corte, la condición de humedad del suelo y la habilidad del Operador de la alzadora. La labor de alce tiene como objetivo realizar el llenado de vagones con caña para suministrar en forma oportuna la materia prima a fábrica.

El Supervisor de Alce ingresa al callejón, verificando el sentido en el que se debe realizar el alce, igualmente observa que línea está completamente despejada, para darle paso a la maquinaria. Antes de poner el motor en marcha el Operario de la

alzadora se debe asegurar que no se encuentre persona alguna alrededor de la máquina, los alzadores o recogedores de caña deben estar en un margen de seguridad no mínimo a treinta metros (30 m) de la parte trasera de la alzadora.

Al entrar a la suerte, primero lo debe hacer el tractor cadenero y luego lo hace la alzadora. El Operador de la alzadora debe tener cuidado en no pisar las cepas, las chorras y de no enterrar el apilador de la alzadora en el terreno, para esto el apilador debe ser graduado con ayuda de las cadenas evitando así daños como el arranque de cepas de la suerte.

Se debe apilar la caña suficiente para recoger una uñada teniendo el cuidado necesario para no chocar la uña con los ganchos del apilador. Al apilar la caña, la uña debe estar a una altura (según el alto de la chorra) que no obstaculice esta labor.

Los vagones deben ser cargados a una altura máxima de 40 centímetros por encima de la baranda y sin sobrecargar los extremos (cabeza y la cola). Iniciar el alce de una suerte en el extremo más alejado del callejón de salida, de adentro hacia fuera y de abajo hacia arriba.

Conservar siempre la condición de barrido de la suerte. Una vez cargado los vagones se deben dejar lo más cerca posible del callejón de salida y conservar siempre el mismo sentido. El Operador de la alzadora debe dejar las primeras uñadas en el vagón llevando lo más cerca posible al piso del vagón.

**Transporte:** el transporte de los vagones de caña se efectúa inmediatamente después del alce de caña, para lo cual es necesario un ayudante quien será el encargado de enganchar y desenganchar los vagones y de estar pendiente de cualquier anomalía en ellos.

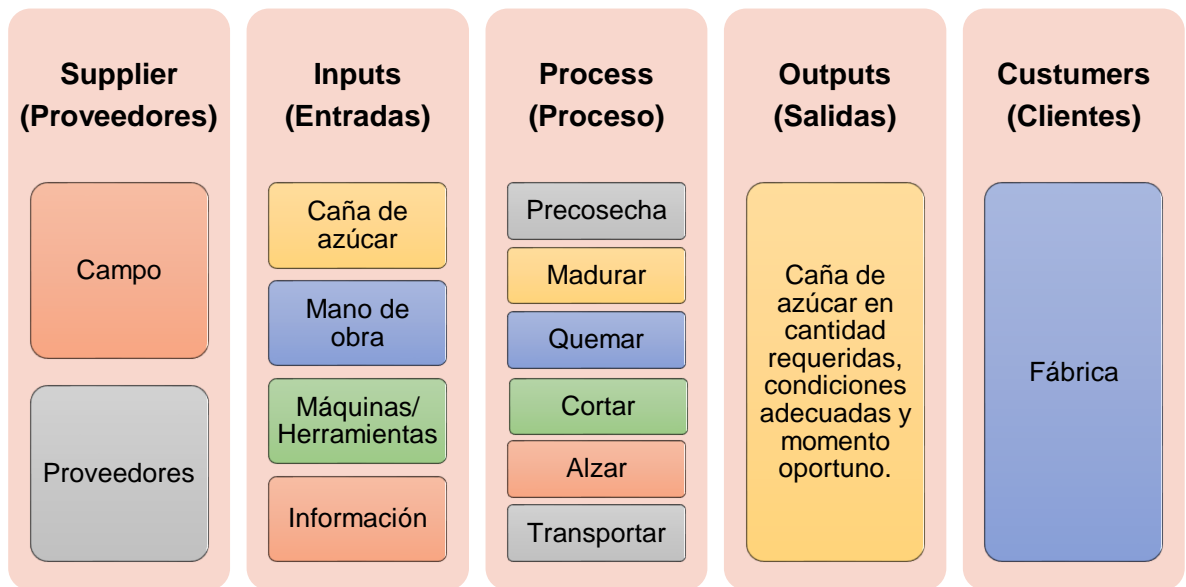
En el campo se debe realizar un buen mantenimiento de vías, los cuales ayudan a que no se presente caídas de la caña del vagón ya cargado, por los movimientos bruscos que se generan por los terrenos irregulares. Esta labor tiene como objetivo el movimiento de los vagones llenos y/o vacíos, del frente de alce al patio de caña y viceversa. Al poner en marcha el motor asegurarse que las palancas de cambios y “toma de fuerza” estén en punto neutro.

En el tractor sólo deberá ir el operador de la máquina, El tractor con la línea de vagones tanto vacíos como llenos, debe mantenerse a una velocidad de avance prudente. Al llegar El tractor para el transporte de vagones a la suerte, debe dejar los vagones vacíos en el sitio identificado por el Coordinador de alce, sea en la vía principal o en el callejón a una distancia adecuada evitando interrumpir la labor del alce de caña y el transporte.

El ayudante desengancha los vagones del tractor para que este se dirija al próximo callejón de acuerdo a las instrucciones del Coordinador de alce para que se le enganchen los vagones ya alzados, al enganchar los vagones se debe tener en cuenta lugares planos facilitando de esta manera el enganche de estos.

Llegando al callejón de los vagones alzado, realiza el enganche de 6 vagones uno por uno, asegurándose de las buenas prácticas para no causar daños al Ayudante. El ayudante verifica el enganche de los vagones y que tenga aseguradas las cadenas de seguridad. Para ofrecer un mayor conocimiento de la manera en cómo funciona el proceso de cosecha se realiza un diagrama SIPOC, en donde se muestran las entradas desde el proveedor hasta las salidas que llegan al cliente, a continuación se muestra el ilustración 7.

Ilustración 7. Diagrama SIPOC del proceso



Fuente: autores

En el proceso de cosecha se tiene como proveedores al departamento de campo y también a otros proveedores quienes son los encargados de dotar al personal con las herramientas respectivas para su labor, proporcionar los insumos para el proceso, entre otras provisiones. Como entradas se tiene la caña de azúcar, la mano de obra, máquinas y herramientas e información, a continuación siguen las etapas del proceso, para así, obtener como salida la cantidad de cañas de azúcar requeridas cumpliendo con las condiciones adecuadas en el momento oportuno y ser entregada al cliente que para este caso es fábrica.

### 7.1.3 Caracterización del proceso de cosecha

Tabla 6. Caracterización del proceso de cosecha

Actividad	Alcance	Materia prima/ Insumos	Factor predominante	Máquinas/ Herramientas	Característica de Calidad	Variable Crítica
<b>Precosecha</b>	Desde que la caña alcanza aproximadamente diez meses de edad hasta que se cosecha.	Tallos de caña, Cabuyas, Papel, envases	Materia prima	Machetes, molino experimental	Toma de la muestra a una distancia de 20m de acequias	Rotulación adecuada de los tallos de caña, tiempo de permanencia
<b>Madurantes</b>	Desde que la caña alcanza diez meses de edad hasta que alcanza el punto óptimo de maduración.	Productos químicos estimulantes	Método, medición	Drene, Ultraliviano	Dosificación adecuada	Condiciones climáticas (cantidad a dosificar), tiempo de permanencia
<b>Quema</b>	Desde que se determina el tipo de cosecha, se efectúa la quema bajo condiciones seguras hasta que se determina el tipo de corte.	Gasolina, candelas	Método, mano de obra	Quemadores	Realización en áreas no mayores a 6 Ha.	Condiciones ambientales (velocidad y dirección del viento), tiempo de permanencia
<b>Corte Manual</b>	Desde que se programa el tipo de corte hasta que se enchorra la caña para iniciar el alce.	Caña de azúcar, EPP	Método, mano de obra	Machetes, limas	Corte a ras del suelo	Condiciones ambientales, condiciones SST, tiempo de permanencia
<b>Corte Mecánico</b>	Desde que la programación del tipo de corte, se hace el llenado de vagones hasta que se transporta al patio de fábrica.	Caña de azúcar	Método, máquina	Cosechadoras, Tractores, Vagones	Corte a ras del suelo	Condiciones ambientales, tiempo de permanencia
<b>Alce</b>	Desde que la caña es enchorrada mediante el corte manual, se hace el llenado de vagones hasta que se transporta al patio de fábrica.	Caña de azúcar enchorrada	Método, máquina, mano de obra	Alzadora, Tractores, Vagones	Apilación adecuada de la caña	Condiciones ambientales, tiempo de permanencia
<b>Transporte</b>	Desde que los vagones se encuentran llenos hasta que se descarga la caña de azúcar en el patio de fábrica.	Vagones llenos de caña	Método	Vagones, Tractores, Tractomulas	Experiencia del conductor	Mantenimiento de las vías, tiempo de permanencia

Fuente: autores

#### **7.1.4 Sistema de costeo**

El sistema de costos utilizado por la empresa es el de costos por proceso, el cual se caracteriza por ser utilizado en entornos donde la producción pasa a través de múltiples centros de costos. El cálculo del costo por procesos es útil cuando un proceso industrial pasa por varias etapas y la salida de una etapa del proceso se convierte en la entrada para la siguiente. En cada proceso se observan las entradas, el procesamiento y el desperdicio, se miden esas cantidades y se asigna un valor a cada unidad que sale.

El sistema de costos por procesos puede darles un valor a los productos que no se pueden contar, teniendo en cuenta el costo de los insumos y las pérdidas por desperdicio. La gerencia ha definido claramente los centros de costos y la acumulación de costos por proceso, tales como costo de material, costo de mano de obra y gastos generales por cada centro de costo. Este sistema de costos es el único enfoque razonable para determinar los costos del producto en muchas industrias. Utiliza la mayoría de las entradas de diario que se encuentran en un ambiente de costos por trabajo. Por tanto, no es necesario reestructurar el plan de cuentas en un grado significativo. Esto facilita cambiar a un sistema de costos por trabajo desde un sistema de costos por procesos si surge la necesidad, o la adopción de un enfoque híbrido que utilice componentes de ambos sistemas.

Ventajas: Producción continua, Fabricación estandarizada, Costos promediados por centros de operaciones, Procesamiento más económico administrativamente y Costos estandarizados. Desventajas: Condiciones de producción rígidas, Control más global, Imposible identificar los elementos del costo directo en cada unidad terminada, Hay que cuantificar la producción en proceso al final del período y calcular la producción equivalente.

#### **7.1.4 Estructura de costos proceso de cosecha**

Tal como se mencionó anteriormente, en la tabla que se relaciona a continuación, se pormenoriza la estructura de costos del proceso de Cosecha, comprendiendo las actividades y los centros de costo destinados para cada actividad, lo que permite analizar con Mayor detenimiento cada actividad y de esta manera obtener un Mayor control, generando mediante los datos estrategias de mejoramiento, en la tabla 7 se puede observar la estructura de costos del área.

Tabla 7. Estructura de costos.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN CENTRO DE COSTO</b>
<b>Precosecha</b>	Precosecha
<b>Madurantes</b>	Madurante
<b>Incendios</b>	Control De Incendios
<b>Corte Manual</b>	Corte Crudo Sucio Propio
	Corte De Caña Quemado Propio
	Supervisión De Corte Manual
<b>Corte Mecánico Propio</b>	Despaje
	Repique
	Saque De Piedra
	Corte Mecánico Propio
	Cadeneo Cosecha Mecánica Propio
<b>Corte Mecánico Contratado</b>	Cadeneo Contratado
	Corte Mecánico Contratado
<b>Alce</b>	Alce Mecánico
	Requisa
<b>Transporte Tiro Directo</b>	Cadeneo Patio De Fabrica Td
	Cadeneo Tiro Directo
	Operación Tiro Directo
<b>Transporte Contratado</b>	Transporte Contratado Tractomulas
<b>Transporte Tractomulas</b>	Operación Tractomula
<b>Otros Costos de Transporte</b>	Balastraje Y Vibrocompactadora
	Reparaciones De Daños
	Tapada De Acequias
	Guardavías Tractomulas
	Conformación De Vías
	Reparación De Daños
<b>Administración de Cosecha</b>	Administración Cosecha
	Reubicados y otros costos
	Transporte De Personal Cosecha
	Otros costos de corte

Fuente: autores

### 7.1.5 Establecer la meta general

Dentro de la fase de Definir, se comprueba la viabilidad de la solución del problema, también, se establece la meta general a ser alcanzada, para lograrla se deben realizar dos pasos para que la meta establecida sea óptima.

El primer paso, es definir el objetivo gerencial, o sea, se detalla la visión del proyecto, teniendo en cuenta lo que la empresa desea conseguir, a continuación, se procede a realizar el segundo paso, el cual consiste en definir el valor de la meta usando gráficos de secuencia e investigando el valor benchmark, entonces, se define el valor de la meta a través de la realización de un gráfico secuencial, en base a los datos recolectados de los costos reales y estándar por unidad de caña, después realizamos la diferencia entre las toneladas reales y estándar, ya obtenida la diferencia, se dividen los datos obtenidos de esta diferencia entre los valores por encima y los valores por debajo del presupuesto, para cada uno de estos valores se efectúa: el promedio entre el real y el estándar ( índice medio) , posterior a esto, se escoge la mejor unidad del grupo (benchmark); se debe calcular el valor de la brecha a trabajar, el cual se obtiene aplicando la ecuación 1.

Por consiguiente, se calcula el valor de la meta general para los valores por encima y por debajo del presupuesto, por medio de, el índice medio sobre el resultado de multiplicar el valor de la brecha por el porcentaje de la fecha, se debe establecer el valor de reducción esperado, el cual se obtiene de la diferencia entre el índice medio y el valor de la meta, el resultado de esta diferencia se divide sobre el índice medio, mediante estos valores es posible establecer la meta general del proyecto en la fase Definir.

A continuación, se describen los valores a hallar y su respectiva formula:

**Índice medio:** promedio de ejecución real.

**Benchmark:** es la mejor unidad del grupo.

**Valor de la brecha:** es la diferencia entre el índice medio y el valor benchmark, como se muestra en la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Valor de la brecha

$$\text{Valor brecha} = \text{Indice medio} - \text{benchmark}$$

Ecuación 2. Porcentaje de la brecha

$$\text{Porcentaje brecha} = \% \text{ de reducción de la brecha} * \text{valor de la brecha}$$

**Valor de la meta:** Valor que se desea alcanzar para mejorar las variaciones.

Ecuación 3. Valor de la meta

$$\text{Valor meta} = \frac{\text{Indice medio}}{\text{Valor de la brecha} * \% \text{ de la brecha}}$$

**Reducción esperada:** Es el porcentaje de reducción que se espera lograr cuando se cumpla el valor de la meta, se obtiene de la siguiente ecuación:

Ecuación 4. Reducción esperada

$$\text{Reducción esperada} = \frac{\text{Indice medio} - \text{valor de la meta}}{\text{Indice medio}}$$

### 7.1.6 Meta general disminución en el costo unitario por tonelada

Tabla 8. Meta general disminución en el costo unitario por tonelada

META GENERAL DISMINUCIÓN EN EL COSTO UNITARIO POR TONELADA	
<b>Problema crónico</b>	Desviaciones en los costos reales y estandar en el área de cosecha
<b>Objetivo gerencial</b>	Analizar las causas que generan las desviaciones y proponer métodos de control que permitan reducir las desviaciones.
<b>Valor de la reducción</b>	38% y 16%
<b>Procedimiento</b>	Se realiza la diferencia entre las toneladas reales y estandar, despues, se procede a promediar los datos que presentan desviaciones por encima y por debajo del presupuesto, para cada una de ellas se obtiene el valor benchmark , el valor de la brecha, finalmente se halla el valor meta
<b>Meta establecida</b>	Disminuir en un 38% y 16% el costo por tonelada de caña, reduciendo la variación entre los costos por encima y por debajo del presupuesto

	ene.-19	feb.-19	mar.-19	abr.-19	may.-19	jun.-19	jul.-19	ago.-19	sep.-19
Total Pn Real	72.984	62.255	65.126	28.724	34.249	58.921	69.558	72.591	68.936
\$/Ton	32.696	36.125	39.662	60.346	42.661	39.129	33.515	30.758	41.213

	ene.-19	feb.-19	mar.-19	abr.-19	may.-19	jun.-19	jul.-19	ago.-19	sep.-19
Ton. Caña Ppto	69.600	66.000	73.200	42.693	58.000	70.800	73.200	73.200	70.008
\$/Ton	35.715	35.634	38.057	52.350	38.628	39.966	34.967	39.800	39.739

Fuente: autores

### 7.1.8 Marco del proyecto

Por medio de un acta de constitución, se realiza un consolidado del presente trabajo, mediante lo observado en la etapa de definir. El acta de constitución, también, es conocida como Project chárter el cual permite realizar un análisis específico.

Tabla 9. Project chárter

PROJECT CHÁRTER				
<b>Título del proyecto</b>	propuesta para mitigar las causales de las variaciones entre los costos reales y estándares del proceso de cosecha de un ingenio azucarero ubicado en el valle del cauca			
<b>Declaración oportunidad de perdida</b>	Analizando los meses de enero a septiembre del año 2019 se encontraron variaciones entre los costos reales y presupuestados que impactan negativamente el área de cosecha.			
<b>Ahorro esperado</b>	Disminuir el 38 % y 16 % del precio por tonelada unitario esperado			
<b>Rol de equipo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Responsable del equipo</b>	<b>Función laboral actual</b>	<b>Cambio</b>
<b>Líder del equipo</b>	Olga Patricia Cobo		Ingeniera Industrial	
<b>Miembro del equipo</b>	Lizeth Marian Garaviño Ruiz		Est. Ingeniería Industrial	
<b>Miembro del equipo</b>	Karen Lisseth Lenis Campo		Est. Ingeniería Industrial	
<b>Empresa</b>	Ingenio Azucarero			
<b>Días de reunión:</b> Martes y jueves	<b>Duración de la reunión:</b> 6:00p.m. - 8:00 p.m.		<b>Localización:</b> UCEVA	
<b>Justificación:</b> El área de cosecha necesita un estudio que permita conocer las causas de las variaciones en sus costos, para así, poder mitigar las cuentas que presentan sobrecostos, a través, de plantillas en Excel que contribuyan a un control detallado de lo que sucede día tras día en los costos del área y a su vez justificar el incumplimiento al presupuesto asignado en el área.				

Fuente: autores

## **7.2. CAPÍTULO II: VARIACIONES ENTRE EL COSTO REAL Y ESTÁNDAR DEL PROCESO DE COSECHA DURANTE LOS MESES DE ENERO A SEPTIEMBRE DEL AÑO 2019**

### **7.2.1 Medir**

El Dr. Pedro Mendoza afirma que todo lo que se hace se puede medir, sólo si se mide se puede controlar, sólo si se controla se puede dirigir y sólo si se dirige se puede mejorar. La etapa de la medición es importante en la ejecución del ciclo DMAIC, dado que posterior a su realización permite reunir la información para ser analizada.

Una vez definido el problema del proyecto, se procede a medir los datos de una manera cuantitativa, se debe indicar que para este estudio se realiza por medio de una base de datos, en la que se registran los costos mes a mes por los conceptos en los cuales se incurren a lo largo del proceso. También, se tiene en cuenta las toneladas de caña que fueron cosechadas y las estimadas para determinar el costo unitario real y estándar, lo cual permite generar una mejor medición en función de los costos de operación.

En este orden de ideas, al tener el problema enfocado se realiza la medición para conocer la variación de los costos reales y estándares que son presupuestados por el personal de cosecha. Lo que se pretende en esta fase es identificar los puntos críticos del proceso, es decir, desarrollar la medición por cada una de las etapas del proceso, los centros de costos y sus respectivos conceptos, para posteriormente analizarlos, establecer alternativas de mejora y formatos de control para que estas permanezcan en el tiempo.

Con base a la medición de datos para la variación por etapas, se establece el promedio, variación estándar, coeficiente de variación y tercer cuartil de cada etapa durante los meses de Enero a Septiembre del año 2019, a continuación, se realiza detalladamente la medición de cada una de las etapas del proceso de cosecha Precosecha, Maduración, Quemados/ incendios, Corte, Alce, Transporte y Administración, al final se expone el consolidado de estas etapas con el fin de estudiar las más representativas en cuanto a variaciones para ser analizadas y establecer propuestas de mejora.

Para conocer las variaciones se tomara el rango de las que estén por encima y por debajo del 10%, con base a lo requerido por la alta dirección del proceso al capital humano del área, Es necesario conocer los costos totales reales y estándares durante los meses de Enero a Septiembre, según los datos arrojados por el sistema de información utilizado en la empresa (SAP) además de las toneladas de caña reales y estándares las cuales se registran en los formatos de seguimiento del

proceso. Una vez conocidas estas dos variables se procede a determinar los costos unitarios mes a mes mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 5. Costo unitario

$$\text{Costo unitario} = \frac{\text{Costo total}}{\text{Toneladas cosechadas}}$$

### 7.2.2 Variaciones presentadas en las etapas del área de cosecha

Mediante la aplicación de la ecuación x, es posible obtener los datos de los costos unitarios reales y estándar, para cada una de las etapas presentadas en el área de cosecha durante los meses de enero a septiembre. A continuación, se muestran las variaciones correspondientes a cada etapa.

**Variaciones presentadas en la etapa de precosecha:** en la tabla 10, se muestran los costos unitarios reales y estándar correspondientes a cada mes, también, se muestra su respectiva variación.

Tabla 10. Precosecha costos unitarios reales y estándares enero a septiembre 2019.

PRECOSECHA COSTOS UNITARIOS REALES Y ESTÁNDARES ENERO A SEPTIEMBRE 2019				
Mes	Costo unitario Real	Costo Unitario Estándar	Variación \$	Variación %
Enero	\$ 172,5	\$ 185,2	\$ (12,6)	-6,82%
Febrero	\$ 195,9	\$ 241,6	\$ (45,7)	-18,92%
Marzo	\$ 250,5	\$ 191,3	\$ 59,3	30,98%
Abril	\$ 293,8	\$ 237,9	\$ 55,8	23,47%
Mayo	\$ 360,1	\$ 174,7	\$ 185,4	106,10%
Junio	\$ 268,5	\$ 159,8	\$ 108,7	68,06%
Julio	\$ 160,4	\$ 160,7	\$ (0,3)	-0,18%
Agosto	\$ 197,8	\$ 121,2	\$ 76,6	63,21%
Septiembre	\$ 119,4	\$ 119,4	\$ 0,0	0,02%

Fuente: autores

En la anterior tabla se observa que, en promedio el costo unitario real es de \$ 224,3 cuando se tenía estimado \$ 176,9 por tonelada, por otro lado, el valor más representativo corresponde a \$ 360,1 durante el mes de mayo, cabe resaltar, que el costo total del mes fue de \$ 12334306,19 y se cosecharon 34249 toneladas de

caña, En relación al costo mínimo de precosecha, este se presenta en el mes de septiembre \$ 119,4 con un costo total de \$8231207 y 68936 toneladas.

Finalmente, se encuentra que la variación estándar para el costo unitario real es de \$75,2 con un coeficiente de variación 33,50% y para el estándar es de \$43,5, con un coeficiente de variación de 24,61% lo que indica que se evidencio una fuerte variabilidad de los costos incurridos en la precosecha.

Con relación a las variaciones, se observa que para los meses de Marzo, Abril, Mayo, Julio y Agosto, el costo unitario real estuvo significativamente por encima de los costos estándares, en la fase de Analizar se estudiara detalladamente las causas que generaron estas potenciales variaciones.

Para el mes de febrero se presentó una variación de -18,92% por debajo del costo estándar, lo cual significa un ahorro en el proceso, sea por optimización de los recursos o la ausencia de algunas actividades, lo cual se analiza más adelante.

**Variaciones presentadas en la etapa de maduración:** en la tabla 11 se muestran las variaciones presentadas entre el costo unitario y el costo unitario estándar en la etapa de maduración.

Tabla 11. Maduración costos unitarios reales y estándares enero a septiembre 2019

<b>MADURACIÓN COSTOS UNITARIOS REALES Y ESTÁNDARES ENERO A SEPTIEMBRE 2019</b>					
<b>Mes</b>	<b>Costo unitario Real</b>	<b>Costo Unitario Estándar</b>	<b>Variación \$</b>	<b>Variación %</b>	
<b>Enero</b>	\$ 1.262,1	\$ 1.119,1	\$ 143,0	12,78%	
<b>Febrero</b>	\$ 1.187,1	\$ 1.080,8	\$ 106,3	9,84%	
<b>Marzo</b>	\$ 876,4	\$ 1.171,1	\$ (294,7)	-25,16%	
<b>Abril</b>	\$ 1.039,6	\$ 1.206,8	\$ (167,2)	-13,86%	
<b>Mayo</b>	\$ 746,0	\$ 1.114,2	\$ (368,2)	-33,05%	
<b>Junio</b>	\$ 935,0	\$ 1.172,0	\$ (237,0)	-20,22%	
<b>Julio</b>	\$ 1.196,2	\$ 1.417,4	\$ (221,2)	-15,61%	
<b>Agosto</b>	\$ 358,7	\$ 1.380,7	\$ (1.022,0)	-74,02%	
<b>Septiembre</b>	\$ 622,5	\$ 1.261,9	\$ (639,4)	-50,67%	

Fuente: autores

Se evidencia que, en promedio el costo unitario real es de \$ 913,7 cuando el estimado es de \$ 1213,8 por tonelada, también, se tiene que el valor más representativo corresponde a \$ 1262,1/ tonelada durante el mes de enero, es decir, que el costo total del mes fue de \$78298818 y se maduraron 62036 toneladas de

caña, es de aclarar que esta cantidad corresponde al 85% del total de toneladas de caña cosechada.

En relación al costo mínimo de maduración, este se presenta en el mes de Agosto \$ 358,7 con un costo total de \$ 22130521 y 61702 toneladas. Se encuentra que la variación estándar para el costo unitario real es de \$ 298,9 con un coeficiente de variación 32,71% y para el estándar es de \$ 118,2, con un coeficiente de variación de 9,74%.

Por lo que se refiere a las variaciones, se observa que para los meses de Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre, el costo unitario real estuvo por debajo de los costos estándares respectivos para cada mes. Para Enero se presentó una variación de 12,78% por encima del costo estándar.

**Variaciones presentadas en la etapa de quemas/ incendios:** mediante la tabla 12 se evidencian las variaciones presentadas en la etapa de quemas / incendios, se muestra la variación que se presenta entre los costos unitarios reales y estándar.

Tabla 12. Quemadas/ incendios costos unitarios reales y estándares enero a septiembre 2019

<b>QUEMADAS/ INCENDIOS COSTOS UNITARIOS REALES Y ESTÁNDARES ENERO A SEPTIEMBRE 2019</b>				
<b>Mes</b>	<b>Costo unitario Real</b>	<b>Costo Unitario Estándar</b>	<b>Variación \$</b>	<b>Variación %</b>
<b>Enero</b>	\$ 379,5	\$ 468,3	\$ (88,8)	-18,96%
<b>Febrero</b>	\$ 558,0	\$ 703,2	\$ (145,2)	-20,65%
<b>Marzo</b>	\$ 533,4	\$ 651,2	\$ (117,8)	-18,08%
<b>Abril</b>	\$ 567,8	\$ 823,7	\$ (255,9)	-31,07%
<b>Mayo</b>	\$ 762,7	\$ 435,1	\$ 327,5	75,27%
<b>Junio</b>	\$ 472,8	\$ 739,9	\$ (267,1)	-36,10%
<b>Julio</b>	\$ 593,9	\$ 539,7	\$ 54,2	10,05%
<b>Agosto</b>	\$ 769,9	\$ 799,4	\$ (29,5)	-3,69%
<b>Septiembre</b>	\$ 579,9	\$ 560,7	\$ 19,2	3,42%

Fuente: autores

Detallando la anterior tabla, en promedio se tiene que el costo unitario real de \$ 579,8/ tonelada de caña quemada e incendiada cuando se tenía estimado \$ 635,7 por tonelada, por otro lado, se tiene que el valor más representativo corresponde a \$ 769,9 durante el mes de Agosto, cabe resaltar, que el costo total del mes fue de \$ 23518049 y se cosecharon 30547 toneladas de caña quemada e incendiada, respecto al mínimo costo de cosecha de caña quemada e incendiada, este se

presenta en el mes de Enero \$ 379,5/ tonelada con un costo total de \$ 15255840 y 40200 toneladas.

Finalmente, se encuentra que la variación estándar para el costo unitario real es de \$ 124,6 con un coeficiente de variación 21,48% y para el estándar es de \$ 141,8, con un coeficiente de variación de 22,31%.

Con respecto a las variaciones, se observa que para los meses de Enero, Febrero, Marzo, Abril y Junio el costo unitario real estuvo significativamente por debajo de los costos estándares. Para los meses de mayo y julio se presentó una variación de 75,27% y 10,05% respectivamente por encima del costo estándar.

**Variaciones presentadas en la etapa de corte:** para observar el comportamiento que presentan las variaciones en la etapa de corte, se realiza la tabla 13, la cual muestra la variación de los costos unitarios reales y estándar.

Tabla 13. Corte costos unitarios reales y estándares enero a septiembre 2019

<b>CORTE COSTOS UNITARIOS REALES Y ESTÁNDARES ENERO A SEPTIEMBRE 2019</b>				
<b>Mes</b>	<b>Costo unitario Real</b>	<b>Costo Unitario Estándar</b>	<b>Variación \$</b>	<b>Variación %</b>
<b>Enero</b>	\$ 19.333,0	\$ 16.960,1	\$ 2.373,0	13,99%
<b>Febrero</b>	\$ 18.192,3	\$ 17.186,3	\$ 1.006,0	5,85%
<b>Marzo</b>	\$ 17.775,0	\$ 19.261,6	\$ (1.486,6)	-7,72%
<b>Abril</b>	\$ 29.091,1	\$ 27.091,9	\$ 1.999,2	7,38%
<b>Mayo</b>	\$ 22.130,3	\$ 19.670,1	\$ 2.460,2	12,51%
<b>Junio</b>	\$ 20.338,5	\$ 20.058,1	\$ 280,4	1,40%
<b>Julio</b>	\$ 17.627,1	\$ 17.490,8	\$ 136,3	0,78%
<b>Agosto</b>	\$ 14.887,9	\$ 20.048,8	\$ (5.160,9)	-25,74%
<b>Septiembre</b>	\$ 19.555,2	\$ 19.047,4	\$ 507,7	2,67%

Fuente: autores

Analizando la anterior tabla, en promedio se tiene un costo unitario real de \$ 19881,2 cuando se tenía estimado \$ 19646,1 por tonelada, mientras que, se el valor más significativo corresponde a \$ 29091,9 en Abril el costo total del mes fue de \$ 835612815,2 y se cortaron 28724 toneladas de caña, En relación al costo mínimo mensual de costo, este se presenta en el mes de Agosto \$ 14887,9 con un costo total de \$ 1080729128,99 y 72591 toneladas cortadas.

La variación estándar para el costo unitario real es de \$ 3996,9 con un coeficiente de variación 20,10% y para el estándar es de \$ 3045,3 con un coeficiente de

variación de 15,50%. En las variaciones, se observa que para los meses de Enero y Mayo el costo unitario real estuvo por encima de los costos estándares, para el mes de Agosto se presentó una variación de -25,74% por debajo del costo estándar.

**Variaciones presentadas en la etapa de alce:** en la tabla 14; se muestran las variaciones entre el costo unitario real y estándar, también se puede apreciar su respectiva variación.

Tabla 14. Alce costos unitarios reales y estándares enero a septiembre 2019

<b>ALCE COSTOS UNITARIOS REALES Y ESTÁNDARES ENERO A SEPTIEMBRE 2019</b>				
<b>Mes</b>	<b>Costo unitario Real</b>	<b>Costo Unitario Estándar</b>	<b>Variación \$</b>	<b>Variación %</b>
<b>Enero</b>	\$ 3.398,6	\$ 4.224,1	\$ (825,5)	-19,54%
<b>Febrero</b>	\$ 4.152,2	\$ 4.554,2	\$ (401,9)	-8,83%
<b>Marzo</b>	\$ 4.670,8	\$ 4.050,5	\$ 620,3	15,31%
<b>Abril</b>	\$ 7.290,1	\$ 7.062,9	\$ 227,2	3,22%
<b>Mayo</b>	\$ 3.888,2	\$ 3.875,2	\$ 12,9	0,33%
<b>Junio</b>	\$ 5.047,5	\$ 5.580,2	\$ (532,7)	-9,55%
<b>Julio</b>	\$ 4.785,8	\$ 4.080,5	\$ 705,3	17,28%
<b>Agosto</b>	\$ 4.555,8	\$ 4.267,6	\$ 288,1	6,75%
<b>Septiembre</b>	\$ 5.398,2	\$ 4.562,4	\$ 835,8	18,32%

Fuente: autores

Con respecto a la etapa del alce, se observa que en promedio el costo por tonelada real es de \$ 4798,6 mientras que el estimado corresponde a \$ 4695,3 por tonelada alzada, respecto al valor más alto del alce fue de \$ 7290,1 durante el mes de mayo, cabe resaltar, que el costo total del mes fue de \$ 94948980,13 y alzarón 24420 toneladas de caña equivalentes a las del corte manual, el costo mínimo de alce este se presenta en el mes de Enero \$ 3398,6 con un costo total de \$ 153836757,4 y 45265 toneladas.

La variación estándar para el costo unitario real es de \$ 1113 con un coeficiente de variación 23,20% y para el estándar es de \$ 4695,3 con un coeficiente de variación de 21,69%. En las variaciones, se observa que para los meses de Marzo, Julio y Septiembre, el costo unitario real estuvo significativamente por encima de los costos estándares, para el mes de Enero se presentó una variación de -19,54% por debajo del costo estándar.

**Variaciones presentadas en la etapa de transporte:** en la tabla 15, se registran los costos unitarios reales y estándar correspondientes a la etapa de transporte, además se muestra la respectiva variación de los costos.

Tabla 15. Transporte costos unitarios reales y estándares enero a septiembre 2019

<b>TRANSPORTE COSTOS UNITARIOS REALES Y ESTÁNDARES ENERO A SEPTIEMBRE 2019</b>				
<b>Mes</b>	<b>Costo unitario Real</b>	<b>Costo Unitario Estándar</b>	<b>Variación \$</b>	<b>Variación %</b>
<b>Enero</b>	\$ 7.970,9	\$ 11.762,8	\$ (3.791,9)	-32,24%
<b>Febrero</b>	\$ 9.747,9	\$ 11.408,2	\$ (1.660,3)	-14,55%
<b>Marzo</b>	\$ 14.809,8	\$ 11.443,7	\$ 3.366,1	29,41%
<b>Abril</b>	\$ 16.789,6	\$ 13.585,1	\$ 3.204,6	23,59%
<b>Mayo</b>	\$ 11.010,1	\$ 10.689,8	\$ 320,3	3,00%
<b>Junio</b>	\$ 10.509,1	\$ 11.936,2	\$ (1.427,1)	-11,96%
<b>Julio</b>	\$ 8.821,0	\$ 10.651,1	\$ (1.830,1)	-17,18%
<b>Agosto</b>	\$ 9.696,7	\$ 12.369,1	\$ (2.672,3)	-21,60%
<b>Septiembre</b>	\$ 14.532,0	\$ 13.480,3	\$ 1.051,7	7,80%

Fuente: autores

En relación con la tabla anterior, se observa que en promedio el costo unitario real es de \$ 11543 cuando se tenía estimado \$ 11925,1 por tonelada, por otro lado, el valor más representativo corresponde a \$ 16789,6 durante el mes de Abril, cabe resaltar, que el costo total del mes fue de \$ 482265114,56 y se transportaron 28724 toneladas de caña, En relación al costo mínimo de transporte, este se presenta en el mes de Enero con \$ 7970,9 con un costo total de \$ 581744617,23 y 72984 toneladas de caña transportadas.

Finalmente, se encuentra que la variación estándar para el costo unitario real en la etapa de transporte es de \$ 3067,7 con un coeficiente de variación 26,58% y para el estándar es de \$ 1063,3 con un coeficiente de variación de 8,92% lo que indica que se evidencio una fuerte variabilidad de los costos incurridos en el transporte de caña mediante tracto camión y tiro directo (tractor).

En cuanto a las variaciones, se observa que para los meses de Enero, Febrero, Junio, Julio y Agosto el costo unitario real estuvo por debajo de los costos estándares, para lo meses de Marzo y Abril de presentaron variaciones de 29,41% y 23,59% respectivamente por encima del costo estándar.

**Variaciones presentadas en la etapa de administración:** en la etapa de administración, se realiza una tabla en la que se registran los costos unitarios reales y estándar, del mes de enero hasta el mes de septiembre, también se muestra su respectiva variación.

Tabla 16. Administración costos unitarios reales y estándares enero a septiembre 2019

<b>ADMINISTRACIÓN COSTOS UNITARIOS REALES Y ESTÁNDARES ENERO A SEPTIEMBRE 2019</b>				
<b>Mes</b>	<b>Costo unitario Real</b>	<b>Costo Unitario Estándar</b>	<b>Variación \$</b>	<b>Variación %</b>
<b>Enero</b>	\$ 1.829,9	\$ 3.499,1	\$ (1.669,1)	-47,70%
<b>Febrero</b>	\$ 4.549,7	\$ 3.546,7	\$ 1.003,0	28,28%
<b>Marzo</b>	\$ 3.265,4	\$ 3.772,1	\$ (506,7)	-13,43%
<b>Abril</b>	\$ 7.243,5	\$ 5.208,2	\$ 2.035,3	39,08%
<b>Mayo</b>	\$ 5.324,7	\$ 4.081,4	\$ 1.243,3	30,46%
<b>Junio</b>	\$ 4.184,4	\$ 3.687,3	\$ 497,0	13,48%
<b>Julio</b>	\$ 3.340,7	\$ 3.222,8	\$ 117,9	3,66%
<b>Agosto</b>	\$ 2.966,5	\$ 3.585,0	\$ (618,5)	-17,25%
<b>Septiembre</b>	\$ 3.206,3	\$ 3.507,7	\$ (301,4)	-8,59%

Fuente: autores

Al analizar los costos en la etapa de administración, se tiene que, en promedio el costo unitario real de administración es de \$ 3990,1 por tonelada, mientras que para el estándar es de \$ 3790 por tonelada, por otro lado, el valor más significativo es de \$ 7243,5 durante el mes de Abril, con un costo total de \$ 208061930,16 y se cosecharon 28724 toneladas de caña, En relación al costo mínimo de administración, este se presenta en el mes de Enero \$ 1829,9 con un costo total de \$ 133.555.168 y 72984 toneladas de caña cosechadas.

Finalmente, se encuentra que la variación estándar para el costo unitario real es de \$ 1580,8 con un coeficiente de variación 39,62% y para el estándar es de \$ 580,3 con un coeficiente de variación de 15,31% lo que indica que se evidencio una fuerte variabilidad de los costos incurridos en la cosecha.

Con relación a las variaciones, se observa que para los meses de Febrero, Abril, Mayo y Junio el costo unitario real estuvo significativamente por encima de los costos estándares, Para los meses de Enero, Marzo y Agosto la variación de los costos fue de -47,70%, -13,43% y -17,25% por debajo del costo estándar.

**Consolidado variaciones de cosecha:** se realiza la tabla 17, la cual muestra el consolidado de los costos unitarios reales y estándares, desde el mes de enero hasta el mes de septiembre.

Tabla 17. Consolidado de las variaciones en el área de cosecha enero a septiembre 2019

<b>CONSOLIDADO DE LAS VARIACIONES EN EL ÁREA DE COSECHA ENERO A SEPTIEMBRE 2019</b>				
<b>Mes</b>	<b>Costo unitario Real</b>	<b>Costo Unitario Estándar</b>	<b>Variación \$</b>	<b>Variación %</b>
<b>Enero</b>	\$ 32.696,0	\$ 35.715,4	\$ (3.019,4)	-8,45%
<b>Febrero</b>	\$ 36.124,8	\$ 35.633,7	\$ 491,1	1,38%
<b>Marzo</b>	\$ 39.662,3	\$ 38.056,6	\$ 1.605,7	4,22%
<b>Abril</b>	\$ 60.345,9	\$ 52.349,6	\$ 7.996,4	15,27%
<b>Mayo</b>	\$ 42.660,6	\$ 38.627,7	\$ 4.032,9	10,44%
<b>Junio</b>	\$ 39.129,0	\$ 39.966,0	\$ (837,0)	-2,09%
<b>Julio</b>	\$ 33.514,7	\$ 34.967,1	\$ (1.452,4)	-4,15%
<b>Agosto</b>	\$ 30.757,5	\$ 39.799,6	\$ (9.042,1)	-22,72%
<b>Septiembre</b>	\$ 41.213,1	\$ 39.738,8	\$ 1.474,3	3,71%

Fuente: autores

Analizando el consolidado de los costos de cosecha, se tiene que, en promedio el costo unitario real de cosecha es de \$ 39567,1 por tonelada, mientras que el estándar se presenta con \$ 39428,3 por otro lado, el valor máximo de cosecha es de \$ 60345,9 durante para Abril, con un costo total de \$ 1733376576,88 y costo mínimo de cosecha, este se presenta en el mes de Agosto \$ 30757,5 por tonelada de caña cosechada.

Se encuentra que la variación estándar para el costo unitario real es de \$ 8785,9 con un coeficiente de variación 22,21% y para el costo estándar es de \$ 5221,3 con un coeficiente de variación de 13,24%. Para el mes de Agosto se presentó una variación de -22,72% por debajo del costo estándar.

Finalmente, se observa que, las variaciones críticas del proceso corresponden a los meses de Abril con 15,27% y Mayo 10,44%, durante estos meses se realiza el paro de mantenimiento de fábrica donde la molienda de caña disminuye además, se encontró, que se cosecharon 28724 toneladas y 34249 toneladas respectivamente.

Tabla 18. Variación de los costos unitarios en pesos

VARIACIÓN DE COSTOS UNITARIOS REAL - PLAN EN PESOS									
Etapa	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Administración	\$ (1.669)	\$ 1.003	\$ (507)	\$ 2.035	\$ 1.243	\$ 497	\$ 118	\$ (619)	\$ (301)
Alce	\$ (825)	\$ (402)	\$ 620	\$ 227	\$ 13	\$ (533)	\$ 705	\$ 288	\$ 836
Corte	\$ 2.373	\$ 1.006	\$(1.487)	\$ 1.999	\$ 2.460	\$ 280	\$ 136	\$(5.161)	\$ 508
Quemas/ Incendios	\$ (89)	\$ (145)	\$ (118)	\$ (256)	\$ 328	\$ (267)	\$ 54	\$ (30)	\$ 19
Maduración	\$ 143	\$ 106	\$ (295)	\$ (167)	\$ (368)	\$ (237)	\$ (221)	\$(1.022)	\$ (639)
Precosecha	\$ (13)	\$ (46)	\$ 59	\$ 56	\$ 185	\$ 109	\$ (0)	\$ 77	\$ 0
Transporte	\$ (3.792)	\$ (1.660)	\$ 3.366	\$ 3.205	\$ 320	\$(1.427)	\$(1.830)	\$(2.672)	\$ 1.052
<b>Total</b>	<b>\$ (3.019)</b>	<b>\$ 491</b>	<b>\$ 1.606</b>	<b>\$ 7.996</b>	<b>\$ 4.033</b>	<b>\$ (837)</b>	<b>\$(1.452)</b>	<b>\$(9.042)</b>	<b>\$ 1.474</b>

Fuente: autores

Tabla 19. Variación de los costos unitarios en porcentaje

VARIACIÓN DE COSTOS UNITARIOS REAL - PLAN EN %									
Etapa	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Administración	-47,7%	28,3%	-13,4%	39,1%	30,5%	13,5%	3,7%	-17,3%	-8,6%
Alce	-19,5%	-8,8%	15,3%	3,2%	0,3%	-9,5%	17,3%	6,8%	18,3%
Corte	14,0%	5,9%	-7,7%	7,4%	12,5%	1,4%	0,8%	-25,7%	2,7%
Quemas/ Incendios	-19,0%	-20,6%	-18,1%	-31,1%	75,3%	-36,1%	10,0%	-3,7%	3,4%
Maduración	12,8%	9,8%	-25,2%	-13,9%	-33,0%	-20,2%	-15,6%	-74,0%	-50,7%
Precosecha	-6,8%	-18,9%	31,0%	23,5%	106,1%	68,1%	-0,2%	63,2%	0,0%
Transporte	-32,2%	-14,6%	29,4%	23,6%	3,0%	-12,0%	-17,2%	-21,6%	7,8%
<b>Total</b>	<b>-8,5%</b>	<b>1,4%</b>	<b>4,2%</b>	<b>15,3%</b>	<b>10,4%</b>	<b>-2,1%</b>	<b>-4,2%</b>	<b>-22,7%</b>	<b>3,7%</b>

Fuente: autores

### 7.2.3 Clasificación multicriterio de las etapas de cosecha

La clasificación multicriterio, permite identificar las etapas claves que presentan problemas en el área de cosecha, en este caso, se utilizan dos criterios: la frecuencia de variación y la variación por costo unitario, por medio de estos criterios, es posible asignar puntuaciones para cada uno ellos y obtener un consolidado por etapas, para así, obtener el diagrama de Pareto; gracias al diagrama de Pareto, se priorizan las etapas, para que puedan ser analizadas.

Se realiza una clasificación multicriterio con el fin de encontrar las etapas en las que presentan variaciones potenciales, para proceder a ser analizadas. Inicialmente, se determinan los costos unitarios por etapa mes a mes, tanto para los costos reales como estándares, seguidamente, se calcula el costo unitario en función de las toneladas de caña cosechadas correspondientes a cada etapa, así mismo, se miden las variaciones en pesos y en porcentajes.

Para la realización de la clasificación multicriterio, se toman en cuenta dos criterios, los cuales son la variación por frecuencia y la variación porcentual, a continuación se procede a detallar sobre los pasos para su ejecución.

Frecuencia en la que se presentan las variaciones por encima y por debajo del 10% durante los nueve meses como se muestra a continuación:

Tabla 20. Clasificación por frecuencia de variación

<b>CLASIFICACIÓN POR FRECUENCIA DE VARIACIÓN</b>		
<b>Etapas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Participación</b>
<b>Maduración</b>	8	88,90%
<b>Transporte</b>	7	77,80%
<b>Quemas/ Incendios</b>	7	77,80%
<b>Administración</b>	7	77,80%
<b>Precosecha</b>	6	66,70%
<b>Alce</b>	4	44,40%
<b>Corte</b>	3	33,30%

Fuente: autores

Se evidencia que, la etapa de maduración obtuvo el mayor porcentaje de participación, es decir, es la etapa que presenta mayor número de repeticiones en las variaciones entre los meses de enero a septiembre; por otro lado, la etapa de corte, presenta un comportamiento regular en sus variaciones.

Variación porcentual de la suma del costo unitario de los nueve meses. Se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 21. Clasificación por frecuencia de variación

<b>CLASIFICACIÓN DEL COSTO TOTAL UNITARIO POR ETAPA</b>				
<b>Etapa</b>	<b>Total Real</b>	<b>Total Estándar</b>	<b>Variación \$</b>	<b>% Variación</b>
<b>Precosecha</b>	\$2.019,05	\$1.591,82	\$427,23	26,84%
<b>Administración</b>	\$35.911,11	\$34.110,33	\$1.800,78	5,28%
<b>Alce</b>	\$43.187,02	\$42.257,52	\$929,50	2,20%
<b>Corte</b>	\$178.930,36	\$176.815,15	\$2.115,21	1,20%
<b>Transporte</b>	\$103.887,14	\$107.326,25	(\$3.439,11)	-3,20%
<b>Quemas/ Incendios</b>	\$5.217,89	\$5.721,25	(\$503,36)	-8,80%
<b>Maduración</b>	\$8.223,58	\$10.924,08	(\$2.700,50)	-24,72%

Fuente: autores

Al momento de clasificar según la variación, se encuentra que la etapa de precosecha presenta un mayor porcentaje de variación, en comparación de las otras etapas, representando un porcentaje significativo de pérdidas; por otra parte, se encuentra la etapa de maduración, la cual presenta un porcentaje negativo, o sea, se observa un ahorro en los costos, pero, a su vez, representa un error en el cálculo del presupuesto.

El criterio por frecuencia consiste en calificar con la mayor puntuación (5) las etapas que presentaron nueve u ocho variaciones superior e inferior al 10% durante los meses de estudio, mientras que, la menor puntuación será asignada a las etapas que presentaron menor cantidad de variaciones, en la siguiente tabla se muestra detalladamente esta calificación.

Tabla 22. Criterio por frecuencia

<b>CRITERIO POR FRECUENCIA</b>	
<b>Frecuencia de variación</b>	<b>Puntuación</b>
9	5
8	5
7	4
6	4
5	3
4	3
3	2
2	2
1	1
0	0

Fuente: autores

El criterio de variación por costo unitario busca asignar la mayor puntuación a los costos que se encuentran por encima y por debajo del 10%, este se determina con el propósito de conocer las etapas que incumplieron en el rango permitido para las variaciones entre el costo real y estándar establecidos por la alta dirección del ingenio.

Tabla 23. Criterio por costo unitario

<b>CRITERIOS POR VARIACIÓN COSTO UNITARIO</b>	
<b>Variación</b>	<b>Puntuación</b>
<b>Mayor que 10%</b>	5
<b>Menor que 10%</b>	5
<b>Entre 10%</b>	0

Fuente: autores

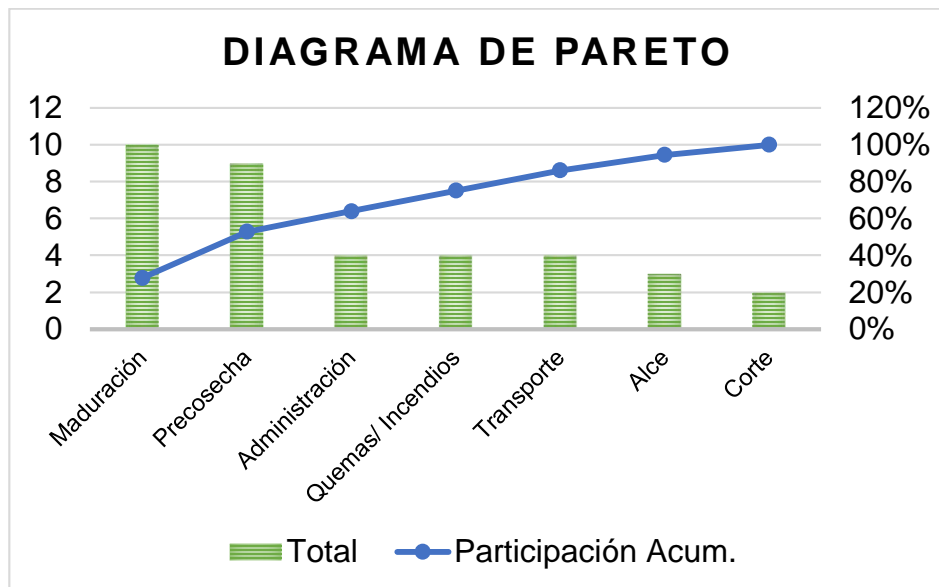
Mediante la aplicación de los criterios, fue posible realizar el diagrama de Pareto, en el cual se tiene en cuenta la puntuación que obtuvieron las etapas en base a los criterios, su respectiva participación y la participación acumulada. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 24. Diagrama de Pareto

DIAGRAMA DE PARETO CLASIFICACIÓN MULTICRITERIO			
Etapa	Total puntuación	Participación	Participación Acum.
Maduración	10	28%	28%
Precosecha	9	25%	53%
Administración	4	11%	64%
Quemas/ Incendios	4	11%	75%
Transporte	4	11%	86%
Alce	3	8%	94%
Corte	2	6%	100%
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>100%</b>	

A continuación se muestra el gráfico obtenido, en el cual es posible evidenciar las etapas críticas.

Ilustración 8. Diagrama de Pareto



Fuente: autores

En relación a lo arrojado por la clasificación multicriterio y en su efecto el diagrama de Pareto, las etapas críticas para este estudio corresponden a la Maduración y precosecha, sobre las cuales se realizara el análisis con el fin de hallar las causas potenciales y de esta manera establecer propuestas de mejora que mitiguen dichas variaciones.

### **7.3 CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE LAS VARIACIONES ENTRE EL COSTO REAL Y EL ESTÁNDAR DEL PROCESO DE COSECHA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL PARA IDENTIFICAR LAS CAUSAS POTENCIALES**

#### **7.3.1 Analizar**

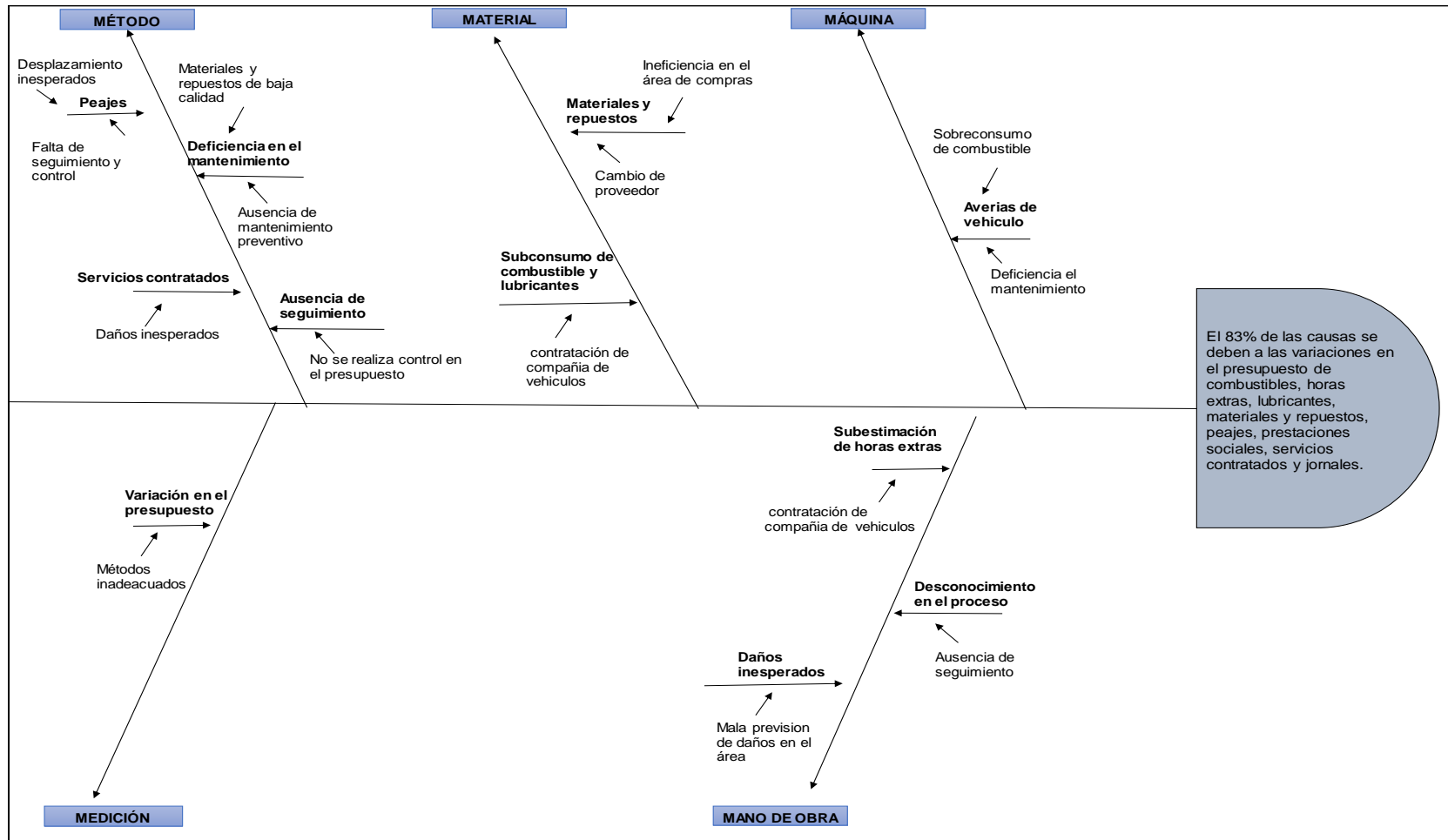
En esta tercera fase del ciclo (analizar), se debe identificar las causas raíz del problema. Se examinan los datos recolectados en la etapa de Medir con el objetivo de obtener las posibles causas que generan variación en los costos del área de cosecha.

Así pues, una vez recolectada la información en la fase de medir, se proceden a analizar aquellas etapas que están presentando problemas en la variación de los costos, Se deben identificar las causas potenciales que se presentan en cada etapa, con el objetivo de levantar cualitativamente los posibles factores que generan problemas.

Por consiguiente, se realizara el diagrama Ishikawa conocido como diagrama causa- efecto, el cual permite visualizar de forma gráfica, las causas y subcausas que están generando las variaciones entre los costos reales y estándar. Para el análisis de la causas, primero se deben identificar las 6 causas, conocidas como las 6M, maquina, método, medición, mano de obra, medio ambiente y material, posterior a esto, se definen las causas más importantes, para así, generar soluciones a las causas encontradas.

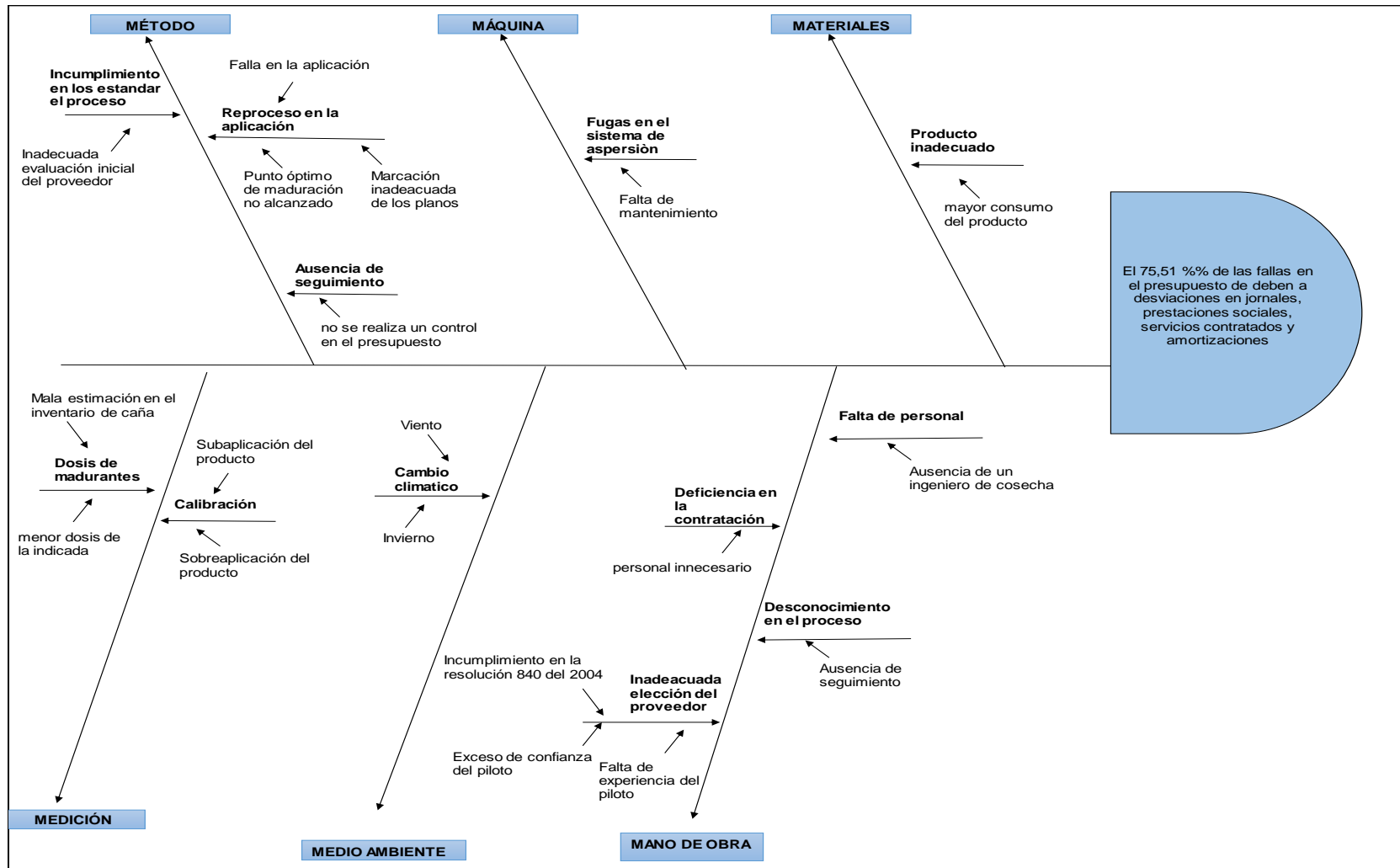
De acuerdo a los resultados obtenidos en el diagrama de Pareto, se realizan diagramas de Ishikawa para cada una de las etapas que presentan un mayor porcentaje de participación, las cuales son: precosecha y maduración. A continuación se muestran los respectivos diagramas:

Ilustración 9. Diagrama de Ishikawa para la etapa de precosecha



Fuente: autores

Ilustración 10. Diagrama de Ishikawa para la etapa de maduración



Fuente: autores

Mediante la realización de los diagramas Ishikawa, fue posible hallar las causas problema que se presentaban en las etapas de precosecha y maduración, cabe aclarar que para el ara de precosecha no fue necesaria la utilización de las 6M, es decir, no se encontraron causas en medio ambiente.

Se determinó que en el área de precosecha, se averió el vehículo por falta de los mantenimientos requeridos, lo cual produjo que se tuviera que recurrir a servicios contratados, provocando que en los costos estándar se presentara una variación frente a los costos reales, en el caso de lubricantes, combustibles, materiales y repuestos, se presenta una decadencia en los costos, dado que, al contratar los servicios no fue necesaria, su utilización. Se encuentra que en el área se están realizando recorridos de trayectos largos, lo cual está causando sobrecostos.

Ahora bien, en el área de maduración, se encontró que no se cumplen con los estándares establecidos en el proceso; la falta de comunicación entre las áreas de compras y cosecha, produce que no se elija el proveedor adecuado, dado que, no se completan con los requisitos informativos necesarios. El no elegir el proveedor adecuado, se genera reproceso en el área, incurriendo en sobrecostos; Por otro lado, se encuentra que no se analizan los requerimientos de personal por cada actividad, lo que ocasiona que se contrate personal innecesario y se incurra en costos de jornales y prestaciones sociales.

**7.4 CAPITULO IV: PROCEDIMIENTO DE CONTROL PRESUPUESTAL COMO MEDIDA CORRECTIVA PARA REDUCIR LAS CAUSAS QUE GENERAN LAS VARIACIONES ENTRE EL COSTO REAL Y ESTÁNDAR DEL PROCESO DE COSECHA**

**7.4.1 Mejorar**

La fase de mejorar tiene como objetivo, determinar soluciones potenciales para cada una de las causas halladas en la fase de analizar. Una vez generadas las soluciones, se procede a realizar una matriz de priorización, la cual facilita la toma de decisiones al momento de elegir la solución más acertada. Cabe resaltar que de dejaran establecidas las mejoras, para que el ingenio azucarero sea quien decida si se implementaran.

**7.4.2 Identificación de soluciones potenciales:** se realiza un listado de las causas identificadas en el diagrama Ishikawa, después se procede a determinar su posible solución.

CAUSAS	SOLUCIÓN POTENCIAL
<b>Averías en el vehículo</b>	Se debe realizar un plan de acción para el mantenimiento preventivo activo al vehículo, con el fin de evitar daños en el vehículo que ocasionen sobreconsumos en los costos.
<b>Materiales y repuestos</b>	Efectuar una correcta evaluación en los proveedores, para así, obtener materiales y repuestos que cumplan con los requisitos de calidad solicitados.
<b>Subconsumo de combustibles y lubricantes</b>	Realizar formatos de control, en donde se registre la causa, de un menor consumo de combustibles y lubricantes, para así justificar las variaciones en los costos.
<b>Deficiencia en el mantenimiento</b>	Realizar el mantenimiento con repuestos de la mejor calidad y utilizar los materiales indicados para que el mantenimiento del vehículo sea óptimo y no se presenten costos extras por mantenimiento.

Fuente: autores

Tabla 25. (Continuación)

<b>CAUSAS</b>	<b>SOLUCIÓN POTENCIAL</b>
<b>Peajes</b>	Realizar formatos de control en donde se justifique el por qué se están presentando mayor número de desplazamientos del personal.
<b>Servicios contratados</b>	Efectuar un mayor control en el mantenimiento de los vehículos, para así, evitar daños inesperados que lleven a la contratación de servicios externos, los cuales ocasionan variaciones en el presupuesto.
<b>Ausencia de seguimiento</b>	Realizar formatos de control en Excel, en los cuales se registren los costos que se presentan en el área día tras día, esto con el fin de analizar el comportamiento de los costos y conocer cuándo se están presentando variaciones importantes; la revisión se debería hacer por lo menos una vez al mes.
<b>Variación en el presupuesto</b>	Se debe replantear la manera en la que se está realizando el presupuesto, una vez se conozcan las causas que afectan los costos, es posible determinar el método que más se ajuste a la hora de hacer el presupuesto.
<b>Subestimación de horas extras</b>	Efectuar un correcto registro de las fallas en el área, el cual permita, justificar el por qué se presenta una menor utilización de lo presupuestado.
<b>Desconocimiento en el proceso</b>	Se debe efectuar una evaluación en los puestos de trabajo, para así conocer que tan apto es el trabajador en el cargo que ejerce o al cual fue promovido.
<b>Daños inesperados</b>	Al momento de realizar el presupuesto, se debe reservar una partida presupuestaria a los gastos imprevistos
<b>Incumplimiento en los estándar del proceso</b>	Se debe documentar y capacitar al personal, acerca de los pasos del proceso de elección del proveedor, esto permite que el proceso se ejecute de la forma indicada.
<b>Reproceso en la aplicación</b>	Se debe realizar un seguimiento en los procesos, donde se evalúen y controlen los métodos en que se realiza la aplicación de los madurantes, ya que, reapplicar el producto genera sobrecostos.
<b>Fugas en el sistema de aspersión</b>	Se debe realizar un plan de mantenimiento preventivo a la máquina, dado que, reduce los costos y previene averías.

Fuente: autores

Tabla 25. (Continuación)

CAUSAS	SOLUCIÓN POTENCIAL
Deficiencia en la contratación	<b>Evaluar la cantidad</b> de trabajadores que se requieren para el proceso, con el fin, de evitar incurrir en costos extras de personal.
<b>Producto inadecuado</b>	Realizar guías acerca de la dosificación y preparación del producto , las cuales permiten controlar el exceso de consumo de producto
Inadecuada elección del proveedor	Para elegir el proveedor adecuado, se debe cumplir con un formato de selección de proveedores, el cual suministra la información necesaria para elegir el proveedor adecuado, de esta forma, se evita incurrir en fallas que representen sobrecostos.
Falta de personal	Se debe contratar al ingeniero de cosecha, dado que, con sus capacidades y experiencia contribuirá a optimizar los procesos, lo que representa una disminución en los costos.
Calibración	Se debe revisar la calibración en la máquina, antes de ser ejecutada, dado que, al estar bien calibrada evitara que el producto sea desperdiciado, también, se debe realizar un plan de mantenimiento que permita que no se presenten fallas en la máquina.

Fuente: autores

### 7.4.3 Clasificación de mejoras potenciales

Después de identificar las soluciones potenciales, para cada una de las causas que ocasionan variaciones en los costos del área de cosecha, es necesario realizar una matriz de priorización de mejoras, en la cual se van a clasificar las mejoras dependiendo del nivel de impacto y esfuerzo, se asignara una puntuación de 1 y 0, en donde, 1 es alta y 0 es bajo.

Para medir el impacto, se establecen tres criterios, los cuales se muestran en la tabla 26. Ahora bien, para medir el esfuerzo, se tiene en cuenta si, la mejora requiere inversión, modifica la metodología de trabajo e involucra paros en el proceso de cosecha.

Tabla 25. Criterios para medir el impacto de las mejoras

CRITERIOS DE IMPACTO		
CRITERIOS	BAJO	ALTO
¿Reduce las variaciones en los costos?	0	1
¿Mejora el proceso de toma decisiones?	0	1
¿Aporta al control del proceso?	0	1

Fuente: autores

Tabla 26. Matriz de priorización de las mejoras

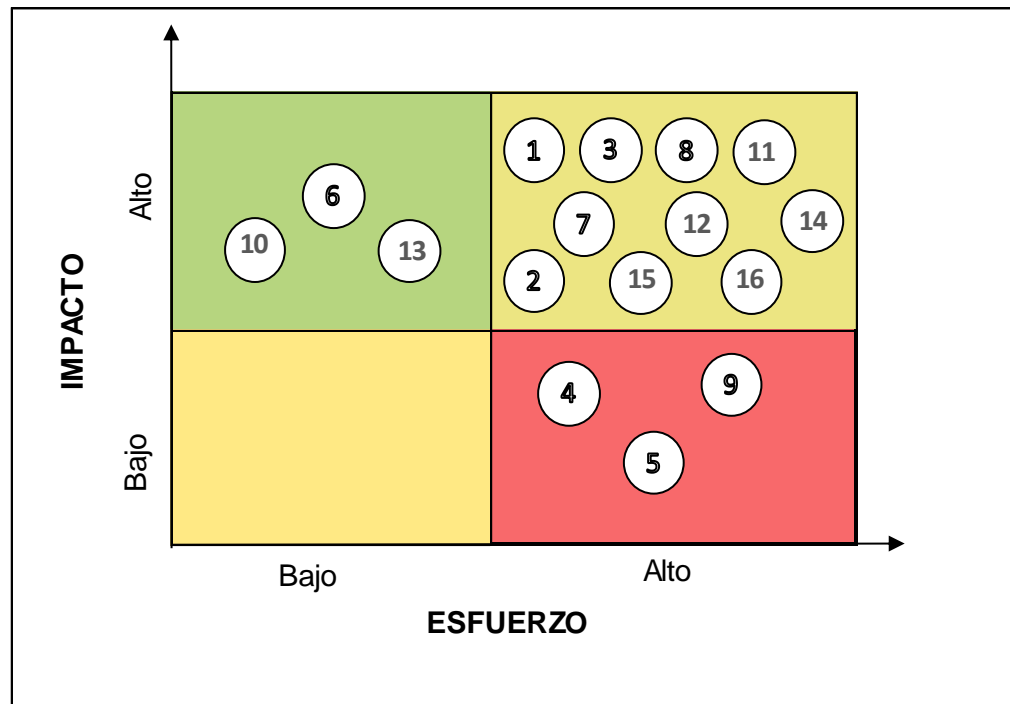
MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE MEJORAS POTENCIALES									
ACCIÓN		IMPACTO			ESFUERZO				
N°	DESCRIPCIÓN	¿Reduce las desviaciones en los costos ?	¿Mejora el proceso de toma decisiones ?	¿Aporta al control del proceso ?	Nivel de impacto	¿Involucra inversión?	¿Modifica la metodología de trabajo?	¿Requiere paro en en proceso implementar ?	Nivel de esfuerzo
		Bajo: 0 - Alto: 1	Bajo: 0 - Alto: 1	Bajo: 0 - Alto: 1		Bajo: 0 - Alto: 1	Bajo: 0 - Alto: 1	Bajo: 0 - Alto: 1	
1	Plan de acción para el mantenimiento preventivo a la máquina	0	1	1	2	1	0	1	2
2	Selección de proveedores que manejen productos de alta calidad	1	1	1	3	1	1	0	2
3	Realizar un formato de control informativo	0	1	1	2	0	1	0	1
4	Utilizar repuestos de alta calidad y los materiales adecuados para evitar costos extras de mantenimiento	0	0	1	1	1	0	1	2
5	Mayor control en la realización de mantenimiento en los vehículos	0	0	1	1	1	0	1	2
6	Realizar un formato en Excel, que permita registrar, analizar y tomar medidas correctivas en los costos	1	1	1	3	0	1	0	1
7	Utilizar un nuevo método para realizar el presupuesto	1	1	1	3	1	1	0	2
8	Evaluar los puestos de trabajo	0	1	1	2	0	1	0	1
9	Reservar una partida presupuestaria para los gastos imprevistos	0	1	0	1	1	1	0	2
10	Estandarizar el proceso por medio de capacitación al personal y documentación del proceso	1	1	1	3	0	1	0	1
11	Evaluar el método de aplicación de los madurantes	1	0	1	2	0	1	0	1
12	Realizar guías acerca de la dosificación y preparación del producto	1	0	1	2	0	1	0	1
13	Evaluar la cantidad de trabajadores que se requieren para el proceso	1	1	1	3	0	1	0	1
14	Recoger la información necesaria para una buena elección del proveedor	1	1	0	2	0	1	0	1
15	Contratar al ingeniero de cosecha para optimizar los procesos	1	1	1	3	1	1	0	2
16	Revisión en la maquina para evitar problemas de calibración	0	0	1	1	0	1	0	1

Fuente: autores

En la ilustración 11, se clasifican en cuatro cuadrantes las soluciones potenciales, bajo los siguientes criterios:

- **Impacto Alto – Esfuerzo bajo:** Soluciones que generan un impacto alto a un bajo esfuerzo económico.
- **Impacto Alto – Esfuerzo Alto:** Soluciones que generan un impacto alto a un alto esfuerzo económico.
- **Impacto Bajo – Esfuerzo Bajo:** Soluciones que generan un impacto bajo a un bajo esfuerzo económico.
- **Impacto Bajo – Esfuerzo Alto:** Soluciones que generan un impacto bajo a un alto esfuerzo económico.

Ilustración 11. Matriz de priorización



Fuente: autores

**Plan de acción 5w y 1h:** para cada una de las causas problema, se diseñó un plan de acción basado en la metodología 5w y 1h, donde se proponen las respectivas actividades a realizar para reducir las variaciones en los costos del área de cosecha, este plan de acción permite dar una visión de lo que se debe realizar.

Tabla 27. Plan de Acción 5w y 1h

<b>Causa</b>	<b>¿Qué?</b>	<b>¿Por qué?</b>	<b>¿Cómo?</b>	<b>¿Donde?</b>	<b>¿Quién?</b>	<b>¿Cuándo?</b>
<b>Averías en el vehículo</b>	Plan de acción para mantenimiento preventivo a la máquina	Para evitar daños en la máquina que impliquen pérdidas económicas	Realizando un plan de acción para el mantenimiento preventivo	En el vehículo de cosecha.	El personal de mantenimiento	En las fechas de mantenimiento programadas
<b>Materiales y repuestos</b>	Selección de proveedores que manejen productos de alta calidad	Para evitar mayor consumo en los materiales y repuestos, evitar fallas al momento de realizar el mantenimiento	Mejorando la comunicación entre el área de compras y cosecha	En el vehículo de cosecha.	El personal de las áreas de compras y cosecha.	Al momento de seleccionar el proveedor
<b>Su consumo de combustibles y lubricantes</b>	Realizar un formato de control informativo	Se debe justificar los bajos consumos significativos que generan grandes variaciones	Mediante la creación de un formato informativo en Excel	En un formato de Excel	El personal de cosecha	Al momento de registrar los costos en el mes

Fuente: autores

Tabla 28. (Continuación)

Causa	¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Donde?	¿Quién?	¿Cuándo?
<b>Deficiencia en el mantenimiento</b>	Utilizar repuestos de alta calidad y los materiales adecuados para evitar costos extras de mantenimiento	Para disminuir las fallas repetitivas y garantizar la disponibilidad del equipo	Mediante una buena compra de materiales y repuestos de alta calidad	En los materiales y repuestos	El personal de mantenimiento	Al momento de seleccionar el proveedor
<b>Peajes</b>	Realizar un formato de control informativo	Para justificar los desplazamientos inesperados y recorridos largos	Mediante la creación de un formato informativo en Excel	En un formato de Excel	El personal de cosecha	Al momento de registrar los costos en el mes
<b>Servicios contratados</b>	Mayor control en la realización de mantenimiento en los vehículos	Para evitar incurrir en servicios contratados que representen cambios en el presupuesto	Mediante planes de acción de mantenimiento a las máquinas y equipos	En las máquinas y vehículos del área de cosecha	El personal de mantenimiento	En las fechas de mantenimiento programadas

Fuente: autores

Tabla 28. (Continuación)

<b>Causa</b>	<b>¿Qué?</b>	<b>¿Por qué?</b>	<b>¿Cómo?</b>	<b>¿Donde?</b>	<b>¿Quién?</b>	<b>¿Cuándo?</b>
<b>Ausencia de seguimiento</b>	Realizar un formato en Excel, que permita registrar, analizar y tomar medidas correctivas en los costos	Para conocer el comportamiento de los costos durante el mes y así tomar acciones correctivas evitando que se presenten variaciones significativas	Mediante la creación de un formato de registro de los costos durante el mes	En Excel	El personal de cosecha	Al momento de registrar los costos en el mes
<b>Variación en el presupuesto</b>	Utilizar un nuevo método para realizar el presupuesto	Para evitar subcostos y sobre costos en el área de cosecha, que ocasionen variaciones entre los costos estándar y reales.	Una vez conocidas las causas que generan las variaciones, se debe acudir a contratar un asesor que conozca cual es el método que mejor se adapte para la realización del presupuesto.	En el presupuesto	Un asesor financiero	Al momento de realizar el presupuesto
<b>Subestimación de horas extras</b>	Realizar un formato de control informativo	Se debe justificar los bajos consumos significativos que generan grandes variaciones	Mediante la creación de un formato informativo en Excel	En Excel	El personal de cosecha	Al momento de registrar los costos en el mes

Tabla 28. (Continuación)

<b>Causa</b>	<b>¿Qué?</b>	<b>¿Por qué?</b>	<b>¿Cómo?</b>	<b>¿Donde?</b>	<b>¿Quién?</b>	<b>¿Cuándo?</b>
<b>Desconocimiento en el proceso</b>	Evaluar los puestos de trabajo	Para conocer el desempeño del trabajador en el cargo que ejerce o al cual fue promovido.	Mediante una revisión periódica el cual permita revisar la eficiencia del trabajador en el puesto	En los puestos de trabajo	El personal de cosecha	Cada semestre
<b>Daños inesperados</b>	Reservar una partida presupuestaria para los gastos imprevistos	Para ser previsores cuando se presente algún daño en el área	Reservando una cantidad de dinero, según la capacidad económica del área	En el presupuesto	El personal de cosecha	Al momento de realizar el presupuesto
<b>Incumplimiento en los estándares del proceso</b>	Estandarizar el proceso por medio de capacitación al personal y documentación del proceso	Para mejorar la toma de decisiones en el área	Capacitando al personal sobre los pasos que se deben cumplir para la realización del proceso de selección y cumpliendo con la documentación adecuada que se requiere para realizar el proceso	En el área de cosecha	El personal de cosecha	Antes de iniciar la actividad

Fuente: autores

Tabla 28. (Continuación)

<b>Causa</b>	<b>¿Qué?</b>	<b>¿Por qué?</b>	<b>¿Cómo?</b>	<b>¿Dónde?</b>	<b>¿Quién?</b>	<b>¿Cuándo?</b>
<b>Reproceso en la aplicación</b>	Evaluar el método de aplicación de los madurantes	Para verificar que el procedimiento se esté haciendo de la manera adecuada y evitar sobrecostos	Verificando que la aplicación del producto se realice con la cantidad adecuada, en el momento debido y de la manera correcta	En el área de cosecha	El personal de cosecha	Antes de iniciar la actividad
<b>Fugas en el sistema de aspersión</b>	plan de mantenimiento preventivo a la máquina	Para evitar fallas en la aplicación del producto y garantizar la disponibilidad del equipo	Realizando un plan de acción para el mantenimiento preventivo	En las maquinas o avionetas	El personal de mantenimiento	En las fechas de mantenimiento programadas
<b>Producto inadecuado</b>	Realizar guías acerca de la dosificación y preparación del producto	Para controlar la preparación del producto, evitando desperdicios	Realizando guías de preparación en las cuales se indique el procedimiento y dosificación para la preparación del producto	En el área de cosecha	El personal de cosecha	Antes de la preparación del producto

Fuente: autores

Tabla 28. (Continuación)

<b>Causa</b>	<b>¿Qué?</b>	<b>¿Por qué?</b>	<b>¿Cómo?</b>	<b>¿Donde?</b>	<b>¿Quién?</b>	<b>¿Cuándo?</b>
<b>Deficiencia en la contratación</b>	Evaluar la cantidad de trabajadores que se requieren para el proceso	Para evitar incurrir en gastos innecesarios	Realizando una evaluación de la cantidad de trabajadores que se solicitan para realizar una labor	En el área de cosecha	El personal de cosecha	Antes de iniciar la actividad
<b>Inadecuada elección del proveedor</b>	Recoger la información necesaria para una buena elección del proveedor	Para mejorar la toma de decisiones en el área y evitar sobrecostos por una inadecuada elección	Completando el formato de selección de proveedores	En el área de cosecha	El personal de cosecha y compras	Al momento de seleccionar el proveedor
<b>Falta de personal</b>	Contratar ingeniero cosecha para optimizar los procesos	Para optimizar los procesos del área, evitando pérdidas y sobrecostos	Abriendo una oferta laboral, en la cual se solicite para ejercer el puesto a un ingeniero agrónomo	En el área de cosecha	El personal de cosecha	En momento que se abra la convocatoria
<b>Calibración</b>	Revisión en la máquina para evitar problemas de calibración	Para evitar errores en la aplicación y que se presente consumos inadecuados de producto	Revisar la calibración de la avioneta antes de que esta se ponga en marcha	En la avioneta	El piloto	Antes del despegue de la avioneta

Fuente: autores

#### 7.4.4 Controlar

En la última fase del ciclo DMAIC se establecen los controles para asegurar el buen funcionamiento de la propuesta de mejora, la cual consiste en hacer seguimiento permanentemente a los costos reales y generar acciones preventivas para que estos no desfasen los estándares al fin de mes. El buen control de costos facilita la creación del presupuesto.

El registro de los costos se lleva en una plantilla de Excel, en la cual la persona designada por el jefe de cosecha consignara las facturas que llegan al área y el seguimiento de los costos que las áreas de apoyo cargan a esta.

La plantilla de Excel tiene los siguientes componentes:

- Formulario de servicios contratados
- Base de datos de servicios contratados
- Registro histórico de costos reales y estándares
- Informe semanal de servicios contratados por centros de costos
- Informe quincenal por centros de costos
- Seguimiento de las variaciones presentadas

**Formulario de servicios contratados:** consiste en ingresar diariamente las facturas de los servicios contratados que son cargados a los diferentes centros de costos, este formato se debe diligenciar diariamente, con el fin de conocer en tiempo real los costos incurridos, además, permite reducir el tiempo para conocer el costos total en el programa informativo (SAP) el cual actualmente es de 5 días.

Ilustración 12. Formulario de servicios contratados

CONTROL DE COSTOS COSECHA	
Fecha	
CECO	
Descripción CECO	
Concepto	
NIT	
Proveedor	
Valor antes de IVA	
¿Tiene IVA?	
<b>INGRESAR</b>	



Fuente: autores



**Informe semanal de servicios contratados por centros de costos:** Este formato se alimenta automáticamente con la información consignada en el registro histórico de costos reales y estándares del proceso, además, cuenta con los filtros de año, mes y concepto que se muestran en la parte superior izquierda este permite conocer la información en el mes actual y hacer una rápida comparación con otros meses y otros años. Debe ser compartido al jefe de Cosecha, analista y cabo administrativo, para que tomen acciones antes del cierre del mes.

Tabla 30. Informe semanal de servicios contratados por centros de costos

INFORME SEMANAL SERVICIOS CONTRATADOS POR CENTROS DE COSTOS					
Año	2019				
Mes	Septiembre				
Concepto	Servicios Contratados				
CECO	Descripción CECO	Total Costo Real	Total Costo Plan	Variación \$	Variación %
S147607	Cadeneo Tiro Directo				
S147802	Balastraje Y Vibrocompactadora				
S147505	Cadeneo Patio De Fabrica Td				
S147707	Reparación De Daños				
S141000	Precosecha				
S147803	Conformación De Vías				
S145101	Corte Mecánico Propio				
S147606	Operación Tiro Directo				
S147806	Operación Tractomula				
S143100	Control De Incendios				
S147804	Tapada De Acequias				
S140000	Administración Cosecha				
S146101	Alce Mecánico				
S144303	Corte Crudo Sucio Propio				
S147808	Transporte Contratado Tractomulas				
S142100	Madurante				
S144101	Corte De Caña Quemado Propio				
S145202	Cadeneo Cosecha Mecánica Propio				
S145203	Repique				
S145204	Despaje				
S147807	Reparaciones De Daños				
S145301	Corte Mecánico Contratado				
S145402	Cadeneo Contratado				
S140100	Reubicados Y Otros Costos Cosecha				
S140200	Otros costos de corte				
S140300	Transporte De Personal Cosecha				
S144304	Supervisión De Corte Manual				
S145205	Saque De Piedra				
S147801	Guardavías Tractomulas				
S146202	Requisa				
	<b>Total</b>	\$ -	\$ -	\$ -	-

Fuente: autores

El informe contiene formatos condicionales, los cuales ayudan mediante un apoyo visual conocer el estado de la variación, se describen a continuación:

Tabla 31. Estado de variación

Estado de variación		
Riesgo	Rango Inferior	Rango Superior
Bajo	-10000%	-26,0%
Medio	-25,9%	0%
Alto	1%	Mayor 100%
Sin Plan		

Fuente: autores

**Informe quincenal por centros de costos:** el informe quincenal contiene información de todos los centros de costos, solamente, cuenta con filtros de mes y año, el propósito de este es conocer información en general del proceso de cosecha.

Tabla 32. Informe quincenal por centros de costos

INFORME QUINCENAL POR CENTROS DE COSTOS					
Año	2019				
Mes	Septiembre				
CECO	Descripción CECO	Total Costo Real	Total Costo Plan	Variación \$	Variación %
S147607	Cadeneo Tiro Directo				-
S147802	Balastraje Y Vibrocompactadora				-
S147505	Cadeneo Patio De Fabrica Td				-
S147707	Reparación De Daños				-
S141000	Precosecha				-
S147803	Conformación De Vías				-
S145101	Corte Mecánico Propio				-
S147606	Operación Tiro Directo				-
S147806	Operación Tractomula				-
S143100	Control De Incendios				-
S147804	Tapada De Acequias				-
S140000	Administración Cosecha				-
S146101	Alce Mecánico				-
S144303	Corte Crudo Sucio Propio				-
S147808	Transporte Contratado Tractomulas				-
S142100	Madurante				-
S144101	Corte De Caña Quemado Propio				-
S145202	Cadeneo Cosecha Mecánica Propio				-
S145203	Repique				-
S145204	Despaje				-
S147807	Reparaciones De Daños				-
S145301	Corte Mecánico Contratado				-
S145402	Cadeneo Contratado				-
S140100	Reubicados Y Otros Costos Cosecha				-
S140200	Otros costos de corte				-
S140300	Transporte De Personal Cosecha				-
S144304	Supervisión De Corte Manual				-
S145205	Saque De Piedra				-
S147801	Guardavías Tractomulas				-
S146202	Requisa				-
	Total	\$ -	\$ -	\$ -	-

Fuente: autores



## 7.5 RELACIÓN COSTO BENEFICIO DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PROCEDIMIENTO DE CONTROL PRESUPUESTAL

### 7.5.1 Relación costo beneficio

El análisis costo beneficio es una herramienta financiera que permite medir la relación que existen entre los costos y beneficios correspondientes a la propuesta de mejora, para la realización de este análisis es necesario conocer los costos en los cuales se está incurriendo por los problemas, costos que se incurrirán para solucionar el problema y el beneficio con el que se contara después de realizar los planes de acción.

Ahora bien, para conocer los valores de las variaciones se tomaran los costos en los que los meses tienen desfase del +/- 10%, se encuentra que durante los meses de Abril, Mayo y Agosto se incurrieron variaciones del 15%, 10% y -22% respectivamente entre el costo real y el estándar.

En la tabla que se presenta a continuación se relaciona los costos unitarios actual, estándar y el ideal, este último permite tener variación del 10%, es determinado mediante la sumatoria del 10% al costo estándar en los casos donde la variación sea positiva y descontando el 10% cuando la variación sea negativa, con esto, se tiene lo siguiente:

Tabla 34. Estimación del costo máximo permitido

<b>ESTIMACIÓN DEL COSTO MÁXIMO PERMITIDO</b>			
<b>Mes</b>	<b>Real</b>	<b>Estándar</b>	<b>Costo máximo permitido</b>
<b>Abril</b>	\$ 60.346	\$ 52.350	\$ 57.585
<b>Mayo</b>	\$ 42.661	\$ 38.628	\$ 42.490
<b>Agosto</b>	\$ 30.758	\$ 39.800	\$ 35.820

Fuente: autores

Con la anterior tabla se puede determinar que la diferencia entre el costo real y el ideal para los meses de Abril, Mayo y Agosto corresponden a \$2761, \$170 y \$5062 respectivamente, estos valores serán multiplicados por las toneladas de caña cosechadas en el mes correspondiente para conocer el monto de las variaciones, se describe a continuación:

Tabla 35. Monto de las variaciones

<b>MONTO DE LAS VARIACIONES</b>			
<b>Mes</b>	<b>Diferencia Real- Ideal</b>	<b>Toneladas reales</b>	<b>Monto</b>
<b>Abril</b>	\$ 2.761	28.724	\$ 79.318.707
<b>Mayo</b>	\$ 170	34.249	\$ 5.827.902
<b>Agosto</b>	\$ 5.062	72.591	\$ 367.463.561
<b>Total</b>			<b>\$ 452.610.171</b>

Fuente: autores

El costo en el cual está incurriendo el proceso de cosecha a causas de las variaciones corresponde a \$452 610 171, es decir, en promedio \$50 290 019 mensual durante horizonte de estudio (9 meses).

Es importante indicar que si el proceso de cosecha aplica las mejoras establecidas y logra mantener las variaciones en el rango permitido por la alta dirección +/- 10%, estos costos ya no se presentaran con un impacto negativo, por ende pasaran a ser un beneficio para la organización, ya que cumplirán con lo establecido en los costos estándares.

Una vez conocido el costo causado por las variaciones que no se encuentran entre el rango +/- 10%, se procede a determinar el costo de la inversión.

Tabla 36. Inversión

<b>INVERSIÓN</b>	
Plantilla de control presupuestal	\$ 1.500.000
Salario ingeniero industrial por 1 año (incluye prestaciones)	\$ 24.000.000
<b>Total</b>	<b>\$ 25.500.000</b>

Fuente: autores

La plantilla de control presupuestal se describe en el capítulo de controlar, adicionalmente, se requiere la contratación de un ingeniero industrial el cual será el encargado de llevar la digitalización, seguimiento y presentación de informes al jefe de cosecha, igualmente, esta persona tiene el compromiso de presentar mejoras con el propósito de que no se sigan presentando las variaciones.

Al tener un control de sus costos se tomaran decisiones de manera acertada y en el tiempo oportuno. Para calcular la relación costo beneficio, se define un horizonte de tiempo de un año, puesto que es el periodo presupuestal.

Tabla 37. Flujos proyectados en el tiempo (1 año)

Inversión (miles)	Beneficio esperado (miles)					
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
\$ (25.500)	\$ 50.290	\$ 50.290	\$ 50.290	\$ 50.290	\$ 50.290	\$ 50.290
	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
	\$ 50.290	\$ 50.290	\$ 50.290	\$ 50.290	\$ 50.290	\$ 50.290

Fuente: autores

Tabla 38. Indicadores de rentabilidad del proyecto

<b>TIR</b>	197%
<b>B/C</b>	1,97

Fuente: autores

Se puede identificar que la Tasa Interna de Retorno (TIR) calculada con los flujos proyectados a un año de plazo del proyecto da como resultado un 197%, lo que indica que el proyecto es rentable, pero para esto se debe realizar la inversión que solo será en un mes, los costos del ingeniero a contratar fueron llevados a 12 meses con una carga prestacional del 30%.

En ese sentido se puede indicar que el beneficio es mayor al costo pues la razón B/C es superior a 1, exactamente 1,97, por lo cual el proyecto es viable.

**Descripción de beneficios cualitativos:** durante la elaboración de la propuesta de mejora basada en el ciclo DMAIC, se encontró que si el proceso de cosecha decide implementar la propuesta este proyecto beneficiaría al proceso en lo siguiente:

- ✓ **Seguimiento continuo a los costos:** dado que se debe consignar las facturas que llegan diariamente a la oficina, permite conocer en tiempo real las cuentas que pueden sobrepasar el costo estándar.
- ✓ **Construcción de una base confiable para la elaboración del presupuesto:** en los formatos de control se llevara el registro de los casos donde el costo real supere al estándar con el fin de tener en cuenta si este debe ser tenido en cuenta para el próximo año.

- ✓ **Mejoramiento en la toma de decisiones:** mediante el sistema de alerta el responsable del proceso puede tomar la determinación del tipo de mano de obra, maquinaria y demás variables puede utilizar en función del costo.
- ✓ **Mejor servicio al cliente interno:** se garantiza el cumplimiento a fábrica de la cantidad, tiempo y condiciones requeridas.

## 8. CONCLUSIONES

La ingeniería industrial como ciencia se dedica al análisis, diseño, planeación, control y optimización de los procesos; es por esto que siempre busca una mejor forma de hacer las cosas. El ingenio azucarero objeto de estudio indica el problema de variación presupuestal que tiene en el área de cosecha pues no está cumpliendo con el presupuesto asignado por parte de la Gerencia Financiera.

De acuerdo a las actividades que realiza el área, fue necesario hacer un análisis minucioso de cada una de las actividades así como de las cuentas a las cuales se cargan los costos. La industria azucarera, es una industria que es afectada directamente por las variables del entorno como son: el clima, la cual impide el corte o en su defecto los pronósticos de temporadas hacen que se tenga que acelerar el proceso de corte y maduración; la tasa de cambio, es otra variable que afecta en gran medida la planeación de este tipo de empresa.

Gracias a la metodología DMAIC, que es una estrategia de mejoramiento continuo, se pudo en primera medida entender el proceso mediante la definición, medir las variaciones que existían en cada una de las actividades del proceso, analizar el motivo de las variaciones mediante diagramas causa- efecto, que nos ayuda a identificar las causas raíz; mejorar desde la propuesta de implementar un procedimiento para el control presupuestal que sirva de prevención y por ultimo controlar mediante los formatos de seguimiento a centro de costos y actividades el presupuesto asignado a cada uno de ellos.

Por otro lado se realizó un análisis de costo beneficio para la implementación del proyecto el cual obtuvo una TIR del 197% y una razón Beneficio / Costo de 1,97, lo que demuestra que el proyecto es viable.

Con este proyecto se logró aplicar diferentes conceptos vistos durante carrera como la metodología DMAIC, clasificación multicriterio, diagrama causa – efecto, matriz de priorización de soluciones, análisis de la información y evaluación de proyectos, todo basado desde la teoría la cual brinda los conocimientos y forma en criterio profesional.

## 9. RECOMENDACIONES

Esta recopilación y análisis de información puede servir de base para trabajos futuros de investigación del sector azucarero o agroindustrial en el cual tengan proceso de cosecha o en su defecto análisis de costos y presupuesto. Por lo anterior se enlistan algunas recomendaciones de acuerdo al análisis realizado:

- Mejorar el control presupuestal diario, puesto que la medición la realizan mes vencido cuando ya la variación se ha generado.
- Generar un mantenimiento riguroso a la maquinaria de tiro directo y alce mecánico, puesto que es una variable que se puede controlar en cuanto al tiempo de funcionamiento vs mantenimiento preventivo
- Revisar el presupuesto en jornales, puesto que muchos trabajadores que se encontraban reubicados, fueron ingresados a esa actividad, la cual era subcontratada, proceso que no se tuvo en cuenta a la hora de estimar el presupuesto y mostro resultados paupérrimos.
- Realizar un estudio costo beneficio en cuanto a la contratación de transporte y otros servicios como mantenimiento y servicios generales, pesto que en gran medida son las que desvían el presupuesto.
- Tener en cuenta las hectáreas disponibles en corte, así como la necesidad de fábrica, puesto que se evidencia variaciones por un aumento en ellas toneladas cortadas con respecto al presupuesto de corte.
- Revisar mes a mes los motivos de la variación para ser tenidos en cuenta en la generación del presupuesto para el año 2021.

## 10. BIBLIOGRAFÍA Y WEB GRAFÍA

AGUIRRE ALVARADO, Ana María. Aplicación de metodología Seis Sigma para mejorar la capacidad de proceso de la variable nivelación vertical en la aplicación de pintura (fondos) de una ensambladora de vehículos. Bogotá, 2010, 107p. Trabajo de final de maestría (magíster en ingeniería industrial). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ingeniería. Departamento de ingeniería de sistemas e industrial.

CARDONA RAMÍREZ, Sebastián. Propuesta para la disminución de pérdida de laminado en la línea Mespac de la fábrica de lácteos de Bugalagrande S.A mediante la implementación de la metodología DMAIC. Tuluá, 2016, 101p. Trabajo de grado (Ingeniero industrial). Unidad Central Del Valle del Cauca. Facultad de Ingenierías. Programa de ingeniería industrial.

ASOCIACIÓN DE CULTIVADORES DE CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA. Informe de sostenibilidad 2017- 2018. Cali. 2018

CASTÑO, N y GAITÁN, D. Análisis de la incidencia del cambio climático en las utilidades y costos de producción de azúcar en un ingenio azucarero del Valle del Cauca en los años 2015 y 2016. Cali, 2017, 93p. Memoria de grado (Contador público). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ciencias económicas y administrativas. Programa de Contaduría pública.

MEJÍA ALFARO, Gerardo Ernesto. Ingresos y costos, una propuesta para su análisis estratégico. Estudio de caso empresas colombianas. Bogotá, 2011, 147p. Tesis de investigación (Magister en Administración). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias económicas. Maestría en administración.

CASTRO, N y QUIÑONEZ, M. Análisis EVA: Caso de empresa del sector azucarero del Valle del Cauca en Colombia. Cali, 2016, 61p. Trabajo de grado (Maestría en administración financiera). Universidad EAFIT. Escuela de economía y finanzas. Maestría en Administración financiera.

BORRERO, J y RAMÍREZ, A. Sistema de análisis de costos para el mejoramiento del proceso de reencauche de llantas de camión para la empresa SAMECO LTDA. Cali, 2015, 121p. Proyecto de grado (ingeniero industrial). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ingeniería. Ingeniería industrial.

GIRALDO, Fernando. Cosecha, Alce y transporte. En: CENICAÑA. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia, Cali, CENICAÑA, 1995.

AMÚ, Luis Guillermo. Logística de cosecha: Evaluación de tiempos y movimientos. Indicadores y Control. {En línea}. {3 octubre de 2019} disponible en: [www.tecnicaña.org](http://www.tecnicaña.org)

BARBA, J y OROZCO, S. Propuesta de mejoramiento del tiempo de ciclo (Lead Time) de transporte de caña en el ingenio Riopaila- Castilla S.A. Cali, 2014, 152p. Proyecto de grado (ingeniero industrial). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ingeniería. Ingeniería industrial.

OLIVA, Ángel. Proyecto de reducción de costos mediante el Seis Sigma y su impacto financiero. México, 2013, 117p. Trabajo de grado (Maestro en Administración). Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Contaduría y Administración. Maestría en Administración.

GAVIRIA, Daniela y RESTREPO, Natalia. Propuesta para la reducción de las variaciones de especificaciones en el proceso de elaboración de la crema tipo CN y CB aplicando el ciclo DMAIC en la metodología six sigma. Tuluá, 2017. Proyecto de grado (ingeniero industrial). UCEVA. Facultad de ingeniería. Ingeniería industrial.

## 11. ANEXOS

### Anexo 1. Costos reales precosecha

Costos Reales Enero a Septiembre 2019									
Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Combustibles	\$ 583.782	\$ 636.976	\$ 443.424	\$ 258.728	\$ 376.832	\$ 262.312	\$ -	\$ -	\$ -
Filtros	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Horas Extras	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 13.770	\$ -	\$ 78.983	\$ -	\$ -	\$ -
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 368.900	\$ -
Jornales	\$ 5.193.811	\$ 4.926.141	\$ 5.756.302	\$ 4.255.352	\$ 4.029.186	\$ 5.361.404	\$ 6.224.729	\$ 5.715.300	\$ 4.270.725
Llantas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 459.084	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Lubricantes	\$ 25.497	\$ 52.946	\$ 25.146	\$ 16.764	\$ 8.382	\$ 16.764	\$ -	\$ -	\$ -
Mano De Obra De Mantenimiento	\$ -	\$ 1.830.875	\$ 635.982	\$ 17.911	\$ 1.227.717	\$ 2.096.239	\$ 345.612	\$ 26.563	\$ -
Mantenimiento	\$ -	\$ 941.464	\$ 363.882	\$ 7.517	\$ 655.403	\$ 1.099.694	\$ 173.969	\$ 11.685	\$ -
Materiales Fijos	\$ -	\$ 67.000	\$ 12.500	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 9.130	\$ 15.000
Materiales Y Repuestos	\$ -	\$ 3.400	\$ 2.400	\$ 20.212	\$ 20.000	\$ 12.151	\$ 7.200	\$ -	\$ 7.850
Peajes	\$ 34.800	\$ 18.000	\$ 71.200	\$ 36.000	\$ 54.000	\$ -	\$ 45.000	\$ -	\$ 105.200
Prestaciones Sociales	\$ 3.525.052	\$ 3.153.882	\$ 4.200.353	\$ 3.168.088	\$ 2.902.566	\$ 2.998.306	\$ 4.361.661	\$ 3.623.410	\$ 2.892.432
Seguros	\$ (3.392)	\$ 65.400	\$ (62.008)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Servicios Contratados	\$ 3.233.000	\$ 500.000	\$ 4.867.000	\$ 644.000	\$ 2.601.135	\$ 3.894.000	\$ -	\$ 4.607.000	\$ 940.000
<b>Total</b>	<b>\$ 12.592.551</b>	<b>\$ 12.196.085</b>	<b>\$ 16.316.182</b>	<b>\$ 8.438.341</b>	<b>\$ 12.334.306</b>	<b>\$ 15.819.853</b>	<b>\$ 11.158.170</b>	<b>\$ 14.361.988</b>	<b>\$ 8.231.207</b>

Fuente: autores

### Anexo 2. Costos estándares precosecha

Costos Estándares Enero a Septiembre 2019									
Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Combustibles	\$ 393.751	\$ 368.082	\$ 418.931	\$ 345.658	\$ 392.864	\$ 501.014	\$ 482.088	\$ 486.107	\$ 507.078
Filtros	\$ 60.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 60.000	\$ -	\$ -	\$ -
Horas Extras	\$ 182.000	\$ 189.462	\$ 180.000	\$ 90.000	\$ 90.000	\$ 180.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 120.000
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Jornales	\$ 5.079.062	\$ 4.789.000	\$ 6.609.129	\$ 4.789.000	\$ 5.079.062	\$ 6.609.129	\$ 4.789.000	\$ 5.079.062	\$ 4.789.000
Llantas	\$ -	\$ -	\$ 2.750.580	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Lubricantes	\$ 95.000	\$ 85.000	\$ 96.000	\$ 106.000	\$ 106.000	\$ 95.000	\$ 115.000	\$ 115.000	\$ 106.000
Mano De Obra De Mantenimiento	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenimiento	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Materiales Fijos	\$ -	\$ 30.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 50.000	\$ -	\$ -	\$ 30.000
Materiales Y Repuestos	\$ 3.704.450	\$ -	\$ 147.890	\$ 10.960	\$ 1.542.710	\$ 100.000	\$ 26.380	\$ 100.000	\$ 20.000
Peajes	\$ 33.000	\$ 33.000	\$ 33.000	\$ 33.000	\$ 33.000	\$ 50.000	\$ 33.000	\$ 35.000	\$ 35.000
Prestaciones Sociales	\$ 2.840.973	\$ 2.688.369	\$ 3.666.130	\$ 2.634.660	\$ 2.791.293	\$ 3.666.130	\$ 2.661.660	\$ 2.818.293	\$ 2.650.860
Seguros	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Servicios Contratados	\$ 500.000	\$ 7.763.450	\$ 100.000	\$ 2.148.810	\$ 100.000	\$ -	\$ 3.516.400	\$ 100.000	\$ 100.000
<b>Total</b>	<b>\$ 12.888.236</b>	<b>\$ 15.946.363</b>	<b>\$ 14.001.660</b>	<b>\$ 10.158.088</b>	<b>\$ 10.134.929</b>	<b>\$ 11.311.273</b>	<b>\$ 11.763.528</b>	<b>\$ 8.873.462</b>	<b>\$ 8.357.938</b>

Fuente: autores

### Anexo 3. Costos reales maduración

Concepto	Costos Reales Enero a Septiembre 2019								
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Amortizaciones	\$ 277.121	\$ 277.121	\$ 277.121	\$ 277.121	\$ 277.121	\$ 277.121	\$ 277.121	\$ 277.121	\$ 277.121
Combustibles	\$ -	\$ 15.624	\$ 15.720	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Contratos temporales	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Insumos Campo	\$ 50.615.532	\$ 46.155.185	\$ 33.989.703	\$ 38.297.472	\$ 37.968.043	\$ 34.359.700	\$ 44.752.651	\$ 29.064.681	\$ 30.513.311
Jornales	\$ 20.004	\$ 91.297	\$ 61.084	\$ 40.763	\$ 38.600	\$ 31.185	\$ -	\$ 17.048	\$ -
Mano De Obra De Mantenimiento	\$ -	\$ (4.518.240)	\$ (6.820.642)	\$ (34.004.054)	\$ (30.281.654)	\$ (19.134.152)	\$ -	\$ (21.351.659)	\$ (7.689.375)
Materiales Y Repuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 347.428	\$ -	\$ 160.500	\$ -	\$ -	\$ -
Prestaciones Sociales	\$ 17.082	\$ 66.088	\$ 39.430	\$ 27.009	\$ 26.960	\$ (7.779)	\$ 523	\$ 10.342	\$ 587
Servicios Contratados	\$ 27.369.079	\$ 20.730.594	\$ 20.953.737	\$ 20.395.810	\$ 13.687.566	\$ 31.141.127	\$ 25.691.620	\$ 14.112.988	\$ 13.376.117
<b>Total</b>	<b>\$ 78.298.818</b>	<b>\$ 62.817.669</b>	<b>\$ 48.516.153</b>	<b>\$ 25.381.549</b>	<b>\$ 21.716.636</b>	<b>\$ 46.827.702</b>	<b>\$ 70.721.916</b>	<b>\$ 22.130.521</b>	<b>\$ 36.477.761</b>

Fuente: autores

### Anexo 4. Costos estándares maduración

Concepto	Costos Estándares Enero a Septiembre 2019								
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Amortizaciones	\$ 277.121	\$ 277.121	\$ 277.121	\$ 277.121	\$ 277.121	\$ 277.121	\$ 277.121	\$ 277.121	\$ 277.121
Combustibles	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Contratos temporales	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 26.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Insumos Campo	\$ 45.486.976	\$ 41.635.153	\$ 50.087.649	\$ 30.016.461	\$ 37.676.587	\$ 48.474.991	\$ 60.675.029	\$ 59.095.215	\$ 51.626.408
Jornales	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 45.000	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000
Mano De Obra De Mantenimiento	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Materiales Y Repuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Prestaciones Sociales	\$ 34.344	\$ 34.344	\$ 34.344	\$ 25.758	\$ 34.344	\$ 34.344	\$ 34.344	\$ 34.344	\$ 34.344
Servicios Contratados	\$ 20.349.758	\$ 18.626.547	\$ 22.407.986	\$ 13.428.629	\$ 16.855.581	\$ 21.686.523	\$ 27.144.521	\$ 26.437.751	\$ 23.096.389
<b>Total</b>	<b>\$ 66.208.199</b>	<b>\$ 60.633.165</b>	<b>\$ 72.867.100</b>	<b>\$ 43.792.969</b>	<b>\$ 54.929.633</b>	<b>\$ 70.532.979</b>	<b>\$ 88.191.015</b>	<b>\$ 85.904.431</b>	<b>\$ 75.094.262</b>

Fuente: autores

### Anexo 5. Costos reales Quemados- Incendios

Concepto	Costos Reales Enero a Septiembre 2019								
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Combustibles	\$ 382.255	\$ 239.511	\$ 337.887	\$ 289.811	\$ 280.310	\$ 266.989	\$ 299.241	\$ 260.726	\$ 247.082
Contratos Temporales	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 54.618	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 166.546
Depreciaciones	\$ 22.915	\$ 22.915	\$ 22.915	\$ 22.915	\$ 22.915	\$ 22.915	\$ 22.915	\$ 22.915	\$ 22.915
Horas Extras	\$ 1.755.818	\$ 1.200.861	\$ 1.547.760	\$ 842.105	\$ 919.758	\$ 1.529.818	\$ 1.834.385	\$ 2.032.490	\$ 1.777.585
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.607.900	\$ -	\$ -	\$ 316.900	\$ -
Jornales	\$ 3.598.119	\$ 3.411.512	\$ 3.984.542	\$ 3.237.431	\$ 3.392.071	\$ 4.183.854	\$ 4.607.035	\$ 4.448.231	\$ 4.222.380
Lubricantes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mano De Obra Contratada	\$ 4.910.836	\$ 4.545.067	\$ 4.618.159	\$ 3.063.986	\$ 4.111.829	\$ 4.684.648	\$ 4.991.336	\$ 5.429.936	\$ 5.033.188
Materiales Fijos	\$ -	\$ -	\$ 18.260	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Materiales Y Repuestos	\$ -	\$ -	\$ 22.176	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Peajes	\$ 17.400	\$ -	\$ 45.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Prestaciones Sociales	\$ 3.635.990	\$ 3.107.997	\$ 4.228.662	\$ 2.985.046	\$ 2.840.746	\$ 3.200.022	\$ 4.561.388	\$ 4.766.771	\$ 3.911.089
Seguros	\$ 320.507	\$ 109.777	\$ 118.466	\$ 149.817	\$ 149.817	\$ 149.817	\$ 149.817	\$ 149.817	\$ 149.817
Servicios Contratados	\$ 612.000	\$ 492.000	\$ 588.000	\$ 268.000	\$ 314.000	\$ 160.000	\$ 520.000	\$ 6.090.263	\$ 1.100.000
<b>Total</b>	<b>\$ 15.255.840</b>	<b>\$ 13.129.640</b>	<b>\$ 15.531.827</b>	<b>\$ 10.859.111</b>	<b>\$ 14.693.964</b>	<b>\$ 14.198.063</b>	<b>\$ 16.986.117</b>	<b>\$ 23.518.049</b>	<b>\$ 16.630.601</b>

Fuente: autores

## Anexo 6. Costos estándares Quemadas- Incendios

Costos Estándares Enero a Septiembre 2019									
Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Combustibles	\$ 301.000	\$ 303.600	\$ 302.000	\$ 187.036	\$ 250.000	\$ 312.110	\$ 301.000	\$ 317.000	\$ 308.619
Contratos temporales	\$ 210.000	\$ 205.000	\$ 210.000	\$ 230.000	\$ 205.000	\$ 205.000	\$ 205.000	\$ 205.000	\$ 205.000
Depreciaciones	\$ 17.110	\$ 17.110	\$ 17.110	\$ 17.110	\$ 17.110	\$ 17.110	\$ 17.110	\$ 17.110	\$ 17.110
Horas Extras	\$ 1.519.800	\$ 1.650.000	\$ 1.973.950	\$ 1.626.400	\$ 1.208.500	\$ 1.937.750	\$ 1.350.000	\$ 1.867.500	\$ 1.581.250
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000	\$ -	\$ -	\$ -
Jornales	\$ 3.741.776	\$ 5.148.000	\$ 6.058.724	\$ 3.171.480	\$ 3.770.520	\$ 6.045.780	\$ 5.148.000	\$ 6.050.600	\$ 4.333.500
Lubricantes	\$ 56.065	\$ 53.436	\$ 60.738	\$ 37.024	\$ 53.056	\$ 58.108	\$ 60.058	\$ 59.301	\$ 58.165
Mano De Obra Contratada	\$ 4.255.440	\$ 4.620.000	\$ 6.527.060	\$ 3.846.200	\$ 3.383.800	\$ 6.425.700	\$ 4.620.000	\$ 6.789.000	\$ 4.427.500
Materiales Fijos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.246.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.200.000
Materiales Y Repuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Peajes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Prestaciones Sociales	\$ 3.188.729	\$ 4.119.864	\$ 4.868.127	\$ 2.907.710	\$ 3.017.489	\$ 4.838.344	\$ 3.938.052	\$ 4.798.691	\$ 3.584.579
Seguros	\$ 194.759	\$ 194.759	\$ 194.759	\$ 194.759	\$ 194.759	\$ 194.759	\$ 194.759	\$ 194.759	\$ 194.759
Servicios Contratados	\$ 186.000	\$ 986.000	\$ 186.000	\$ 5.916.667	\$ 1.386.000	\$ 186.000	\$ 186.000	\$ 4.086.368	\$ 186.000
<b>Total</b>	<b>\$ 13.670.679</b>	<b>\$ 17.297.769</b>	<b>\$ 20.398.468</b>	<b>\$ 19.380.386</b>	<b>\$ 14.986.234</b>	<b>\$ 21.720.661</b>	<b>\$ 16.019.979</b>	<b>\$ 24.385.329</b>	<b>\$ 16.096.482</b>

Fuente: autores

## Anexo 7. Costos reales alce

		Costos Reales Enero a Septiembre 2019								
Descripción CECO	Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Alce Mecánico	Arrendamiento Equipos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3.962.360
Alce Mecánico	Combustibles	\$ 32.478.370	\$ 26.678.232	\$ 27.805.331	\$ 28.216.161	\$ 24.837.173	\$ 26.891.319	\$ 28.482.146	\$ 35.097.391	\$ 32.748.163
Alce Mecánico	Depreciaciones	\$ 666.895	\$ 843.015	\$ 843.015	\$ 1.218.707	\$ 1.218.707	\$ 1.218.707	\$ 1.218.707	\$ 1.218.707	\$ 2.601.771
Alce Mecánico	Filtros	\$ 784.723	\$ 585.155	\$ 927.538	\$ 903.893	\$ 935.388	\$ 856.741	\$ 1.463.143	\$ 1.195.744	\$ 757.410
Alce Mecánico	Horas Extras	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 97.536	\$ -	\$ -	\$ -
Alce Mecánico	Llantas	\$ -	\$ -	\$ 84.302	\$ 18.566.000	\$ 256.000	\$ 303.000	\$ -	\$ -	\$ -
Alce Mecánico	Lubricantes	\$ 9.416.709	\$ 7.088.693	\$ 6.818.747	\$ 9.601.696	\$ 7.361.207	\$ 9.931.843	\$ 8.484.434	\$ 10.126.678	\$ 7.680.540
Alce Mecánico	Mano De Obra Contratada	\$ 24.564.404	\$ 24.353.537	\$ 27.596.784	\$ 18.580.423	\$ 24.775.520	\$ 25.103.374	\$ 25.324.111	\$ 26.671.396	\$ 31.636.242
Alce Mecánico	Mano De Obra De Mantenimiento	\$ 17.905.458	\$ 10.238.186	\$ 24.645.182	\$ 4.534.246	\$ (19.523.226)	\$ 15.548.921	\$ 21.171.087	\$ 19.265.393	\$ 19.545.163
Alce Mecánico	Mantenimiento	\$ 9.332.338	\$ 3.996.576	\$ 13.089.929	\$ 16.509.507	\$ 8.455.961	\$ 8.177.524	\$ 10.202.652	\$ 8.691.247	\$ 9.443.902
Alce Mecánico	Materiales Fijos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 91.300
Alce Mecánico	Materiales Y Repuestos	\$ 8.326.124	\$ 13.329.578	\$ 14.105.855	\$ 35.185.224	\$ 10.185.241	\$ 27.120.868	\$ 15.782.806	\$ 21.971.093	\$ 41.449.348
Alce Mecánico	Peajes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 23.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Alce Mecánico	Prestaciones Sociales	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 44.524	\$ -	\$ -	\$ -
Alce Mecánico	Seguros	\$ 1.861.166	\$ 880.137	\$ 1.414.258	\$ 1.399.699	\$ 1.420.407	\$ 1.420.407	\$ 1.420.407	\$ 1.429.080	\$ 1.424.452
Alce Mecánico	Servicios Contratados	\$ 10.148.291	\$ 17.259.706	\$ 3.455.038	\$ 2.219.821	\$ 6.222.882	\$ 7.530.480	\$ 6.274.446	\$ 5.513.871	\$ 6.605.605
Requisa	Horas Extras	\$ 1.493.907	\$ 772.143	\$ 2.748.159	\$ 2.226.819	\$ 2.061.543	\$ 2.430.622	\$ 2.277.843	\$ 3.045.700	\$ 3.943.772
Requisa	Jornales	\$ 3.800.316	\$ 1.993.232	\$ 5.704.958	\$ 4.743.894	\$ 4.834.242	\$ 6.032.202	\$ 4.983.269	\$ 4.058.991	\$ 6.569.493
Requisa	Mano De Obra Contratada	\$ 30.386.607	\$ 28.743.423	\$ 34.201.666	\$ 21.284.559	\$ 25.479.849	\$ 27.615.259	\$ 29.296.981	\$ 30.879.841	\$ 35.158.003
Requisa	Mano De Obra De Mantenimiento	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (5.878.729)	\$ (6.997.521)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Requisa	Materiales Y Repuestos	\$ -	\$ -	\$ 267.370	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Requisa	Prestaciones Sociales	\$ 2.671.450	\$ 1.383.701	\$ 4.193.179	\$ 3.445.794	\$ 3.402.607	\$ 4.234.118	\$ 3.913.720	\$ 3.579.959	\$ 5.247.742
	<b>Total</b>	<b>\$ 153.836.757</b>	<b>\$ 138.145.313</b>	<b>\$ 167.901.310</b>	<b>\$ 162.757.716</b>	<b>\$ 94.948.980</b>	<b>\$ 164.557.445</b>	<b>\$ 160.295.753</b>	<b>\$ 172.745.090</b>	<b>\$ 208.865.266</b>

Fuente: autores

## Anexo 8. Costos estándares alce

		Costos Estándares Enero a Septiembre 2019								
Descripción CECO	Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Alce Mecánico	Arrendamiento Equipos									
Alce Mecánico	Combustibles	\$ 27.306.818	\$ 22.500.000	\$ 29.301.136	\$ 24.209.719	\$ 37.302.632	\$ 27.460.227	\$ 27.150.000	\$ 27.900.000	\$ 26.852.727
Alce Mecánico	Depreciaciones	\$ 1.538.112	\$ 1.538.112	\$ 1.538.112	\$ 2.843.667	\$ 2.843.667	\$ 2.843.667	\$ 4.788.112	\$ 4.788.112	\$ 4.512.612
Alce Mecánico	Filtros	\$ 1.197.103	\$ 986.377	\$ 1.284.532	\$ 1.500.000	\$ 1.050.000	\$ 1.203.828	\$ 1.190.228	\$ 1.223.107	\$ 1.177.196
Alce Mecánico	Horas Extras									
Alce Mecánico	Llantas					\$ 5.673.231				\$ 14.072.326
Alce Mecánico	Lubricantes	\$ 9.400.763	\$ 7.745.947	\$ 8.210.000	\$ 12.087.000	\$ 9.625.000	\$ 9.453.577	\$ 8.625.000	\$ 9.604.975	\$ 9.244.436
Alce Mecánico	Mano De Obra Contratada	\$ 27.142.101	\$ 28.227.785	\$ 28.227.785	\$ 22.582.228	\$ 28.227.785	\$ 28.227.785	\$ 28.227.785	\$ 28.227.785	\$ 28.227.785
Alce Mecánico	Mano De Obra De Mantenimiento	\$ 7.585.857	\$ 8.076.837	\$ 8.076.837	\$ 8.076.837	\$ 8.076.837	\$ 8.076.837	\$ 8.076.837	\$ 8.076.837	\$ 8.076.837
Alce Mecánico	Mantenimiento	\$ 5.650.538	\$ 5.943.880	\$ 6.047.480	\$ 6.010.110	\$ 6.045.609	\$ 5.864.239	\$ 5.954.581	\$ 5.796.440	\$ 5.901.128
Alce Mecánico	Materiales Fijos	\$ 150.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 130.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 150.000
Alce Mecánico	Materiales Y Repuestos	\$ 15.862.242	\$ 15.728.537	\$ 21.026.802	\$ 81.420.000	\$ 20.059.254	\$ 15.169.907	\$ 16.330.000	\$ 19.050.053	\$ 14.924.581
Alce Mecánico	Peajes									
Alce Mecánico	Prestaciones Sociales									
Alce Mecánico	Seguros	\$ 1.185.917	\$ 1.185.917	\$ 1.185.917	\$ 1.185.917	\$ 1.185.917	\$ 1.185.917	\$ 1.185.917	\$ 1.185.917	\$ 1.185.917
Alce Mecánico	Servicios Contratados	\$ 21.009.008	\$ 7.200.064	\$ 6.891.940	\$ 14.850.072	\$ 5.529.940	\$ 56.330.405	\$ 6.451.940	\$ 8.305.534	\$ 6.090.940
Requisa	Horas Extras	\$ 1.503.613	\$ 1.623.319	\$ 1.785.568	\$ 1.295.640	\$ 3.450.589	\$ 3.450.589	\$ 3.450.589	\$ 3.450.589	\$ 3.450.589
Requisa	Jornales	\$ 2.506.021	\$ 2.705.531	\$ 2.975.947	\$ 2.159.400	\$ 3.300.455	\$ 2.684.000	\$ 2.505.574	\$ 3.284.000	\$ 3.401.619
Requisa	Mano De Obra Contratada	\$ 26.407.605	\$ 30.979.236	\$ 35.786.258	\$ 22.670.347	\$ 27.007.701	\$ 34.765.228	\$ 30.810.488	\$ 34.519.293	\$ 29.151.105
Requisa	Mano De Obra De Mantenimiento									
Requisa	Materiales Y Repuestos									
Requisa	Prestaciones Sociales	\$ 1.930.575	\$ 2.084.272	\$ 2.292.594	\$ 1.663.547	\$ 3.250.520	\$ 2.953.707	\$ 2.867.797	\$ 3.242.597	\$ 3.299.229
<b>Total</b>		\$ 150.376.273	\$ 136.625.814	\$ 154.730.908	\$ 202.654.484	\$ 162.759.137	\$ 199.769.913	\$ 147.714.848	\$ 158.755.239	\$ 159.719.027

Fuente: autores

## Anexo 9. Costos reales administración

		Costos Reales Enero a Septiembre 2019								
Descripción CECO	Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Administración Cosecha	Ambiental	\$ 633.424	\$ 1.610.924	\$ 533.338	\$ 442.509	\$ 861.885	\$ 562.593	\$ 1.996.191	\$ 672.891	\$ 889.931
Administración Cosecha	Amortizaciones	\$ 484.512	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Administración Cosecha	Arrendamiento Equipos	\$ 9.806.419	\$ 8.016.067	\$ 8.256.560	\$ 8.339.467	\$ 24.476.950	\$ 19.791.369	\$ 20.240.731	\$ 15.048.372	\$ (13.290.384)
Administración Cosecha	Combustibles	\$ 3.071.008	\$ 2.854.618	\$ 2.904.322	\$ 1.999.261	\$ 2.522.984	\$ 1.830.558	\$ 2.303.493	\$ 2.397.217	\$ 2.340.124
Administración Cosecha	Contribuciones	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 455.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Administración Cosecha	Depreciaciones	\$ 72.380	\$ 72.380	\$ 72.380	\$ 72.380	\$ 72.380	\$ 72.380	\$ 72.380	\$ 72.380	\$ 72.380
Administración Cosecha	Filtros	\$ (53.083)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Administración Cosecha	Horas Extras	\$ 3.782.145	\$ 3.113.916	\$ 4.385.540	\$ 3.362.527	\$ 3.790.740	\$ 3.815.711	\$ 4.246.712	\$ 4.121.569	\$ 4.392.992
Administración Cosecha	Impuestos	\$ 156.249	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Administración Cosecha	Jornales	\$ 10.692.314	\$ 9.590.380	\$ 10.849.545	\$ 8.885.407	\$ 7.054.891	\$ 10.613.610	\$ 10.783.980	\$ 10.839.451	\$ 10.652.514
Administración Cosecha	Mano De Obra Contratada									
Administración Cosecha	Mano De Obra De Mantenimiento	\$ 558.758	\$ 81.494.553	\$ 517.978	\$ 632.413	\$ 120.619	\$ 90.934	\$ 145.833	\$ 41.774	\$ 55.282
Administración Cosecha	Mantenimiento	\$ 244.059	\$ (0)	\$ 255.673	\$ 392.328	\$ 68.654	\$ 47.726	\$ 71.133	\$ 18.374	\$ 36.875
Administración Cosecha	Materiales Fijos	\$ 536.994	\$ 231.165	\$ 263.420	\$ 80.280	\$ 137.920	\$ 256.040	\$ 45.650	\$ 230.580	\$ 267.161
Administración Cosecha	Materiales Y Repuestos	\$ 208.400	\$ -	\$ 79.700	\$ -	\$ -	\$ 54.161	\$ -	\$ -	\$ -
Administración Cosecha	Medios De Transporte	\$ 546.873	\$ 546.873	\$ 546.873	\$ 546.873	\$ 546.873	\$ 546.873	\$ 546.873	\$ 546.873	\$ -
Administración Cosecha	Otros Indirectos	\$ 53.501.107	\$ 128.205.845	\$ 134.196.501	\$ 123.151.172	\$ 101.689.168	\$ 130.310.997	\$ 140.295.387	\$ 131.612.757	\$ 162.366.491
Administración Cosecha	Peajes	\$ 253.200	\$ 289.900	\$ 264.200	\$ 158.800	\$ 585.200	\$ 35.200	\$ 342.200	\$ 185.500	\$ 355.500
Administración Cosecha	Prestaciones Sociales	\$ 13.857.877	\$ 11.385.565	\$ 16.030.170	\$ 10.241.880	\$ 6.018.490	\$ 15.330.091	\$ 12.081.449	\$ 11.911.727	\$ 12.164.115
Administración Cosecha	Salario Integral	\$ 10.765.507	\$ 10.765.508	\$ 10.765.508	\$ 10.765.507	\$ 10.765.508	\$ 10.765.508	\$ 10.765.507	\$ 10.765.507	\$ 10.765.508
Administración Cosecha	Seguros	\$ 357.361	\$ 681.874	\$ (189.290)	\$ 5.030.905	\$ 7.444.285	\$ 7.444.285	\$ 7.327.263	\$ 7.251.393	\$ 7.251.393
Administración Cosecha	Servicios Contratados	\$ 8.363.635	\$ 9.616.096	\$ 8.606.414	\$ 9.104.385	\$ 7.279.414	\$ 7.490.054	\$ 8.729.163	\$ 7.422.144	\$ 9.621.332
Administración Cosecha	Servicios Fijos (Correos, Taxis)	\$ 88.899	\$ 360.211	\$ 277.513	\$ 227.090	\$ (140.952)	\$ 375.873	\$ 234.920	\$ 234.920	\$ 234.921
Administración Cosecha	Sueldos Empleados	\$ 4.554.764	\$ 4.745.153	\$ 3.807.533	\$ 1.619.752	\$ 917.860	\$ 1.619.754	\$ 1.619.752	\$ 1.619.752	\$ 1.619.753
Otros costos de corte	Horas Extras	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Otros costos de corte	Jornales	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Otros costos de corte	Materiales Y Repuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Otros costos de corte	Prestaciones Sociales	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Reubicados Y Otros Costos Cosecha	Horas Extras	\$ 313.994	\$ 262.064	\$ 260.857	\$ 1.218.367	\$ 41.060	\$ 41.060	\$ 60.384	\$ 62.799	\$ 45.196
Reubicados Y Otros Costos Cosecha	Jornales	\$ 6.176.000	\$ 4.562.219	\$ 5.742.124	\$ 8.454.520	\$ 6.069.792	\$ 5.543.769	\$ 5.922.036	\$ 5.895.051	\$ 6.399.339
Reubicados Y Otros Costos Cosecha	Materiales Y Repuestos	\$ 36.569	\$ 87.136	\$ 5.779	\$ 2.828.765	\$ 115.484	\$ -	\$ -	\$ 11.450	\$ 79.739
Reubicados Y Otros Costos Cosecha	Prestaciones Sociales	\$ 4.138.350	\$ 4.459.090	\$ 4.830.429	\$ 10.507.344	\$ 1.471.399	\$ 29.908.339	\$ 4.542.074	\$ 4.378.945	\$ 4.709.683
Reubicados Y Otros Costos Cosecha	Seguros	\$ 309.454	\$ 290.802	\$ (600.256)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Transporte De Personal Cosecha	Servicios Contratados	\$ 98.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total</b>		\$ 133.555.168	\$ 283.242.338	\$ 212.662.810	\$ 208.061.930	\$ 182.365.604	\$ 246.546.884	\$ 232.373.112	\$ 215.341.425	\$ 221.029.843

Fuente: autores

## Anexo 10. Costos estándares administración

Descripción CECO	Concepto	Costos Estándares Enero a Septiembre 2019									
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	
Administración Cosecha	Ambiental	\$ 374.877	\$ 374.877	\$ 1.624.877	\$ 1.624.877	\$ 374.877	\$ 374.877	\$ 374.877	\$ 374.877	\$ 374.877	
Administración Cosecha	Amortizaciones	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Administración Cosecha	Arrendamiento Equipos	\$ 10.393.000	\$ 10.393.000	\$ 10.393.000	\$ 10.393.000	\$ 10.393.000	\$ 10.393.000	\$ 10.393.000	\$ 10.393.000	\$ 10.393.000	
Administración Cosecha	Combustibles	\$ 3.121.646	\$ 3.122.844	\$ 3.121.646	\$ 2.800.000	\$ 3.000.000	\$ 3.116.058	\$ 3.139.211	\$ 3.162.763	\$ 3.185.915	
Administración Cosecha	Contribuciones	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Administración Cosecha	Depreciaciones	\$ 320.296	\$ 320.296	\$ 320.296	\$ 320.296	\$ 320.296	\$ 320.296	\$ 320.296	\$ 320.296	\$ 320.296	
Administración Cosecha	Filtros	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 110.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Administración Cosecha	Horas Extras	\$ 1.798.800	\$ 1.846.693	\$ 2.403.010	\$ 1.922.408	\$ 1.846.600	\$ 2.403.010	\$ 1.846.600	\$ 2.403.010	\$ 1.846.693	
Administración Cosecha	Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Administración Cosecha	Jornales	\$ 8.994.000	\$ 9.233.467	\$ 12.015.049	\$ 9.612.039	\$ 9.233.000	\$ 12.015.049	\$ 9.233.000	\$ 12.015.049	\$ 9.233.467	
Administración Cosecha	Mano De Obra Contratada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 265.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Administración Cosecha	Mano De Obra De Mantenimiento	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Administración Cosecha	Mantenimiento	\$ 807.220	\$ 849.126	\$ 863.926	\$ 858.587	\$ 863.658	\$ 837.748	\$ 850.654	\$ 828.063	\$ 843.018	
Administración Cosecha	Materiales Fijos	\$ 79.795	\$ 294.000	\$ 309.064	\$ 144.062	\$ 79.795	\$ 71.436	\$ 71.436	\$ 160.265	\$ 160.265	
Administración Cosecha	Materiales Y Repuestos	\$ 129.228	\$ 638.881	\$ 2.197.012	\$ 695.809	\$ 955.478	\$ 2.202.000	\$ 969.589	\$ 1.255.772	\$ 1.255.772	
Administración Cosecha	Medios De Transporte	\$ 553.869	\$ 553.869	\$ 553.869	\$ 553.869	\$ 553.869	\$ 553.869	\$ 553.869	\$ 553.869	\$ 553.869	
Administración Cosecha	Otros Indirectos	\$ 156.806.966	\$ 148.478.289	\$ 167.842.945	\$ 135.969.710	\$ 150.598.831	\$ 162.513.405	\$ 154.165.236	\$ 165.434.327	\$ 158.762.244	
Administración Cosecha	Peajes	\$ 694.612	\$ 35.948	\$ 209.314	\$ 305.140	\$ 159.467	\$ 213.389	\$ 190.922	\$ 258.115	\$ 258.115	
Administración Cosecha	Prestaciones Sociales	\$ 10.946.188	\$ 11.237.631	\$ 14.622.968	\$ 11.698.374	\$ 11.237.063	\$ 14.622.968	\$ 11.237.063	\$ 14.622.968	\$ 11.237.631	
Administración Cosecha	Salario Integral	\$ 10.251.000	\$ 10.671.291	\$ 10.671.291	\$ 10.671.291	\$ 10.671.291	\$ 10.671.291	\$ 6.402.775	\$ 10.671.291	\$ 10.671.291	
Administración Cosecha	Seguros	\$ 2.005.225	\$ 5.225	\$ 5.225	\$ 5.225	\$ 5.225	\$ 5.225	\$ 205.225	\$ 5.225	\$ 5.225	
Administración Cosecha	Servicios Contratados	\$ 9.145.901	\$ 8.705.901	\$ 16.881.901	\$ 8.705.901	\$ 9.145.901	\$ 8.705.901	\$ 8.645.901	\$ 8.705.901	\$ 9.145.901	
Administración Cosecha	Servicios Fijos (Correos Taxis)	\$ 180.000	\$ 180.000	\$ 180.000	\$ 160.000	\$ 180.000	\$ 180.000	\$ 180.000	\$ 180.000	\$ 180.000	
Administración Cosecha	Sueldos Empleados	\$ 4.555.000	\$ 4.755.420	\$ 4.755.420	\$ 3.189.174	\$ 4.755.420	\$ 4.755.420	\$ 4.755.420	\$ 3.943.587	\$ 4.755.420	
Otros costos de corte	Horas Extras	\$ 2.910.866	\$ 2.910.866	\$ 3.138.582	\$ 2.910.866	\$ 2.910.866	\$ 3.138.582	\$ 2.910.866	\$ 3.138.582	\$ 2.910.866	
Otros costos de corte	Jornales	\$ 10.603.016	\$ 10.603.016	\$ 13.253.771	\$ 10.603.016	\$ 10.603.016	\$ 13.253.771	\$ 10.603.016	\$ 13.253.771	\$ 10.603.016	
Otros costos de corte	Materiales Y Repuestos	\$ 30.000	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 30.000	\$ 30.000	\$ 35.000	
Otros costos de corte	Prestaciones Sociales	\$ 8.833.301	\$ 8.833.301	\$ 10.714.803	\$ 8.833.301	\$ 8.833.301	\$ 10.714.803	\$ 8.833.301	\$ 10.714.803	\$ 8.833.301	
Reubicados Y Otros Costos Cosecha	Horas Extras	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Reubicados Y Otros Costos Cosecha	Jornales	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Reubicados Y Otros Costos Cosecha	Materiales Y Repuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Reubicados Y Otros Costos Cosecha	Prestaciones Sociales	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Reubicados Y Otros Costos Cosecha	Seguros	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Transporte De Personal Cosecha	Servicios Contratados	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
<b>Total</b>		\$ 243.534.806	\$ 234.083.941	\$ 276.117.969	\$ 222.351.945	\$ 236.720.954	\$ 261.062.098	\$ 235.912.257	\$ 262.425.515	\$ 245.565.163	

Fuente: autores

## Anexo 11. Diagrama de Pareto precosecha

Diagrama de Pareto precosecha			
Concepto	Total	Participación	Participación Acum.
Combustibles	10	10,6%	11%
Horas Extras	10	10,6%	21%
Lubricantes	10	10,6%	32%
Materiales Y Repuestos	10	10,6%	43%
Peajes	10	10,6%	53%
Prestaciones Sociales	10	10,6%	64%
Servicios Contratados	10	10,6%	74%
Jornales	8	8,5%	83%
Filtros	7	7,4%	90%
Llantas	7	7,4%	98%
Materiales Fijos	2	2,1%	100%
Impuestos	0	0,0%	100%
Mano De Obra De Mantenimiento	0	0,0%	100%
Mantenimiento	0	0,0%	100%
Seguros	0	0,0%	100%
<b>Total</b>	<b>94</b>	<b>100,0%</b>	

Fuente: autores

## Anexo 12. Diagrama de Pareto Maduración

Diagrama de Pareto Maduración			
Concepto	Total	Participación	Participación Acum.
Jornales	10	20,41%	20,41%
Prestaciones Sociales	10	20,41%	40,82%
Servicios Contratados	9	18,37%	59,18%
Amortizaciones	8	16,33%	75,51%
Contratos temporales	7	14,29%	89,80%
Insumos Campo	5	10,20%	100,00%
Combustibles	0	0,00%	100,00%
Mano De Obra De Mantenimiento	0	0,00%	100,00%
Materiales Y Repuestos	0	0,00%	100,00%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>	

Fuente: autores