

**MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN
EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE
GONZÁLEZ, CESAR**

Autor

YULIANA PAOLA REYES MOLINA

Director

AMERICA ELIZABETH RAMIREZ MONCADA
Especialista en Sistemas Integrados de Gestión

**PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA, diciembre 5 de 2022**

**MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN
EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE
GONZÁLEZ, CESAR**

Tabla de Contenido

1.	Introducción	1
2.	Marco Conceptual	3
2.1.1.	<i>Requerimientos edafoclimáticos para la caña de azúcar</i>	4
2.2.	Seis Sigma	6
2.2.1.	<i>Clasificación del Six sigma</i>	9
2.3.	Calidad de los productos o servicios	10
2.4.	Herramientas utilizadas para el control de la Calidad	12
2.4.1.	<i>Diagrama de causa y efecto</i>	12
2.4.2.	<i>Cartas de Pareto</i>	12
2.4.3.	<i>Gráficos de control</i>	13
2.4.4.	<i>Diagramas de dispersión</i>	14
2.4.5.	<i>Histogramas</i>	14
2.4.6.	<i>Diagramas de flujo</i>	15
2.4.7.	<i>Listas de Verificación</i>	15
2.5.	Antecedentes	16
2.5.1.	<i>Antecedentes Internacionales</i>	16
2.5.2.	<i>Antecedentes Nacionales</i>	17
3.	Aplicación Metodología Six Sigma	19
3.1.	Etapa I: Recolección de información basada en la metodología six sigma	19
3.1.1.	<i>Descripción del proceso productivo</i>	19
3.1.2.	<i>Diagrama de flujo del proceso productivo de la caña de azúcar</i>	31
3.1.3.	<i>Diagrama de flujo analítico</i>	32
3.2.	Etapa II: Análisis de la información recolectada	35
3.2.1.	<i>Preguntas de la entrevista</i>	36
3.2.2.	<i>Respuestas de la entrevista</i>	37
3.2.3.	<i>Obtención del nivel de Six Sigma de los trapiches</i>	55
4.	Propuesta del modelo para la mejora de trapiches del municipio de González, Cesar	58
4.2.	<i>Metodología DMAIC aplicada a los trapiches</i>	61
4.3.	<i>Sustentación de la propuesta de mejora a los propietarios de trapiche</i>	63

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN
EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE
GONZÁLEZ, CESAR

5. Conclusiones	3
6. Bibliografía	64

Lista de Tablas

Tabla 1 Producción mundial de caña de azúcar.....	6
Tabla 2 Nivel de Calidad del proceso	10
Tabla 3 Diagrama de flujo analítico.....	33
Tabla 4 Nivel six sigma de los trapiches	57

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 Ciclo DMAIC	7
Ilustración 2 Grafica de la metodología Six sigma	9
Ilustración 3 Beneficios de la calidad	11
Ilustración 4 Diagrama de Ishikawa	12
Ilustración 5 Cartas de Pareto	13
Ilustración 6 Chart control	13
Ilustración 7 Diagrama de dispersión	14
Ilustración 8 Histograma.....	14
Ilustración 9 Diagrama de flujo.....	15
Ilustración 10 Lista de Verificación	16
Ilustración 11 Cultivo de caña	19
Ilustración 12 Apronte de la caña.....	20
Ilustración 13 Recolección de la caña.....	21
Ilustración 14 Sacar el jugo a la caña.....	22
Ilustración 15 Bagaceras	23
Ilustración 16 Recolección del caldo de la caña en la pileta.....	24
Ilustración 17 Pre limpieza	25
Ilustración 18 Baba de balso	25
Ilustración 19 Clarificación y encaldado	26
Ilustración 20 Miel de la caña de azúcar dando punto.....	27
Ilustración 21 Batido de la miel de la caña de azúcar	28
Ilustración 22 Moldeo y empaque de la panela	29
Ilustración 23 Almacenamiento de la panela.....	30
Ilustración 24 Diagrama de flujo proceso productivo	31
Ilustración 25 Diagrama causa y efecto	34
Ilustración 26 Entrevista al señor Iber	40
Ilustración 27 Entrevista al señor Julio Ruedas.....	43
Ilustración 28 Entrevista al señor Martin	47
Ilustración 29 Entrevista señor Manuel.....	50
Ilustración 30 Entrevista señor Orlando Reyes	53
Ilustración 31 Plano de la distribución de un trapiche.....	59
Ilustración 32 Metodología DMAIC aplicada a trapiches	62
Ilustración 33. Propietarios de trapiches.....	63
Ilustración 34. Propietarios de trapiches	63

Lista de Ecuaciones

Ecuación 1 Calculo de la desviación estándar	8
--	---

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

Resumen

El objetivo principal de esta monografía, fue el diseño y propuesta de la aplicación de las herramientas seis sigmas en los diferentes trapiches del municipio de González (Cesar), esto con el fin de mejorar la productibilidad y calidad de su producto final. La implementación de esta propuesta se desarrolló mediante la observación sistemática no experimental, con la cual se observaron los hechos en forma real con el fin de cumplir las etapas establecidas.

Para dar cumplimiento al trabajo se tuvieron en cuenta tres etapas las cuales fueron vitales para la obtención de los datos requeridos para darle cumplimiento a la monografía. En la primera etapa que se llevó a cabo la visita a 15 trapiches del municipio y se aplicó una entrevista a los propietarios de 5 de estos trapiches, esto con el fin de recolectar información, se logra observar detalladamente todo el proceso de elaboración de la panela y con esto se emplean diferentes herramientas de la calidad que permitieron pasar a la segunda etapa con más claridad.

Lo dicho anteriormente se realizó con el fin de tomar evidencias y darle paso a la segunda etapa la cual es el análisis de la información recolectada, gracias a la utilización de dichas herramientas se logró identificar la problemática presentada en los diferentes trapiches del municipio de González-Cesar.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

En la tercera y última etapa se logra crear métodos y estrategias que le permitan a los dueños de trapiche mejorar la calidad de su producto final (panela), al aplicar lo propuesto los propietarios podrán obtener muchos beneficios ya que, al tener un producto de mejor calidad, éste será apetecido por los clientes.

Palabras clave: Análisis, Calidad, Medición, Mejora, Seis Sigma

**MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN
EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE
GONZÁLEZ, CESAR**

Abstract

The main objective of this monograph was the design and proposal of the application of the six sigma tools in the different mills of the municipality of Gonzalez (Cesar), this in order to improve the productivity and quality of its final product. The implementation of this proposal was developed through non-experimental systematic observation, with which the facts were observed in a real way in order to fulfill the established stages.

To comply with the work, three stages were taken into account, which were vital to obtain the data required to comply with the monograph. In the first stage, a visit to 15 sugar mills in the municipality was carried out and an interview was applied to the owners of 5 of these sugar mills, this in order to collect information, it is possible to observe in detail the entire panela production process. and with this, different quality tools are used that allowed us to move on to the second stage with more clarity.

What was said above was done in order to take evidence and give way to the second stage which is the analysis of the information collected, thanks to the use of these tools it was possible to identify the problem presented in the different sugar mills of the municipality of González- Cesar.

In the third and last stage, it is possible to create methods and strategies that allow the mill owners to improve the quality of their final product (panela), by applying what is proposed,

**MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN
EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE
GONZÁLEZ, CESAR**

the owners will be able to obtain many benefits since, by having a better product. quality, this will be desired by customers.

Keywords: Analysis, Quality, Gets better, Measurement, Six Sigma

**MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN
EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE
GONZÁLEZ, CESAR**

1. Introducción

Esta monografía pretende analizar un modelo para la implementación de la metodología seis sigmas en el proceso de elaboración de la panela en el municipio de González, Cesar

La estructura de la monografía está integrada por tres etapas iniciando con la recolección de información basada en la metodología seis sigmas, donde se indaga sobre el tema y se amplían conocimientos, además se lleva a cabo visitas a los diferentes trapiches del municipio y se realizan entrevistas a los propietarios, esto con el fin de utilizar herramientas del control de calidad que permitan conocer e identificar adecuadamente el proceso de elaboración de la panela.

La herramienta utilizada para esto, es un diagrama de flujo, que nos representa un paso a paso de las actividades que se realizan en un proceso; estos diagramas son de mucha utilidad ya que permiten estudiar y analizar los procesos productivos, organizándolos de una forma ordenada y clara, con el fin de que estos sean fáciles de comprender.

La segunda etapa es el análisis de la información recolectada, en esta parte de la monografía se logra identificar cuáles son los factores que influyen en el producto para

**MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS
SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL
MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR**

que este no tenga una excelente calidad, esto se logra mediante la utilización de un diagrama causa y efecto, el cual es una herramienta que permite identificar cuáles son las causas de un proceso que contribuyen a la generación de una problemática.

El diagrama causa y efecto es una herramienta visual que permite organizar de forma lógica las posibles causas de un problema, permitiendo analizar estas causas con el fin de obtener una mejora o buscar una posible solución a la problemática presentada.

La tercera etapa se basa en una propuesta del modelo para la mejora a los trapiches del municipio de González, se plantea los propietarios de trapiches posibles mejoras para que la panela tenga una alta calidad.

Para hacer estas propuestas se diseña un plano de distribución de un trapiche ideal, con el fin de distribuir adecuadamente y de forma estratégica las diferentes áreas que posee un trapiche, esto con el fin de lograr mejorar la calidad del producto final.

**MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS
SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL
MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR**

2. Marco Conceptual

2.1. Caña de azúcar

La caña de azúcar es un producto que se cultiva en las zonas tropicales y subtropicales. En Colombia se puede cultivar desde el nivel del mar hasta alturas superiores a los 2.000 metros, ya sea en diferentes temperaturas, luminosidad, precipitaciones y calidad del suelo.

La cosecha de la caña se realiza cada año en las regiones cálidas, por su rápido crecimiento y su rebrote este producto permite realizar varias cosechas de una sola siembra. En Colombia las renovaciones del cultivo se realizan cada cuatro u ocho años, aunque se pueden encontrar cultivos que tienen más de 20 años. Este cultivo permite una captura permanente del recurso tropical más abundante, la luz solar, disminuye los costos y los riesgos asociados a la siembra en los cultivos semestrales y anuales y mantiene una cobertura constante sobre el suelo lo que disminuye los costos de control de malezas y permite un uso más eficiente del agua y un mejor control de la erosión.

La caña de azúcar se constituye por una gran cantidad de agua y carbohidratos. Los carbohidratos se encuentran de forma insoluble, lo que es el agua (la fibra) y de forma salubre (sacarosa, glucosa, fructuosa). Los contenidos de cenizas, lípidos (extracto

etéreo) y proteína son prácticamente despreciables (El cultivo de la caña de azúcar , 2019).

2.1.1. Requerimientos edafoclimáticos para la caña de azúcar

- **Temperatura:** La caña de azúcar no soporta temperaturas inferiores a 0°C. Para crecer exige un mínimo de temperatura de 14 a 16°C y la temperatura óptima de germinación oscila entre 32-38°C.
- **Humedad relativa:** Para que el crecimiento vegetativo de la caña de azúcar sea más rápido es necesario que la humedad relativa sea alta. En caso contrario (HR baja), y si además los riegos son deficitarios, la planta tenderá a madurar.
- **Radiación solar:** Es una planta que necesita y asimila la radiación solar llegando a conseguir una transformación de hasta el 2% de la energía incidente en biomasa. Por tanto, durante todo el ciclo este cultivo requiere de una buena iluminación si se pretenden conseguir óptimos resultados. Dicho de otra forma: A mayor radiación solar, mayor será la eficiencia de la fotosíntesis y en consecuencia mayor será también la producción y la acumulación de azúcares.
- **Riegos:** Los requerimientos hídricos son de 1200-1500mm anuales prefiriéndose un reparto adecuado de los aportes hídricos a lo largo de todo el período vegetativo. Por otro lado, para estimular la producción y acumulación de

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

carbohidratos, se recomienda disminuir el aporte hídrico un mes antes de la cosecha.

- **Suelo:** Prefiere los suelos ligeros para alcanzar sus mejores rendimientos, pero sí es cierto que no es un cultivo muy exigente en cuanto a suelo. Únicamente presenta problemas en suelos ácidos y en calizos puede aparecer clorosis.

Las mejores condiciones climáticas para que la caña pueda tener mayor cantidad de azúcar son: Clima seco, poca humedad, bastante luz solar, noches frescas, precipitaciones o aportaciones hídricas reducidas durante la maduración, amplitud térmica durante el día y suelo de naturaleza ligera (Cultivo de caña de azúcar: manejo y su importancia , 2018).

A nivel mundial, la producción anual de caña de azúcar es de casi 1,700 millones de toneladas y abarca un área de 24 millones de ha.

**MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS
SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL
MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR**

País	Producción ('000 t)	Area ('000 ha)	Rendimiento (t/ha)
Brasil	719,157	9,081	79.1
India	277,750	4,200	66.1
China	111,454	1,695	65.7
Tailandia	68,808	978	70.4
México	50,423	704	71.6
Paquistán	49,373	943	52.4
Filipinas	34,000	363	93.7
Australia	31,457	405	77.6
Argentina	29,000	355	81.7
Indonesia	26,500	420	63.1
EEUU	24,821	355	69.9
Colombia	20,273	172	118.1
Guatemala	18,392	213	86.2
Sudáfrica	16,016	267	60.0
Egipto	15,709	135	116.8
Costa Rica	3,735	56	66.9
Etiopía	2,400	19	126.9
Total mundial	1 686,014	23,832	57.5

Tabla 1 Producción mundial de caña de azúcar

Fuente: (Producción mundial de caña de azúcar, 2021)

En los grandes productores de caña de azúcar se puede encontrar países como lo es Colombia, Australia, Argentina, Brasil y Filipinas.

2.2. Seis Sigma

SEIS SIGMA es una metodología de mejora de los procesos, creada por el ingeniero Bill Smith en la década de los 80 para la empresa Motorola. Esta metodología busca la reducción o eliminación de los defectos o fallos que se presentan en los productos finales, la metodología seis sigmas busca llegar a un máximo de 3,4 defectos o fallos por millón (DPMO). Sigma (σ) es una letra del alfabeto griego, se usa generalmente para representar la desviación estándar (unidad estadística de medición), representa la variación o dispersión de un conjunto de datos.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

La metodología Seis Sigma está compuesta por cinco fases, las cuales son: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Esta representa el número de desviación estándar obtenidas a la salida del proceso. El objetivo de esta metodología es aumentar la capacidad de los procesos, generando los mínimos defectos o fallos por millón de unidades (¿Que es six sigma?, 2019).

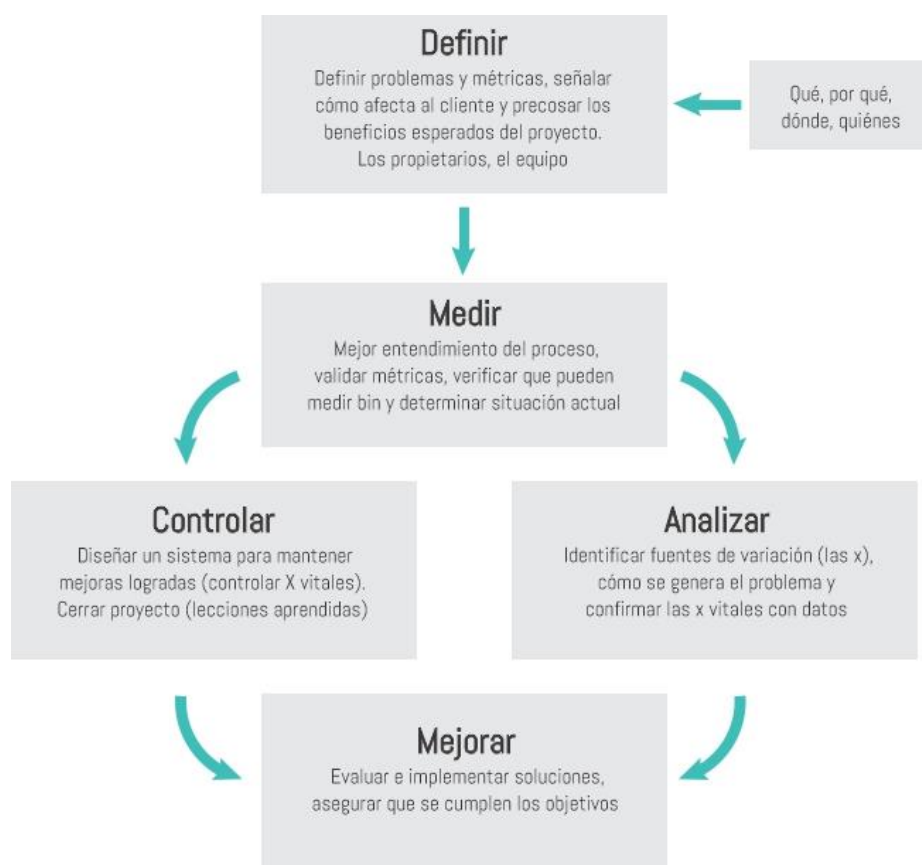


Ilustración 1 Ciclo DMAIC

Fuente: (¿Cuales son los diferentes pasos del proceso DMAIC?, 2019)

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

Esta serie de pasos nos permite organizar y analizar de forma más detallada para poder identificar y ubicar las fases a la empresa según los requerimientos que esta tenga y de esta forma lograr cumplir con la meta que es la mejora de esta misma.

La letra sigma es utilizada en estadística para el cálculo de la desviación estándar de la muestra en la siguiente ecuación:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{(n - 1)}}$$

Ecuación 1 Calculo de la desviación estándar

Donde las variables son:

S= Desviación estándar de la muestra

Xi= datos de la muestra para i= 1, 2, 3.

X= Promedio de la muestra (media)

n= Número de datos de la muestra

**MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS
SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL
MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR**

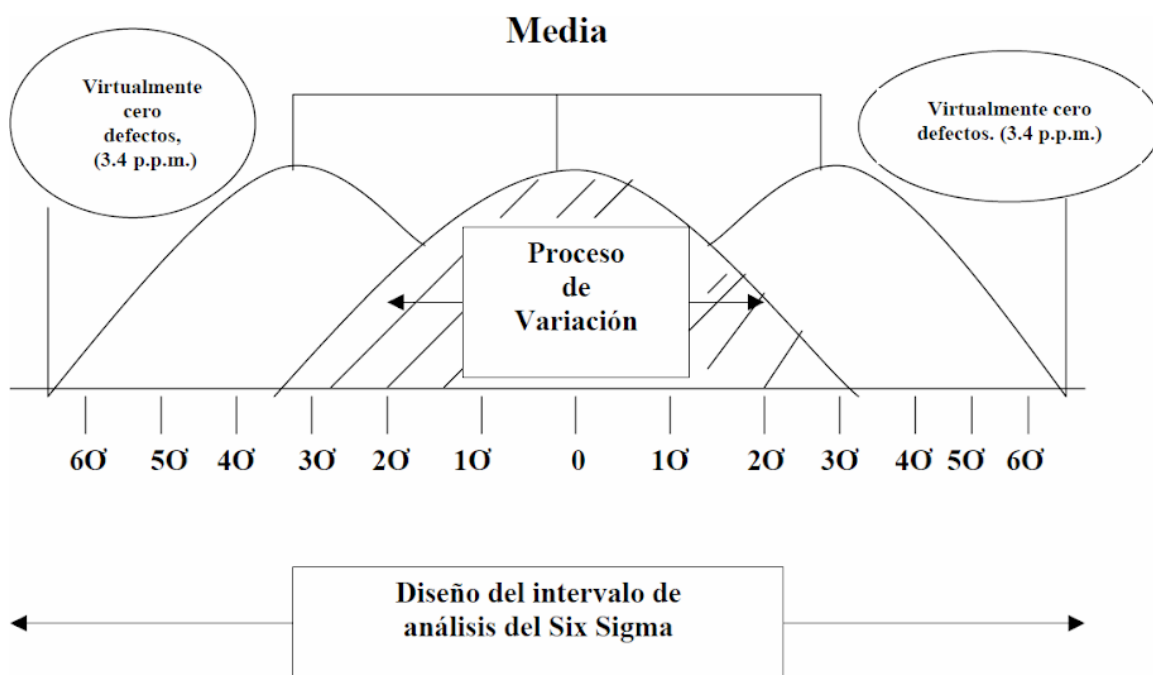


Ilustración 2 Grafica de la metodología Six sigma

Fuente: (Monzon, 2021)

2.2.1. Clasificación del Six sigma

Seis sigmas se clasifican de la siguiente manera:

1 sigma	690.000 DPMO	31% de eficiencia
2 sigma	308.538 DPMO	69% de eficiencia
3 sigma	66.807 DPMO	93,3% de eficiencia

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

4 sigma	6.210 DPMO	99,38% de eficiencia
5 sigma	233 DPMO	99,977% de eficiencia
6 sigma	3.4 DPMO	99,99966% de eficiencia

Tabla 2 Nivel de Calidad del proceso

Fuente: Elaboración propia

Con esto podemos identificar las fases de la metodología six sigma, al valorar los procesos productivos podemos observar en qué fase de la metodología se encuentra y se puede comenzar a realizar adecuaciones con el fin de mejorar y obtener 3.4 defectos por millón, para que de esta forma la empresa tenga más rentabilidad y la producción sea de mejor calidad.

2.3. Calidad de los productos o servicios

La calidad busca la perfección de los procesos productivos o servicios brindados por una empresa, esto busca que se cumpla con las exigencias y la satisfacción del cliente. La calidad es la totalidad de funciones y características de los productos o servicios creados de forma que estos logren cumplir con las expectativas y requerimientos de los clientes (Tecnomesura, 2020).

**MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS
SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL
MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR**



Ilustración 3 Beneficios de la calidad

Fuente:

Esta nos permite y nos brinda muchos beneficios, ya que al tener una buena calidad podemos incrementar la productividad, puesto que los clientes van a querer tener productos de buena calidad y de esta forma se generarían más ganancias, al tener un producto de buena calidad se puede vender a mejor precio. También disminuyen los costos y se incrementa los clientes.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

2.4. Herramientas utilizadas para el control de la Calidad

2.4.1. Diagrama de causa y efecto

Fue creada por el profesor Kaoru Ishikawa en Tokio en 1943, es una herramienta del control de calidad que permite identificar las causas que generan una problemática dentro de un servicio o de una empresa y a los productos que en ella se fabrican (Progressa Lean, 2014).

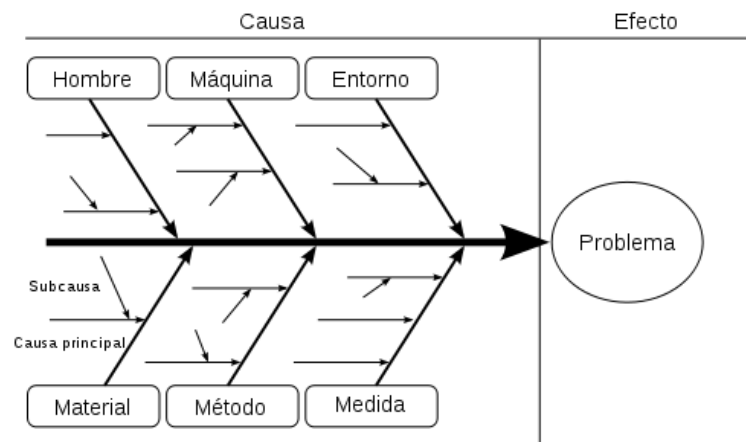


Ilustración 4 Diagrama de Ishikawa

Fuente: (Progressa Lean, 2014)

2.4.2. Cartas de Pareto

Los diagramas de Pareto o cartas de Pareto se basan en la regla 80/20, aproximadamente un 80% de los problemas que se derivan del 20% de las causas. Las cartas de Pareto reflejan de forma ordenada la frecuencia de los distintos niveles de una variable, ya sea categórica o nominal (Jmp, 2020).

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

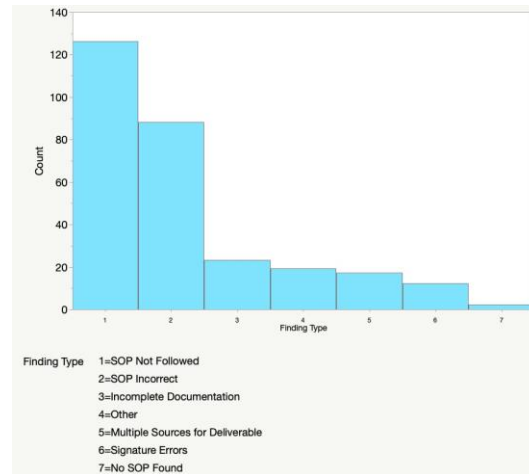


Ilustración 5 Cartas de Pareto

Fuente: (Jmp, 2020)

2.4.3. Gráficos de control

Los gráficos de control son diagramas que muestran los valores de una medición de las características de la calidad de forma cronológica. En esta herramienta se establece un valor nominal o línea central, también se ubican los límites de control, tanto el límite inferior como el límite superior (Gestion de la produccion industrial , 2018).

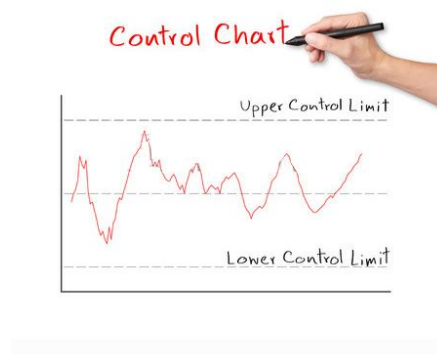


Ilustración 6 Chart control

Fuente: (Gestion de la produccion industrial , 2018)

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

2.4.4. *Diagramas de dispersión*

El diagrama de dispersión nos permite analizar de forma gráfica la relación que existe entre dos datos, los cuales serán observados como una nube de puntos, los cuales representan los datos que se van a analizar (Datavizca, 2018).

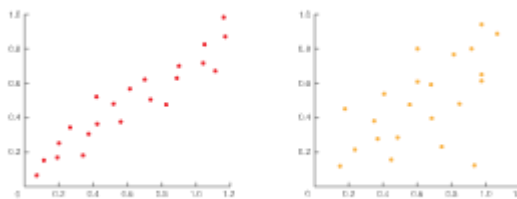


Ilustración 7 Diagrama de dispersión

Fuente: (Datavizca, 2018)

2.4.5. *Histogramas*

Es una herramienta grafica en forma de barras, permite graficar arias variables, donde la superficie de las barras es proporcional a la frecuencia de cada valor representado (Superprof, 2021).

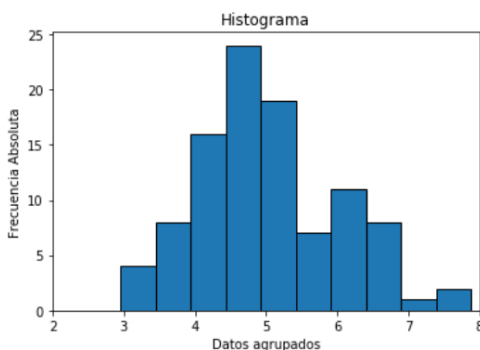


Ilustración 8 Histograma

Fuente: (Superprof, 2021)

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

2.4.6. *Diagramas de flujo*

El diagrama de flujo representa de manera gráfica un proceso de empresas o de cualquier naturaleza, mediante una serie pasos bien estructurados que permiten su revisión (Lucidchart, 2021).

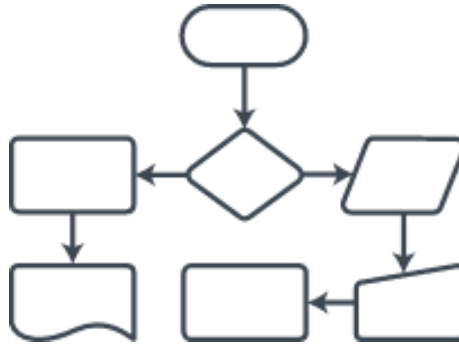


Ilustración 9 Diagrama de flujo

Fuente: (Lucidchart, 2021)

2.4.7. *Listas de Verificación*

Estas listas fueron diseñadas para la realización de actividades repetitivas, que permiten controlar el cumplimiento de requisitos o recopilación de datos de forma ordenada, se utilizan para verificaciones de actividades o productos y verificaciones de rutina (Melo, 2021).

Este estudio realizado en concepción y Canindeyú ayudo para ampliar conocimientos referentes a la rentabilidad que se desea que tenga el proceso de elaboración de la panela y de igual forma como hacer que el producto sea competitivo en el mercado, ya sea local o nacional (Caña de azucar, Analisis de la cadena de valor en concepcion y canindeyu , 2011).

2.5.2. *Antecedentes Nacionales*

Comportamiento agroindustrial de diez variedades de caña de azúcar para producción de panela en Santander, Colombia.

El cultivo de caña de azúcar en la zona geográfica denominada Hoya del Río Suárez, en los departamentos de Boyacá y Santander, en Colombia, abarca aproximadamente 45.000 hectáreas; la variedad RD 75-11 se encuentra establecida en 70% del área cultivada y su período vegetativo promedio es 17 meses. Lo anterior representa un alto riesgo fitosanitario y desventajas frente a regiones productoras con ciclo vegetativo inferior. Las variedades de caña de azúcar obtenidas por Cenicaña representan alternativas de competitividad y productividad para el sector panelero de Colombia. Entre 2007 y 2012, Corpoica y Cenicaña evaluaron agroindustrialmente 78 materiales en el sur de Santander, e identificaron diez variedades promisorias por su

**MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS
SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL
MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR**

potencial agroindustrial en toneladas de caña por hectárea y toneladas de panela por hectárea.

La presente investigación evaluó agronómicamente diez variedades en condiciones de piedemonte en una localidad de Güepsa, Santander, y en prueba comercial de molienda en trapiche tipo Cimpa.

Este estudio realizado en el departamento de Boyacá y Santander se puede apreciar los cambios que presenta la caña de azúcar al aplicarle diferentes materiales, ya que la caña adquiere las propiedades que el suelo le brinda y al aplicarle sustancias al suelo esta adquiere distintas propiedades y su sabor y color varían referente a esto, por eso es necesario que a los cultivos de caña de azúcar no se le aplique ningún tipo de sustancias químicas, es mejor que adquieran las propiedades del suelo (Julio Ramirez, 2015).

3. Aplicación Metodología Six Sigma

3.1. Etapa I: Recolección de información basada en la metodología six sigma

3.1.1. Descripción del proceso productivo

✚ **Cultivo:** Un cultivo de caña comienza con la preparación de la tierra y se realizan los huecos en los cuales se siembra la semilla de la caña y de ella comienzan a nacer las cañas, cuando ya estén algo grandes se les realiza una limpieza la cual es preferiblemente hacerla con machete.



Ilustración 11 Cultivo de caña

Fuente: Tomada por autor

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS
SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL
MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

En las imágenes se puede apreciar como son los cultivos de la caña, se logra observar que la caña se encuentra espigada, por lo tanto, está a poco tiempo de ser cortada, cuando esto sucede se debe dejar que la espiga se seque para poder comenzar a cortar la caña para que sea transportada a los trapiches para la molienda.

🚦 **Apronte y recolección:** Cuando la caña tenga de 18 a 24 meses se puede cortar, ya que es el tiempo más apropiado para esto, y se comienza la recolección que se puede dar de distintas formas, en los lugares en los que hay carreteras se recolecta con camionetas o camiones, pero en los lugares donde no hay carreteras se realiza por medio de mulas.



Ilustración 12 Apronte de la caña

Fuente: Tomada por autor

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

En la imagen se logra observar el apronte que es cuando la caña la comienzan a ordenar en el trapiche para que esta pueda ser molida, esta caña la organizan cerca al motor para que a los empleados le quede fácil echarle la caña al motor en la molienda.



Ilustración 13 Recolección de la caña

Fuente: Tomada por autor

En la imagen se puede apreciar cuando la caña es transportada para el trapiche, se observa que la están transportando en las mulas hacia el trapiche, casi siempre cuando la caña se encuentra cerca al trapiche o no hay carretera para los carros la transportan en las mulas, un obrero se lleva de dos y tres mulas para cargar la caña más rápido.

🚦 **Extracción:** En esta etapa se da inicio a la molienda, la cual comienza cuando se prende el motor del trapiche y se comienza a ingresar la caña en las masas del molino, el cual saca el líquido de los tallos de la caña y por medio de llega hasta los calderos del trapiche.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR



Ilustración 14 Sacar el jugo a la caña

Fuente: Tomada por autor

En la imagen se logra observar a un empleado metiéndole la caña al motor, esta actividad la realizan los empleados que ya tienen experiencia en esto, puesto que en muchas ocasiones el motor del trapiche les ha molido las manos, ya sea por su inexperiencia o porque se distraen y dejan que la mano se vaya con la caña y se presentan estos accidentes.

🚦 **Bagazo:** Este es un residuo sólido que queda luego de extraer el caldo de la caña, al realizarse el proceso de extracción se desea que la caña expulse todo el líquido para que el bagazo quede seco, este se almacena en las bagaceras que es un lugar abierto con el fin de que entre el aire y logre secar totalmente el bagazo, puesto que este se utiliza para hacer funcionar el horno.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR



Ilustración 15 Bagaceras

Fuente: Tomada por autor

En las imágenes se logra observar las bagaceras, estas se encuentran ubicadas en un lugar dentro del trapiche en el cual se va acumulando el bagazo que es expulsado de la caña, esto se realiza con el fin de que este se seque y pueda ser utilizado para el horno, pero este es uno de los factores que afectan la calidad de la panela puesto que al estar almacenado en un lugar abierto se convierte en nido de muchos animales e insectos que son los que manosean la panela y en ocasiones caen en ella.

🚦 **Caldo de la caña:** Este líquido pasa por tuberías a una pileta la cual se espera que esté totalmente llena para luego pasarla a la primera paila, en esta se comienza la cocción.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR



Ilustración 16 Recolección del caldo de la caña en la pileta

Fuente: Tomada por autor

Se puede apreciar cuando el caldo de la caña es transportado por medio de tuberías y cae a la primera paila, luego de esto comienza la cocción hasta que todas las impurezas estén en la superficie y puedan ser retiradas.

🌈 **Prelimpieza:** Luego de que el caldo de la caña este en la primera paila y tenga de 10 a 15 minutos de cocción se le agrega la baba de balso que es un árbol el cual se golpea con el fin de que este bote la baba que sirve para recolectar las impurezas más grandes que posee el caldo de la caña.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR



Ilustración 17 Pre limpieza

Fuente: Tomada por autor



Ilustración 18 Baba de baso

En las imágenes se puede apreciar la prelimpieza que se le realiza al caldo de la caña, para esto se utiliza la baba de baso, la cual es agregada a la primera paila para que ayude a recoger las impurezas que el caldo lleva, esta baba hace que estas salgan a flote y se puedan sacar con facilidad.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

✚ **Clarificación y encaldado:** Luego se pasa el caldo de la caña a la segunda y tercera paila con el fin de que esta sea descachazada, que consiste en eliminar de terminar de eliminar las impurezas del caldo, se sigue la cocción y debe mezclarse constantemente con el fin de que la paila no se queme.



Ilustración 19 Clarificación y encaldado

Fuente: Tomada por autor

En la imagen se observa la segunda paila, en esta ya se le han sacado las impurezas más gruesas al caldo de la caña, en esta paila es donde comienza a evaporarse el agua que este posee.

✚ **Evaporación y concentración:** El caldo de la caña pasa a las pailas cuatro y cinco donde comienza el proceso de evaporación y concentración, en la cual se evapora el agua y comienza la concentración del dulce de la caña, pasado de cierto tiempo este llega a su punto.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR



Ilustración 20 Miel de la caña de azúcar dando punto

Fuente: Tomada por autor

Se puede apreciar que el caldo de la caña ya evapora toda el agua que tenía y ya comienza a concentrarse el dulce de la caña, es acá donde la miel comienza a dar punto, es un proceso que demora aproximadamente 20 minutos para que esta pueda ser pasada al dornajo.

🚦 **Punteo y batido:** Cuando la miel de la caña ya tiene la consistencia adecuada o da el punto se pasa a un dornajo y se comienza a batir con un espátula de madera hasta que está se enfríe, se palea con un bongo y es introducida a las formaletas, las cuales son el molde de la panela.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR



Ilustración 21 Batido de la miel de la caña de azúcar

Fuente: Tomada por autor

Se puede apreciar a un empleado batiendo la miel, esto se hace con el fin de que esta comience a engruesarse, para que la miel engruese debe batirse muy bien y de forma continua y por un periodo de tiempo de unos 5 a 10 minutos, esto con el fin de que cuando sea pasada a las formaletas se pueda enfriar y que tome la consistencia necesaria.

✚ **Moldeo y empaque:** Luego de que la miel es introducida en las formaletas se debe dejar enfriar en su totalidad para que puedan ser manipuladas, posterior a

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

esto se comienza a empacar de cuatro panelas en una bolsa para ser empacadas en las debidas cajas.



Ilustración 22 Moldeo y empaque de la panela

Fuente: Tomada por autor

Aca se observa como el empeado esparce la miel por las fomaletas, esto se realiza con un espátulon de madera para que esta no se vaya a pegar, y en la siguiente imagen se ve que la empleada esta empacando la panela, pero es en estos pasos donde la panela adquiere el mayor numero de impurezas, puesto que por ser un producto delce las abejas se paran a consumir miel y se qudan pegadas en la panela, ademas de esto las personas que manipulan la panela no usan ningun tipo de guantes, y la señoras realizan estas actividades con el cabello suelto.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

🚦 **Almacenamiento y distribución:** Las cajas de 40 panelas se almacenan en una habitación la cual es llamada cocina en la que se almacena la panela para ser distribuida, esta se transporta en camionetas al municipio de Ocaña Norte de Santander, puesto que es el lugar más cercano donde se pueda comercializar.



Ilustración 23 Almacenamiento de la panela

Fuente: Tomada por autor

Se logra apreciar la forma en la que almacenan el producto, podemos observar que no es la forma adecuada para realizar esta actividad, puesto a que al hacerlo de esta forma y colocar las cajas en el suelo estas pueden adquirir bacterias.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

3.1.2. Diagrama de flujo del proceso productivo de la caña de azúcar

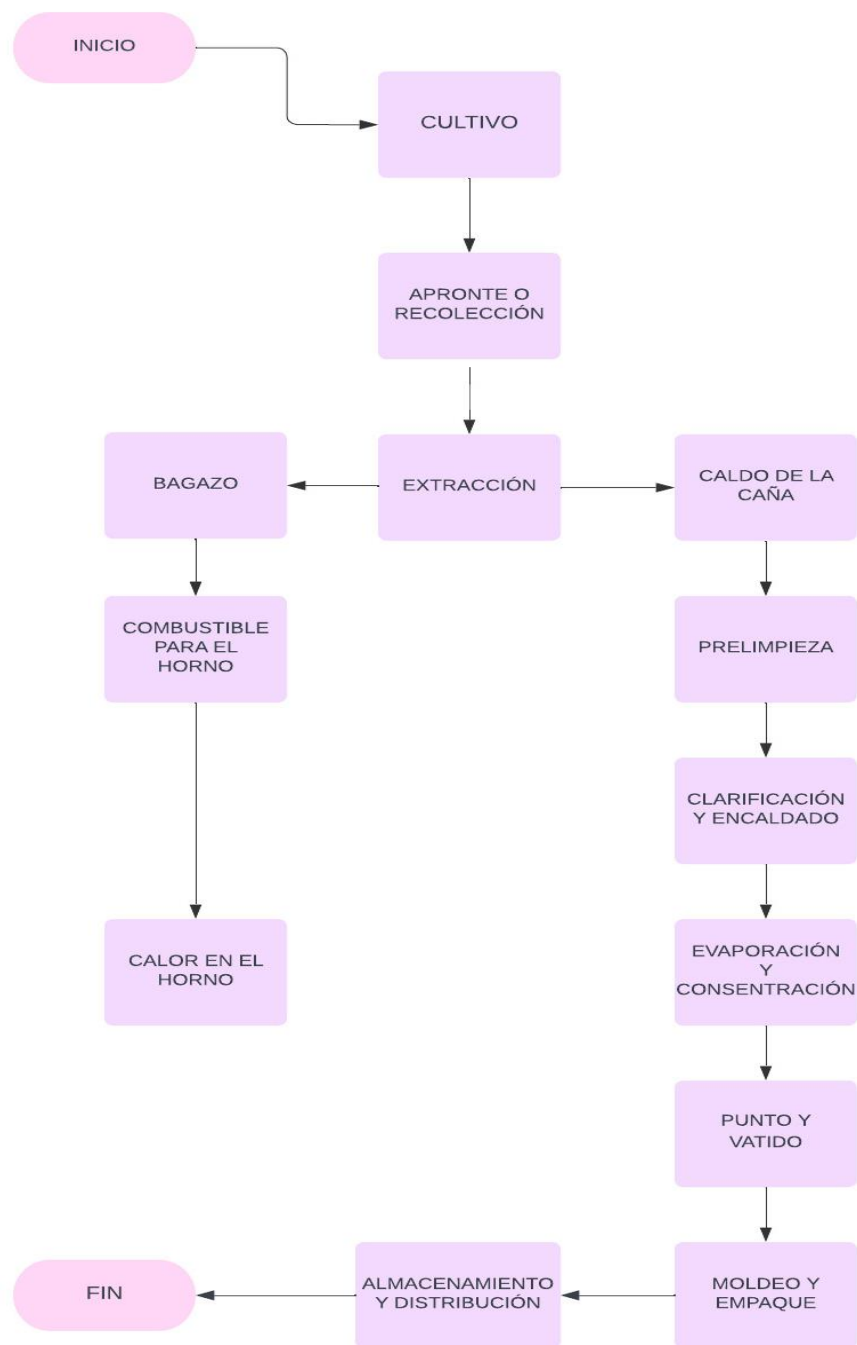


Ilustración 24 Diagrama de flujo proceso productivo

Fuente: Elaboración propia

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

3.1.3. Diagrama de flujo analítico



DIAGRAMA FLUJO – PROCESO								
TRAPICHES DEL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ CESAR								
Fecha: noviembre 2022						Resumen		
Proceso: Producción de panela						Actividad	Cantidad	Tiempo (Min)
						●	10	1538
Área: Producción						■	2	4
						➡	5	547
Actividad: Molienda						▢	5	1070
						▼	1	480
Elaborado por: Yuliana Reyes						Total	23	3639
DESCRIPCIÓN	●	■	➡	▢	▼	Tiempo (Min)	Distancia(m)	Observación
Corte de la caña	■					480		
Transporte de la caña			■			480	120	
Descargue de la caña en el trapiche	■					480		
Esperar hasta el día de molienda				■		960		
Prender el motor	■					5		
Meter la caña al motor	■					480		
Transportar el bagazo a las bagaceras			■			2	7	
Pasar el caldo de la caña a la primera paila	■					3	4	
Esperar que salga la cachaza del caldo de la caña				■		15		
Descachazar el caldo de la caña	■					3		
Pasar el caldo de la caña a la segunda paila	■					5	1	

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

Esperar la cocción del caldo de caña						30		
Pasar el caldo de la caña a la tercera y cuarta paila						60	1	
Esperar la evaporación y concentración del caldo de caña						45		
Revisar el color de la miel						2		Lo realiza el propietario del trapiche y el empleado
Esperar que de Punto						20		
Batido de la miel de panela						7		
Transportar la miel a las formaletas						5	3	
Moldeo y empaque						15		
Revisar como sale la panela						2		Lo realiza el propietario del trapiche
Almacenamiento						480	8	
Distribución						60	5800	se transporta hasta el municipio de Ocaña
TOTAL	10	2	5	5	1	3639	5944	

Tabla 3 Diagrama de flujo analítico

Fuente: Elaboración propia

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

3.1.4. Diagrama causa y efecto

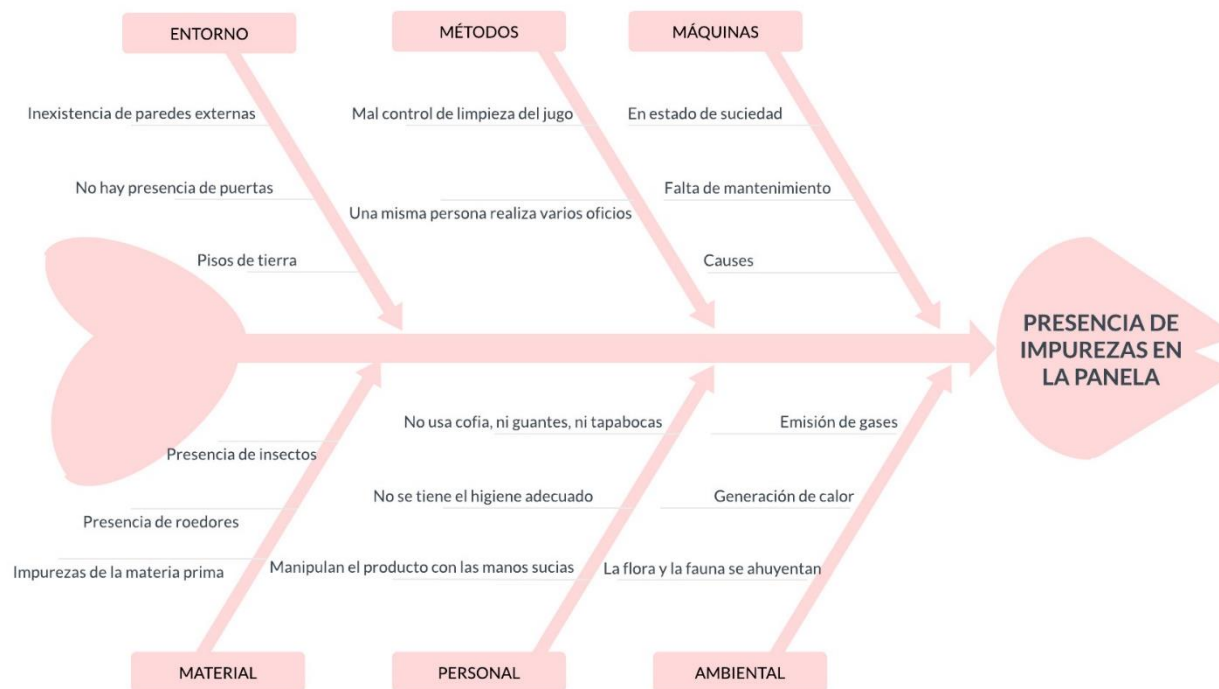


Ilustración 25 Diagrama causa y efecto

Fuente: Elaboración propia

Con la elaboración del diagrama causa efecto o diagrama de Ishikawa se puede observar un poco más de cerca y de forma precisa la problemática que se viene presentando en la producción de panela, ya que esta sale con muchas impurezas. Al aplicar este diagrama se logra identificar los factores que intervienen para que la panela salga con impurezas.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

3.2. Etapa II: Análisis de la información recolectada

Para poder realizar un buen análisis se hizo varias visitas a los diferentes trapiches del municipio de González, se visitaron 15 trapiches de los cuales tres fueron en el corregimiento de culebrita, cuatro en el corregimiento de Bárbara, uno en la vereda de cerro azul, tres en la vereda de Tequendama, dos en el corregimiento de mata de fique y 2 en el corregimiento de san isidro, estos trapiches se seleccionaron según la cantidad de trapiches de cada corregimiento y vereda, se tomó una tercera parte de cada lugar para realizar las visitas, esto con el fin de conocer de cerca el proceso de elaboración de la panela y dialogar un poco con los propietarios de trapiches.

A demás se utilizó una herramienta que permitió la recopilación de información y datos, la cual fue la entrevista, aplicada a 5 propietarios que fueron seleccionados de forma estratégica, puesto que se escogió un propietario por corregimiento del municipio de González, para de esta forma lograr realizar un análisis más específico de la problemática presentada en la elaboración de la panela.

La entrevista fue aplicada a 5 propietarios de trapiches del municipio de González, la cual constaba de una serie de preguntas acerca del conocimiento sobre la calidad.

Los señores entrevistados son:

- Iber Duran (Tequendama).
- Julio Ruedas (Mata de fique).
- Martin Chinchilla (Culebrita).
- Samuel Garzón (San isidro).
- Orlando Reyes Arias (Bárbara).

3.2.1. Preguntas de la entrevista

- ¿Ha escuchado o sabe que es la calidad?
- ¿Usted ha recibido alguna capacitación con el fin de mejorar la calidad de la panela?
- ¿Qué tipo de formación ha recibido usted en cuanto a los procesos productivos y la calidad de la panela?
- ¿Le gustaría recibir algún tipo de formación con el fin de mejorar la productividad y calidad de la panela?

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

- ¿Cree usted que es de gran importancia llevar a cabo procesos de seguimiento del producto?
- ¿Para usted cuáles factores son determinantes para la calidad de la panela?
- ¿Para usted cual aspecto de calidad podría mejorar el proceso?
- ¿Sabe de qué manera potenciar la formación y reforzar la asistencia técnica con el fin de mejorar los procesos de calidad y producción de la panela?
- Si usted conoce las necesidades del cliente y si las adaptará al proceso, ¿cree que se podría mejorar la calidad de la panela?

3.2.2. *Respuestas de la entrevista*

1) **Respuestas de entrevista del Señor Iber Duran**

Entrevistador: ¿Buenos días, señor Iber como se encuentra? Señor Iber es para ver si usted me puede permitir realizarle una entrevista, la cual es con fines académicos.

Sr. Iber: Buenos días Yuliana, claro que sí, estamos para servirle.

Entrevistador: Sr. Iber, ¿Ha escuchado o sabe que es la calidad?

Sr. Iber: Claro que sí, en este trabajo uno la escucha mucho ya que si la panela no está en buen estado o tiene buena calidad nos la pagan a precios muy bajitos y pues en vez de ser ganancias representan perdidas.

Entrevistador: ¿Usted ha recibido alguna capacitación con el fin de mejorar la calidad de la panela?

Sr. Iber: Si, pues no son tan constantes, pero trato de tenerme informado ya que de eso depende nuestro trabajo, porque imagínese usted sabe que todo se ha ido modernizándose y nosotros quedarnos en el pasado, deberíamos ir mejorando el proceso.

Entrevistador: ¿Qué tipo de formación ha recibido usted en cuanto a los procesos productivos y la calidad de la panela?

Sr. Iber: Pues uno como tal asiste a cursos o charlas que nos brindan, a veces nos las brinda el SENA o si no por iniciativa propia.

Entrevistador: ¿Le gustaría recibir algún tipo de formación con el fin de mejorar la productividad y calidad de la panela?

Sr. Iber: Si claro, sé que a muchos nos gustaría estar bien informados sobre los temas que nos pueden ayudar a mejorar la calidad de la panela.

Entrevistador: ¿Cree usted que es de gran importancia llevar a cabo procesos de seguimiento del producto?

Sr. Iber: Debería ser lo adecuado, pero uno con tantas ocupaciones no se pone en eso, es que no le queda tiempo porque toca estar pendiente de la molienda y que si falta esto y lo otro.

Entrevistador: ¿Para usted cuáles factores son determinantes para la calidad de la panela?

Sr. Iber: Pues hija deben ser muchos solo que uno no está informado, pero creería que para que el producto tenga una buena calidad nosotros debemos estar bien capacitados o informados.

Entrevistador: ¿Para usted cual aspecto de calidad podría mejorar el proceso?

Sr. Iber: Pues como tal no sé cuáles son los aspectos de la calidad, pero yo creo que para mejorar el proceso es importante que nosotros avancemos un poco en la elaboración de la panela.

Entrevistador: ¿Sabe de qué manera potenciar la formación y reforzar la asistencia técnica con el fin de mejorar los procesos de calidad y producción de la panela?

Sr. Iber: Yo creo que mediante cursos o que nos enseñen como tal la forma de mejorar el proceso y cómo hacer que la panela salga de mejor calidad.

Entrevistador: Si usted conoce las necesidades del cliente y si las adaptara al proceso, ¿cree que se podría mejorar la calidad de la panela?

Sr. Iber: Si claro, eso sería muy importante para nosotros, saber lo que las personas piensen de nuestra panela nos dice mucho y nos ayudaría a ver en que estamos fallando.

Entrevistador: Bueno señor Iber eso era todo, primero que todo agradecerle por su colaboración y por disponer un poco de su tiempo para responder esta pequeña entrevista.



Ilustración 26 Entrevista al señor Iber

Fuente: Tomada por el autor

Al realizarle la entrevista al señor Iber se logra observar que posee conocimientos sobre el tema, ya que de una u otra manera ha buscado la forma de asistir a cursos o charlas las cuales le han permitido adquirir nuevos conocimientos, los que le han ayudado a mejorar un poco la calidad de la panela, pero se logra identificar que a pesar de esto aún se tienen falencias y se debería buscar la forma de mejorar un poco más todo este tema.

2) Respuestas de entrevista del señor Julio Ruedas:

Entrevistador: ¿Buenos días, señor Julio como se encuentra? Señor Julio es para ver si usted me puede permitir realizarle una entrevista, la cual es con fines académicos.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

Sr. Julio: Buenos días, bien y usted como esta, Si claro usted me dice que toca hacer.

Entrevistador: Muy bien sí señor, pues señor julio yo le realizare unas preguntas sobre la panela y pues usted solo me responde, lo que crea o sepa de lo que yo le pregunte.

Sr. Julio: Listo mamita entonces comience.

Entrevistador: Sr. Julio, ¿Ha escuchado o sabe que es la calidad?

Sr. Julio: Pues yo creo que eso tiene que ver cómo sale la panela, que sea bonita y no tenga tantas mugres.

Entrevistador: ¿Usted ha recibido alguna capacitación con el fin de mejorar la calidad de la panela?

Sr. Julio: La verdad no, a veces me dicen que hay reunión sobre la panela en Aguachica o en pueblos cerca, pero pues no he podido ir.

Entrevistador: ¿Qué tipo de formación ha recibido usted en cuanto a los procesos productivos y la calidad de la panela?

Sr. Julio: Pues formación como tan no, uno de vez en cuando recibe una charla pero ya, y pues lo que sé es porque me lo enseñó mi papá o que uno aprende viendo porque usted sabe que para acá todo es caña y panela.

Entrevistador: ¿Le gustaría recibir algún tipo de formación con el fin de mejorar la productividad y calidad de la panela?

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

Sr. Julio: Si, sería muy bueno que nos dieran capacitaciones o charlas para aprender un poquito.

Entrevistador: ¿Cree usted que es de gran importancia llevar a cabo procesos de seguimiento del producto?

Sr. Julio: Si sería bueno estar pendiente en cada molienda, pero usted sabe que en tiempo de molienda uno no tiene tiempo, más bien le provoca a uno tener más manos y piernas para hacer todo o que hay que hacer.

Entrevistador: ¿Para usted cuáles factores son determinantes para la calidad de la panela?

Sr. Julio: Pues mamita yo creo que la parte como están organizados los trapiches, usted sabe que uno hace la panela muy tradicional y la verdad es que para hacer un producto de consumo en lugar debería tener más higiene.

Entrevistador: ¿Para usted cual aspecto de calidad podría mejorar el proceso?

Sr. Julio: Pues yo creo que si se mejora el lugar de elaboración de la panela, pues eso si mirando que sea algo adecuado por el movimiento que toca hacer del bagazo y la caña.

Entrevistador: ¿Sabe de qué manera potenciar la formación y reforzar la asistencia técnica con el fin de mejorar los procesos de calidad y producción de la panela?

Sr. Julio: Sería solicitando capacitación en alguna cooperativa de paneleros o algo así, porque de verdad sería bueno ampliar los conocimientos.

Entrevistador: Si usted conoce las necesidades del cliente y si las adaptara al proceso, ¿cree que se podría mejorar la calidad de la panela?

Sr. Julio: yo digo que sí, porque si a ellos no les gusta el tamaño de la panela o algo así ellos le dirían a uno y pues se trataría de mejorar eso.

Entrevistador: Bueno señor Julio eso era todo, primero que todo agradecerle por su colaboración y por disponer un poco de su tiempo para responder esta pequeña entrevista.



Ilustración 27 Entrevista al señor Julio Ruedas

Fuente: Tomada por el autor

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

Al analizar la entrevista realizada al señor julio se logra ver que no cuenta con muchos conocimientos sobre el tema, esto se debe a que no asiste a charlas ni ha recibido capacitaciones, siendo esto perjudicial para el como propietario de trapiche, puesto que a esto no adquiere conocimientos que puedan beneficiar la elabora de la panela en su propiedad.

3) Respuestas de entrevista del señor Martin Chinchilla:

Entrevistador: ¿Buenos días, señor Martin como se encuentra? Señor Martin es para ver si usted me puede permitir realizarle una entrevista, la cual es con fines académicos.

Sr. Martin: Buenos días, si claro.

Entrevistador: Sr. Martin, ¿Ha escuchado o sabe que es la calidad?

Sr. Martin: La calidad es como salga la panela, pues que tenga buen color (blanca), que tenga el peso adecuado, aunque acá muchas veces fallamos porque las formaletas o deberás se desgastan y la panela sale con menos peso.

Entrevistador: ¿Usted ha recibido alguna capacitación con el fin de mejorar la calidad de la panela?

Sr. Martin: Si, la última creo que fue como en el 2015 más o menos que nos la hicieron en Aguachica y fuimos varios de acá, estuvo hasta chévere nos estaban diciendo

que había aceites y cosas que se podían usar para ayudar a que la panela saliera de buen color, pero ya no recuerdo que era.

Entrevistador: ¿Qué tipo de formación ha recibido usted en cuanto a los procesos productivos y la calidad de la panela?

Sr. Martin: Pues formación como tal no, solo charlas o capacitaciones y pues lo que uno sabe es porque lo aprendí de pequeño.

Entrevistador: ¿Le gustaría recibir algún tipo de formación con el fin de mejorar la productividad y calidad de la panela?

Sr. Martin: La verdad es que si, sería muy gratificante para uno saber cosas nuevas y como poder mejorar lo que hemos hecho mal toda la vida.

Entrevistador: ¿Cree usted que es de gran importancia llevar a cabo procesos de seguimiento del producto?

Sr. Martin: Yo digo que sí, porque es bueno saber que tanto se reduce en el mes y de esa forma podemos ver en que se falla para que la panela salga con tanta mugre.

Entrevistador: ¿Para usted cuáles factores son determinantes para la calidad de la panela?

Sr. Martin: Pues acá yo creo que sería como nosotros estamos vestidos, porque uno cuando está en molienda usa la ropa más vieja o manipulamos la panela así con las manos sucias y no sabemos que podemos pasarle a la panela bacterias o cualquier otra cosa.

Entrevistador: ¿Para usted cual aspecto de calidad podría mejorar el proceso?

Sr. Martin: Pues sería los conocimientos que nosotros tengamos, porque entre más sepamos vamos a poder poner eso en práctica y mejorar la panela.

Entrevistador: ¿Sabe de qué manera potenciar la formación y reforzar la asistencia técnica con el fin de mejorar los procesos de calidad y producción de la panela?

Sr. Martin: Solicitando charlas o haciendo cursos, yo creo que el SENA brinda cursos así que le puedan ayudar a uno para mejorar la calidad de la panela.

Entrevistador: Si usted conoce las necesidades del cliente y si las adaptara al proceso, ¿cree que se podría mejorar la calidad de la panela?

Sr. Martin: Si, porque podría mejorar lo que a ellos no les gusta.

Entrevistador: Bueno señor Martin eso era todo, primero que todo agradecerle por su colaboración y por disponer un poco de su tiempo para responder esta pequeña entrevista.



Ilustración 28 Entrevista al señor Martin

Fuente: Tomada por el autor

Cuando se aplica la entrevista al señor Martin se logra observar que, si ha recibido información sobre el tema de la calidad de la panela, pero acepta y reconoce que el proceso productivo presenta fallas y por tal motivo la calidad de la panela no es la que desea, para esto dice que sería bueno que les den capacitaciones o les brinden los conocimientos necesarios para poder realizar adecuaciones que logren mejorar la calidad de la panela y la productividad del trapiche.

4) Respuestas de entrevista del señor Samuel Garzón

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

Entrevistador: ¿Buenos días, señor Samuel como se encuentra? Señor Samuel es para ver si usted me puede permitir realizarle una entrevista, la cual es con fines académicos.

Sr. Samuel: Buenos días, bien gracias a Dios, si yo le colaboro.

Entrevistador: Sr. Samuel, ¿Ha escuchado o sabe que es la calidad?

Sr. Samuel: Pues no sé si este bien, pero creo que es la forma como sale la panela.

Entrevistador: ¿Usted ha recibido alguna capacitación con el fin de mejorar la calidad de la panela?

Sr. Samuel: No, a veces viene y me dicen que hay charlas, pero ya por mi edad se me dificulta poder asistir.

Entrevistador: ¿Qué tipo de formación ha recibido usted en cuanto a los procesos productivos y la calidad de la panela?

Sr. Samuel: He recibido como dos charlas nada más.

Entrevistador: ¿Le gustaría recibir algún tipo de formación con el fin de mejorar la productividad y calidad de la panela?

Sr. Samuel: Pues ya uno esta viejo, pero sería bueno para los muchachos jóvenes, que apenas comienzan con la cuestión de la panela.

Entrevistador: ¿Cree usted que es de gran importancia llevar a cabo procesos de seguimiento del producto?

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

Sr. Samuel: Si es muy bueno, yo una vez hice eso que revisaba la panela en cada molienda, pero eso es agotador y uno en molienda no tiene tiempo.

Entrevistador: ¿Para usted cuáles factores son determinantes para la calidad de la panela?

Sr. Samuel: Pues sería que uno no sabe cómo adecuar un lugar para eso porque usted sabe que uno lo hace como lo enseñaron a uno los papas o los abuelos de uno y pues las instalaciones de los trapiches son muy viejas y uno no los arregla como tal.

Entrevistador: ¿Para usted cual aspecto de calidad podría mejorar el proceso?

Sr. Samuel: Pues sería que uno tenga más conocimientos de cómo mejorar la panela.

Entrevistador: ¿Sabe de qué manera potenciar la formación y reforzar la asistencia técnica con el fin de mejorar los procesos de calidad y producción de la panela?

Sr. Samuel: Seria haciendo cursos o algo así, pero pues eso ya le toca a los que vienen detrás mío.

Entrevistador: Si usted conoce las necesidades del cliente y si las adaptara al proceso, ¿cree que se podría mejorar la calidad de la panela?

Sr. Samuel: Si, porque uno miraría que malo tiene la panela de la finca de uno y pues se miraría a ver qué hacer para corregir eso.

Entrevistador: Bueno señor Samuel eso era todo, primero que todo agradecerle por su colaboración.



Ilustración 29 Entrevista señor Manuel

Fuente: Tomada por el autor

Al aplicarle la entrevista al señor Samuel se logra observar que no tiene conocimientos sobre la calidad, sus respuestas son muy cortas pero precisas, nos cuenta que no ha recibido muchas charlas y que por su edad ya no estaría dispuesto a adquirir conocimientos, pero le gustaría que se les brinden estos conocimientos de mejora a las personas que aún están con este oficio o a las que están comenzando, ya que este es un oficio que pasa de generación en generación dentro de una familia.

5) Respuestas de entrevista del señor Orlando Reyes

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

Entrevistador: ¿Buenos días, señor Orlando como se encuentra? Señor Orlando es para ver si usted me puede permitir realizarle una entrevista, la cual es con fines académicos.

Sr. Orlando: Buenos días si claro, usted me dirá.

Entrevistador: Sr. Orlando, ¿Ha escuchado o sabe que es la calidad?

Sr. Orlando: Pues la calidad es algo bien hecho, en este caso podríamos decir que la calidad de la panela es que esta salga blanca, que salga bien bonita.

Entrevistador: ¿Usted ha recibido alguna capacitación con el fin de mejorar la calidad de la panela?

Sr. Orlando: Pues que te digo, si nos han hecho solo que fue hace bastante, nos la hicieron para Santana, allá nos explicaron técnicas para mejorar la molienda y la panela.

Entrevistador: ¿Qué tipo de formación ha recibido usted en cuanto a los procesos productivos y la calidad de la panela?

Sr. Orlando: Pues la verdad es que lo que yo sé lo aprendí observando, y pues cuando estaba pequeño trabajaba en las fincas paneleras y aprendí observando el proceso.

Entrevistador: ¿Le gustaría recibir algún tipo de formación con el fin de mejorar la productividad y calidad de la panela?

Sr. Orlando: Claro que sí, sería muy interesante y de mucha ayuda, ya que uno pues en realidad no tiene tantos conocimientos del tema y pues siempre he realizado las moliendas de forma tradicional, sería bueno cambiar un poco para mejorar.

Entrevistador: ¿Cree usted que es de gran importancia llevar a cabo procesos de seguimiento del producto?

Sr. Orlando: Siempre se trata de hacerle seguimiento, solo que es algo complicado ya que se muele muy seguido y pues el tiempo no alcanza para estar pendiente o para ir apuntando como sale la panela cada vez que se muele.

Entrevistador: ¿Para usted cuáles factores son determinantes para la calidad de la panela?

Sr. Orlando: Pues yo creería que acá un factor que afecta la calidad de la panela es que los empleados no usan ropa adecuada para el proceso de molienda, y pues como es de forma tan tradicional eso afecta, porque mire que el piso es de tierra y los mesones donde se hace la panela ya están bastante acabados.

Entrevistador: ¿Para usted cual aspecto de calidad podría mejorar el proceso?

Sr. Orlando: Pues yo creería que los empleados se la lleven mal o uno con ellos porque entonces ellos harían las cosas por ganarse la plata y no realizarían bien el trabajo.

Entrevistador: ¿Sabe de qué manera potenciar la formación y reforzar la asistencia técnica con el fin de mejorar los procesos de calidad y producción de la panela?

Sr. Orlando: Yo creería que una buena idea sería capacitándonos, tanto nosotros como a los empleados porque ellos son igual que uno, lo que saben lo aprendieron viendo y trabajando en los trapiches.

Entrevistador: Si usted conoce las necesidades del cliente y si las adaptara al proceso, ¿cree que se podría mejorar la calidad de la panela?

Sr. Orlando: si, porque ellos pues son los que consumen la panela y sería muy importante tener idea de lo que ellos piensen de nuestra panela y pues pudiéramos hacer algo para mejorarla.

Entrevistador: Bueno señor Orlando eso era todo, primero que todo agradecerle por su colaboración y por disponer un poco de su tiempo para responder esta pequeña entrevista.



Ilustración 30 Entrevista señor Orlando Reyes

Fuente: Elaboración propia

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

Cuando se le aplica la entrevista al señor Orlando se puede evidenciar que tiene algunos conocimientos sobre la calidad, pero se logra ver que esos conocimientos fueron adquiridos hace más de 7 años, lo ideal para que un producto tenga una buena calidad es estar en constante actualización sobre los temas de interés y de esta forma poder aplicar los conocimientos adquiridos al proceso productivo y poder obtener una buena calidad en la panela.

Como se pudo evidenciar en la aplicación de la entrevista a los propietarios de trapiches y las visitas realizadas a estos, se plantea la adecuación de las zonas de producción, esto con el fin de mejorar la calidad del producto, puesto que este sale con muchas impurezas debido a muchos factores.

Entre los que encontramos factores como lo son el entorno, los métodos de elaboración, la maquinaria, el personal y los residuos sólidos (Bagazo). Esto ha venido afectando la calidad de la panela, puesto que el producto se puede encontrar con muchas falencias, ya que su peso debería ser de una libra (500gr), con un tamaño de 10cm de largo por 10cm de ancho y con una altura de 4cm, pero las formaleas no cumplen con los estándares establecidos o se encuentran en muy mal estado (desgastadas) lo que genera que el producto tenga un peso menor al que debería tener.

**MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS
SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL
MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR**

También nos encontramos que los dueños de las cañas dejan que estas pasen del tiempo apropiado (18-24 meses), esto genera que la panela salga de un color oscuro y a la hora de batirla para ser pasada a las deberás esta demore en cuajar y sea cochosa, saliendo esta de mala calidad y se vende a un precio menor del que debería ser vendida.

Se observó que el personal que manipula el producto no utiliza ningún tipo de elemento, por tal motivo la panela tiende a salir con impurezas como lo son cabellos o cualquier otra cosa, la panela es manipulada con las manos sucias y sin usar guantes el cual impida que el producto salga en mal estado.

3.2.3. Obtención del nivel de Six Sigma de los trapiches

Según lo observado y charlado con los propietarios de trapiche se puede apreciar que más de la mitad de una caja de panela posean impurezas, para esto se tomó una carga de panela, la cual consta de 6 cajas de panela, se revisó panela por panela para tomar el dato de cuantas panelas presentaban impurezas o defectos y se obtuvo que 168 panelas presentaban impurezas y defectos. Para esto se pesó panela por panela, se midió y se logró concluir que de una carga de panela pose el 70% de impurezas y defectos.

Los defectos e impurezas encontrados en la panela son los siguientes:

1. El peso no es el adecuado.
2. No cumple con las medidas adecuadas
3. Posee impurezas el producto.
4. El producto es manoseado por insectos.
5. El color es oscuro
6. La panela es cochosa
7. La panela sale salobrada, esto debido al tipo de suelo en el que la cultivan.
8. Al dejar la panela varios días en el apronte, se genera que se presenten problemas en la textura de la panela.
9. El personal no usa los elementos de protección adecuados para la manipulación de un producto alimenticio, es por esto que la panela en ocasiones tiene cabello.

Estos factores salen luego de haber revisado cuidadosamente las 240 panelas pertenecientes a una carga, estos datos serán los utilizados para obtener el nivel de seis sigmas en el que se encuentran los trapiches del municipio de Gonzalez-Cesar.

**MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS
SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL
MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR**

Para calcular el nivel seis sigmas del proceso se toma una carga de panela, la cual equivale a 6 cajas, para esto tenemos los siguientes datos:

1. Número de unidades procesadas	N= 240
2. Porcentaje de posibilidades de encontrar defecto	O=70%
3. Número de defectos detectados	D=9
4. Porcentaje de defectos	$DPU=D/(N*O)$ 5.6%
5. Productividad	$=(1-DPU)*100$ 94.4%
6. Nivel seis sigmas del proceso	3.1

Tabla 4 Nivel six sigma de los trapiches

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se calcula el nivel seis sigmas en el que se encuentran los trapiches en el municipio de González, el resultado obtenido puede mejorar, ya que lo que se requiere con esta metodología es tener el menor nivel de defectos por millón.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

4. Propuesta del modelo para la mejora de trapiches del municipio de González, Cesar

A partir de lo observado y analizado en esta monografía se presenta a los diferentes propietarios de trapiches del municipio de González unas acciones de mejora.

Entre las que se expusieron:

- ✓ Mejorar o cambiar las formaletas, con el fin de que la panela salga con un peso estandarizado.
- ✓ A los dueños de la caña se les recomendó que traten de cortar y aprontar cuando la caña este entre los (18-24 meses) esto con el fin de que la panela salga blanca.
- ✓ A los propietarios de trapiche se les recomienda que el personal que se encarga de la molienda y está en constante contacto con el producto debe utilizar elementos como lo son: los guantes, la cofia, el tapaboca o mascarilla, batas o uniformes en tela antilíquido y calzado adecuado.
- ✓ Se propone un plano de cómo podría organizarse los trapiches esto con el fin de mejorar la calidad de la panela.

**MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS
SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL
MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR**

4.1. Plano de la distribución ideal de un trapiche

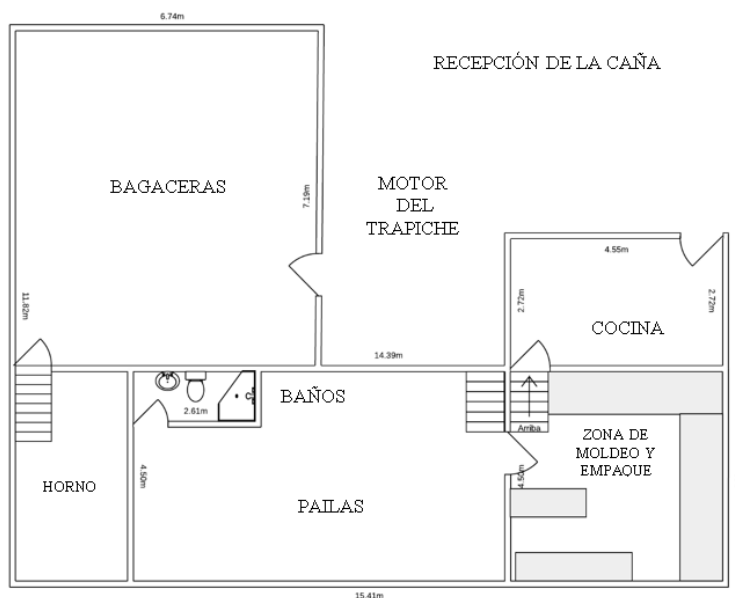


Ilustración 31 Plano de la distribución de un trapiche

Fuente: Elaboración propia

En el diseño del plano se tuvieron en cuenta las observaciones y algunas recomendaciones las cuales fueron brindadas por los propietarios de los trapiches en las visitas a los diferentes trapiches del municipio de González.

Las bagaceras se diseñan como una habitación encerrada en su totalidad, se recomienda que estas tengan ventanales grandes los cuales le permitan el ingreso de brisa y que el techo sea de eternit transparente, para que de esta forma se logre secar el bagazo en su totalidad, con la ayuda de la brisa y del calor que brinda el eternit.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

Para la recepción de la caña se debe adecuar un lugar abierto, ya que se requiere de un espacio amplio para facilitar el ingreso, ya sea de los carros o de las mulas los cuales que transportan la caña hasta el trapiche.

De igual forma el motor del trapiche se deja totalmente en un lugar abierto, puesto que los empleados deben cargar la caña a mano e introducirla en el motor, otro empleado se encarga de llevar el bagazo expulsado del motor hasta las bagaceras; para realizar estos trabajos se debe contar con un espacio amplio y que permita que los empleados se puedan desplazar con facilidad.

En el diseño del horno se hace necesario la utilización de escaleras, ya que se encuentra ubicado en la parte subterránea de las pailas, se diseña de esta manera ya que para el funcionamiento del horno se necesita de la materia prima que en este caso sería el bagazo, y el horno debe estar ubicado debajo de las pailas, ya que este es el que se encarga de mantener el calor para que se pueda realizar la cocción del caldo de la caña.

Para la parte de las pailas se diseña un lugar abierto, puesto a que estas se encargan de la cocción del caldo de la caña y por tal motivo siempre están expulsando vapor, por lo que es necesario tener el lugar bastante ventilado para que los empleados no se acaloren.

**MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS
SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL
MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR**

La zona de moldeo y empaque se diseña en un lugar totalmente cerrado y que los mesones y el piso estén enchapados, esto con el fin de que cuando se vaya a agregar la miel a las formaletas éstas estén en un lugar totalmente higiénico, ya que es en esta parte del proceso donde la panela adquiere impurezas, puesto a que este proceso se acostumbra a realizarse en un lugar abierto y por tal motivo cuando la panela está enfriándose le caen abejas y moscas, ya que al proponer esto se evitaría que estos insectos logren entrar a la habitación en la que se realizara el proceso y se logre reducir las impurezas de la panela.

Por último, el almacenamiento de las cajas de panela se recomienda que se realice en un lugar cerrado y con el piso enchapado, esto con el fin de evitar que a las cajas ingresen insectos como lo son las cucarachas y hormigas, ya que estos insectos tienden a manosear el producto por lo que es dulce.

4.2. Metodología DMAIC aplicada a los trapiches

Partiendo de lo observado se logra aplicar la metodología de DMAIC del seis sigma, esto se realiza partiendo de lo analizado mediante la aplicación de la encuesta y las visitas realizadas a los diferentes trapiches y de la propuesta de mejora que se les plantea a los propietarios.

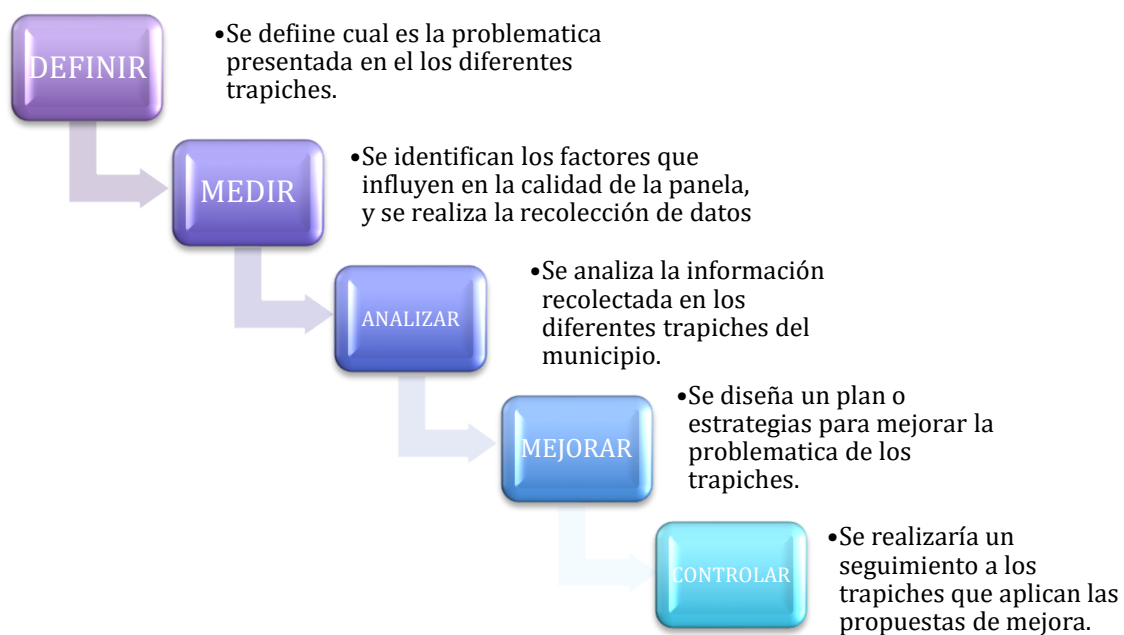


Ilustración 32 Metodología DMAIC aplicada a trapiches

Fuente: Elaboración propia

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

4.3. Sustentación de la propuesta de mejora a los propietarios de trapiche



Ilustración 33. Propietarios de trapiches.

Fuente: Tomada por autor



Ilustración 34. Propietarios de trapiches

Fuente: Tomada por autor

Para la socialización de la propuesta de mejora de los trapiches se invitan a 20 propietarios de trapiches de los cuales asistieron 8 a los cuales se les sustento la propuesta de mejora planteada en la monografía.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

5. Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta monografía se puede concluir lo siguiente:

1. Se logran identificar los principales factores que influyen para que la panela producida tenga impurezas, se notó que para que la panela tenga esto influyen la mano de obra, la maquinaria, el entorno, los métodos de elaboración, entre otros.
2. Conforme a la información recolectada se puede evidenciar que en los diferentes trapiches del municipio de González, el personal que se encarga del proceso de elaboración y los que manipulan la panela no usan ningún tipo de elementos que eviten que a la panela le puedan caer algún tipo de impurezas o adquiera virus o bacterias.
3. Al aplicar la metodología seis sigma para el mejoramiento de la calidad de la panela en el municipio, se obtiene que se encuentra en un nivel 3.1 defectos por millón lo cual es algo favorable, pero tenemos la posibilidad de tener 54.800 defectos por millón y con la metodología seis sigma se busca obtener el menor porcentaje de defectos por millón.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, CESAR

4. Se espera que en un futuro los propietarios de trapiches puedan implementar esta metodología y cada una de las herramientas que permitan realizar un buen análisis, con el fin de que logren mejorar la calidad de su producto, además que tomen en cuenta la propuesta de mejoramiento que se plasma en esta monografía.

6. Bibliografía

- ¿Cuales son los diferentes pasos del proceso DMAIC? (2019). Experience.
- ¿Que es six sigma? (2019). Lean Solutions.
- Caña de azucar, Analisis de la cadena de valor en concepcion y canindeyu . (Septiembre de 2011). Uruguay : ACDI VOCA.
- Cultivo de caña de azucar: manejo y su importancia . (2018). Agrotendencia.
- Datavizca. (2018). Obtenido de https://datavizcatalogue.com/ES/metodos/diagrama_de_dispersion.html
- El cultivo de la caña de azucar . (2019). Info Agro.
- Gestion de la produccion industrial . (2018). Obtenido de <http://gestiondelaproduccionindustrial.blogspot.com/p/las-cartas-de-control.html>
- Jmp. (2020). Obtenido de Portal de formacion estadistica : https://www.jmp.com/es_co/statistics-knowledge-portal/exploratory-data-analysis/pareto-chart.html#:~:text=Los%20diagramas%20de%20Pareto%20reflejan,del%2020%20%25%20de%20las%20causas.
- Julio Ramirez, O. B. (24 de 2 de 2015). Comportamiento agroindustrial de diez variedades de caña de azúcar para producción de panela en Santander, Colombia. Colombia.
- Lucidchart. (2021). Obtenido de <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-flujo>
- Melo, S. (2021). Datascope. Obtenido de <https://datascope.io/es/blog/que-es-y-para-que-sirve-una-lista-de-verificacion/>
- Monzon, M. (2021). Lean Six Sigma en la Industria. Aoinfrafo .
- Produccion mundial de caña de azucar. (2021). Atlasbig.
- Progressa Lean. (2014). Obtenido de <https://www.progressalean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>
- Superprof. (2021). Obtenido de <https://www.superprof.es/apuntes/escolar/matematicas/estadistica/descriptiva/histograma.html>
- Tecnomesura. (2020).