

# PROPUESTA DE MEJORA PARA DISMINUIR LA VARIABILIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA PRODUCTOS LOS COMUNEROS BAJO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA

IMPROVEMENT PROPOSAL TO DECREASE THE VARIABILITY IN  
THE PRODUCTION PROCESS IN THE COMPANY PRODUCTOS LOS  
COMUNEROS UNDER THE SIX SIGMA METHODOLOGY

José Mauricio Rivera Vásquez, Christian camilo López Quina  
*Ingeniería Industrial, Fundación Universitaria de Popayán, Popayán, Colombia*  
[Lopez.139@hotmail.com](mailto:Lopez.139@hotmail.com) - [maorivera1089@hotmail.com](mailto:maorivera1089@hotmail.com)

**Resumen**— En el presente artículo se desarrolla una propuesta de mejora para disminuir la variabilidad en el proceso productivo en la empresa Productos los Comuneros, utilizando la herramienta DMAIC de la metodología Seis Sigma. El trabajo se orientó en la variable temperatura en el proceso de freído, dado que estaba ocasionado un desperdicio de 128 kg de producto terminado al mes y dejando de recibir ingresos por \$810.624 mensuales, lo cual es una cifra significativa para la empresa. De igual manera y mediante cálculos estadísticos se logró identificar que el proceso no se encuentra bajo control puesto que el nivel sigma en el cual se encuentra el proceso es igual a 1,6. Por otro lado, se ejecutó una prueba piloto durante 3 días con el objetivo de poder controlar la temperatura y analizar el desperdicio generado durante la prueba, donde el resultado final fue positivo dado que el CP aumento de 0,23 a 0,57 con respecto al cálculo inicial de índice de capacidad del proceso, por lo tanto, como alternativas de solución, se propone lo siguiente como regular la temperatura del aceite entre 169 °C 171 °C antes de ingresar el producto al freidor como también un plan de calibración de equipos y capacitación al personal.

**Palabras claves**— Seis sigma, materia prima, productividad, DMAIC, DPMO, Variabilidad.

**Abstract**— In the present article an improvement proposal is developed to reduce the variability in the productive process in the company Productos los Comuneros, using the DMAIC tool of the Six Sigma methodology. The work was oriented in the temperature variable in the

frying process, since it was caused a waste of 128 kg of finished product per month and not receiving income for \$ 810,624 monthly, which is a significant figure for the company. In the same way and through statistical calculations it was possible to identify that the process is not under control since the sigma level in which the process is found is 1.6. On the other hand a pilot test is carried out for 3 days with the aim of being able to control the temperature and analyze the waste generated during the test, where the final result was very positive given that the CP increased from 0.23 to 0.57 with respect to the initial calculation of process capacity index, therefore as alternative solutions, the following is proposed as regulating the oil temperature between 169 °C 171 °C before entering the product to the fryer as well as a plan for equipment calibration and personnel training.

**Key Word** —Lean Six Sigma, raw material, productivity, DMAIC, DPMO. Variability.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel global, entre un cuarto y un tercio de los alimentos producidos anualmente para el consumo humano se pierde o se

desperdicia. Esto equivale a cerca de 1.300 millones de toneladas de alimento [1] Las pérdidas y desperdicios impactan la sostenibilidad de los sistemas alimentarios, reduce la disponibilidad local y mundial de alimentos, generan mejores ingresos para los productores y aumentan los precios para los consumidores, existen formas de evitar las pérdidas y desperdicios en todos los eslabones de la cadena, principalmente inversiones en infraestructura y capital físico.

No obstante existen dos conceptos, entre ellos: el de la pérdida de alimentos y otro el de desperdicio de alimento, si bien en los dos casos se determina botando la comida, las acciones y las causas requeridas para minimizar sus efectos son diferentes, entonces la pérdida de alimentos se está refiriendo a los alimentos que se pierden en las etapas de producción, y post cosecha, como también el almacenamiento y procesamiento de la misma, también existe un desperdicio en el proceso de transporte y distribución de los productos teniendo en cuenta que algunos de los encargados no son conscientes de la importancia del buen manejo de la materia y así mismo estos productos van perdiendo sus características [2] La producción de bienes y servicios de consumo final, llevan consigo el reto de sostener una calidad aceptada por los clientes que cada vez son más exigentes. Del mismo modo mantener sistemas de producción altamente competitivos por lo cual se garantiza una rentabilidad sobre la inversión que se haya realizado por parte de los grupos de interés. Es decir, lograr la máxima calidad al menor costo posible, es fundamental el rendimiento tanto el consumo de materia prima e insumos, como en velocidad de producción, en este sentido la mitigación en la obtención de materiales desperdiciados, sin sacrificar el rendimiento de las maquinas en los procesos productivos se convierte en un propósito constante para quienes están comprometidos en mantener vigentes sus procesos.

La importante trayectoria de la empresa productos Comuneros en la producción y comercialización de productos alimenticios entre ellos, recortes, picadas, platanitos, papas, chicharrones, se debe resaltar que ha cumplido un papel fundamental al ser reconocida en el mercado como una empresa líder en el departamento del Cauca.

En Colombia hay un gran número de familias que derivan su sustento a partir del negocio de las frituras, este negocio se consolida como una oportunidad para el crecimiento de la economía nacional. La comercialización y la competencia en esta rama en los últimos diez años ha forzado a los empresarios a optimizar el empleo de los recursos requeridos para producir, con el fin de ser más competitivos con productos de alta calidad. La tendencia mundial de incrementar el rendimiento en la producción y reducir los desperdicios, en donde unas de las herramientas con mayor éxito para la disminución de desperdicios es Seis Sigma, que es filosofía de mejoramiento de procesos que utiliza métodos y sistemas para incrementar la

productividad del proceso productivo; ya que tiene menores niveles de desperdicios implican mayor calidad, más productividad, menores costos y por tanto menores precios, lo cual genera un mayor consumo y por lo tanto una mayor demanda, lo que implica mayor cantidad de puestos de trabajo y a su vez mayores ganancias para las empresas y mayor consumo interno. Como puede apreciarse, combatir el desperdicio genera crecimiento y es de mencionar los tipos de desperdicios que trata de eliminar en los diferentes procesos de una empresa: defectos, sobreproducción, esperas, talento no utilizado, transportes no utilizados, inventario, movilidad innecesaria.

En la actualidad las pequeñas y grandes industrias deben preocuparse por mantener un desarrollo constante y acorde con las exigencias que el medio les presenta. El contexto en el que se desarrollan las empresas es cada vez más exigente debido a los constantes avances tecnológicos a nuevos procesos productivos más eficientes [3]. Hoy en día las pequeñas empresas deben hacer un gran esfuerzo para estar a la vanguardia en cuanto a tecnología, publicidad, maquinaria y capacitación del personal, ahora bien, teniendo en cuenta que la empresa se verá beneficiada en el aumento de sus ingresos y también la producción.

La empresa productos Los Comuneros que mantiene su producción de productos tales como: paquetes de papas fritas, maduritos, picada, chicharrón, recorte, es de aclarar que en el proceso productivo para la transformación de la materia prima intervienen equipos, que fueron visualizados y no cuentan con revisiones periódicas así como también la calibración de equipos para su veracidad, también se identifica un desperdicio de producto en el proceso de freído que se almacena en una canasta en el transcurso del día ya que no cumple con los estándares de calidad llamado recorte, inicialmente el destino de estas cantidades era arrojarlo a la basura, pero con el tiempo identificaron que se podía comercializar en las instituciones educativas y han logrado rentabilidad, cabe resaltar que influye que el número de operarios es muy limitado, realizan varias actividades lo cual esto hace que en ocasiones se sobrepase de freído generando desperdicio. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo un estudio con herramientas de esta metodología para determinar qué factores están ocasionando dichos desperdicios y los costos que pueden causar, obteniendo así el mayor beneficio posible usando las herramientas de mejora adecuada, cuyo uso es fundamental para lograr resultados efectivos.

La metodología tiene el potencial para aumentar la calidad, el rendimiento, la productividad y ventajas competitivas tales como la reducción de los costos, los desperdicios se pueden minimizar y por lo tanto el impacto ambiental disminuye, Los empleados se motivan y se sienten orgullosos de sus logros, las mejoras se mantienen con el tiempo, se crean metas de rendimiento visible y, por último, se centra en los datos duros. Sin embargo, con el paso de los años se evidenció que tanto la manufactura esbelta

como Seis Sigma presentaban deficiencias que les impedían cumplir satisfactoriamente con los requerimientos de las empresas.

La herramienta Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar (DMAIC), la cual, por medio de pasos sistemáticos, permite realizar un diagnóstico de la problemática a trabajar por medio de la caracterización del proceso y la aplicación de herramientas estadísticas para identificar las causas que mayor impacto tienen sobre el problema, para con esto llegar a proponer mejoras encaminadas a mitigar dicho impacto y convertirse en un proceso de mejora continua. [4]

Se realiza una identificación de las posibles causas por las cuales se presenta la variabilidad del proceso, mediante herramientas estadísticas basadas en la metodología seis sigma, éstas se elaboran por medio de una secuencia lógica y por fases como lo es el ciclo DMAIC, cada fase se basa en la fase anterior, es decir. (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). Con el fin de llegar a la causa raíz del problema el cual está causando problemas internos en la empresa, con la aplicación de las herramientas estadísticas, y la realización de reuniones internas.

## II. OBJETIVOS

### GENERAL

Establecer un plan de mejora en el proceso productivo de la empresa Productos Los Comuneros que permita disminuir el desperdicio de producto terminado.

### ESPECÍFICOS

- Definir la variable que será objeto de análisis y mejora mediante las etapas de DMAIC.
- Analizar estadísticamente los datos recolectados para identificar los niveles de calidad y estimar la capacidad del proceso.
- Generar propuestas de mejora que conlleven a la estabilidad del proceso de producción.

## III. CONTENIDO

### 3.1 CONTEXTO

El trabajo de opción de grado se desarrollará en la empresa Productos Los Comuneros, se encuentra ubicada en el barrio los comuneros de la ciudad de Popayán, para la ejecución de este trabajo se aplicó la metodología cuantitativa, también se requiere tener acceso a las instalaciones de la fábrica, en donde se logrará identificar las posibles causas donde se presentan dichos desperdicios de la materia prima, a partir de ello se busca ejecutar ciertos ajustes que permitan a los trabajadores concientizarse de la importancia de tener un producto terminado en las mejores condiciones.

Seis Sigma está soportado en una metodología compuesta de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, comúnmente llamada DMAIC, por sus siglas en inglés (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), y tiene como objetivo aumentar la capacidad de los procesos, con lo que los errores o fallas se hacen prácticamente imperceptibles para el cliente. [5]

Con lo anterior se puede afirmar que hoy día las empresas pequeñas y grandes deben implementar en sus procesos, ya sean productivos o administrativos, reduciendo sus pérdidas a un valor no considerable, se busca que las empresas aplicando esta metodología sean más competitivas, con trabajadores actualizados a los requerimientos del cliente, buscando siempre la mejora teniendo en cuenta que esto será reflejado en costos para la empresa, es por eso que hoy día las compañías buscan personas proactivas, consientes, con experiencia, y aptas para ejercer dichas actividades.

**Definir:** Se definen los requerimientos donde se logra identificar el problema que se presenta en el proceso de producción en la empresa productos los comuneros, se realiza un diagrama de flujo para tener conocimiento de las operaciones, además de definir en un diagrama SIPOC para tabular o caracterizar un proceso, identificando los elementos claves: proveedores, entrada, proceso, salida, clientes, para detallar el proyecto se clasifica en Project charter para definir aspectos fundamentales como el alcance, definir objetivos.

**Medir:** En esta etapa se procede a realizar un plan de recolección de datos que nos permite planificar el acercamiento a las instalaciones y como vamos a proceder para obtener los datos adecuados, en la duración de 6 semanas, como resultado se tiene una gráfica donde enseña los días con mayor desperdicio, además una tabla donde se obtienen datos de los operarios requeridos para realizar las diferentes actividades.

**Analizar:** Después de realizar un diagrama Ishikawa donde arroja las posibles causas por las cuales se produce el desperdicio, así mismo analizar los datos recolectados evidenciando cuáles son los días donde más se presenta esta problemática dando como resultado la raíz del problema.

**Mejora:** Se genera una lista de mejora o estrategia que ataquen las oportunidades de mejora que se encontraron luego de realizar el análisis, priorizando las causas más relevantes y que generan mayor impacto negativo en el proceso, identificando actividades directas que permitan una disminución de producto de baja calidad (recorte).

### FASE 1

Se identifican las posibles causas por las cuales se presentan la variabilidad, acompañado del diagrama de flujo y SIPOC donde expone con claridad cuáles son las operaciones que se realizan

en el proceso. Además, se realizó el Project charter el cual detalla aspectos fundamentales y cruciales del proyecto.

## FASE 2

Teniendo en cuenta lo anterior, se procedió a los registros y recolección de datos con la finalidad de cuantificar la cantidad de materia que se está perdiendo, se recolectaron datos de la cantidad en kilogramos (kg) con el fin de hacer cálculos estadísticos para cuantificar la realidad de cuanto se está desperdiciando en promedio al día y por lo tanto al mes y disponer de los elementos que permitan el análisis para investigar más a fondo las razones por las cuales está afectando, del mismo modo poder aplicar o sugerir un plan de acción que corrija o prevenga el problema.

## FASE 3

Se realiza una propuesta de mejora con el fin de combatir las diferentes problemáticas encontradas en el proceso productivo y así obtener productos con los mejores estándares de calidad.

## IV. DESARROLLO

### FASE 1: Definir la variable que será objeto de análisis y mejora mediante las etapas de DMAIC.

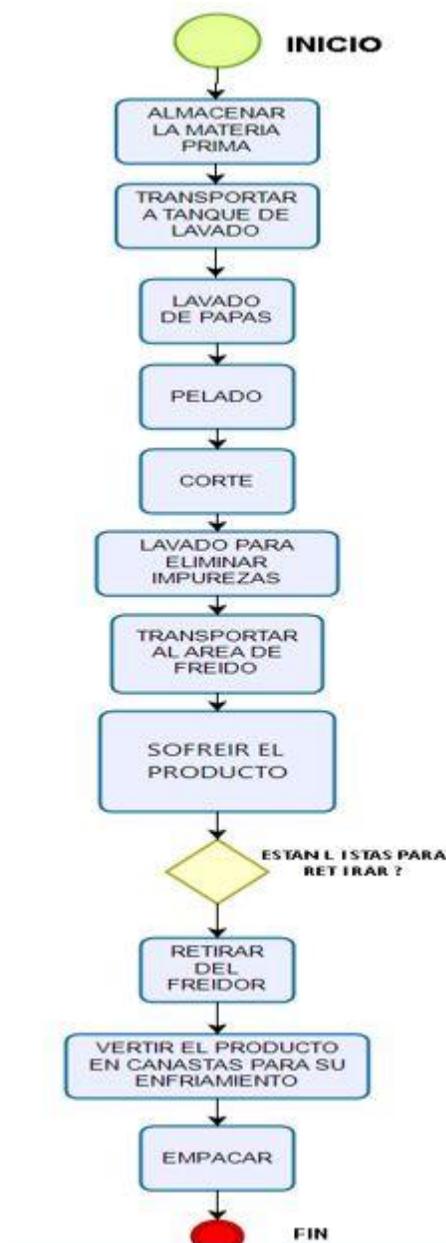
#### DEFINIR

En esta etapa del ciclo DMAIC se procede a identificación del problema por medio de entrevista al jefe como también mediante herramientas de diagramas de flujo, SIPOC con el fin de conocer más a fondo funcionamiento del proceso productivo de la empresa. Además, los objetivos y el alcance del proyecto también se definió el equipo de trabajo para cual se empleó un Project charter el cual muestra de manera ordena los aspectos principales y decisivos de todo el proyecto.

#### Diagrama de flujo:

Se procede a realizar el diagrama de flujo de procesos llevado a cabo en la empresa, teniendo en cuenta que es muy importante para determinar con claridad cuáles son las operaciones que se desarrollan en el proceso productivo.

Figura 1. Diagrama de flujo de las operaciones.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, se presenta un diagrama de actividades que va desde el almacenaje de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado, en donde las operaciones de pelado y corte se realiza mecánicamente, las demás operaciones se ejecutan de forma manual, por lo tanto fue de gran la importancia la realización del diagrama de flujo, la cual permitió con mayor facilidad la identificación de forma clara del el problema que se está presentado en la empresa Productos Los Comuneros como también se logró determinar el tiempo por

cada operación y por lo tanto el número de empleados a cargo de cada proceso.

Tabla 1. Información de asignación de operarios por cada actividad

Nº operarios	Operaciones	Tiempos en minutos
2	Almacenar la materia prima	1,3
1	transporte al tanque de lavado	1,0
2	lavado para limpieza de impurezas	3,4
1	pelado y el corte	10,4
1	Freír y retirar la papa y patacón	13,7
2	Empacado	2,5
	<b>Total</b>	<b>32,3</b>

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se puede observar la información del número de operarios que está a cargo de cada operación llevada a cabo en el proceso en donde hay un total de 9 empleados, para el anterior ejercicio se tiene como referencia un bulto se 50 Kg.

### Diagrama SIPOC

Gráfico que comprende el alcance del proceso de inicio a fin, identificando los proveedores, las entradas, el proceso, las salidas y los clientes del proceso. Identificando en cada uno de ellos las diferentes variables que intervienen en el proceso.

Figura 2. Diagrama SIPOC.



Fuente: Elaboración propia.

### Identificación del problema

Productos los comuneros es una empresa dedicada a la producción y comercialización de alimentos, entre ellos: papas, patacón, recortes, picada, chicharrón. En el proceso productivo de la transformación de la materia prima intervienen diferentes máquinas y equipos en el cual se identifica un problema de desperdicio de producto terminado, en el proceso de freído, donde diariamente se genera desperdicio de producto que no cuenta con los requerimientos de calidad, debido a que en su contenido tiene papas y patacones con defectos, dentro de los cuales está el desmenuzamiento y sobre freído del producto.

Tabla 2. Desperdicios de producto en pesos

Realizado por: Mauricio Rivera y Christian López		
Objeto: valores de venta		
Revisado por: Luis Fernando Pedraza		
Desperdicios de producto en pesos		
Producto	Precio de venta \$	Peso en gramos
Maduro	500	60
Picada	500	60
Papa	500	60
Chicharrón	500	60
Recorte	500	250

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 2. La empresa productos los comuneros ofrece 4 productos entre ellos: maduro, picada, papa y chicharrón a un valor de \$500 el paquete de 60 gramos. A diferencia del producto recorte (revuelto de papas y patacones) que tiene un precio de venta de \$ 500 el paquete de 250 gramos, es de tener en cuenta que este tipo de producto no cumple con especificaciones de calidad debido a que sus características sensoriales como el sabor, olor y la textura no son ideales. Por lo anterior se debe tener en cuenta que este producto es una pérdida para la empresa dado que su precio de venta es muy económico y no compensa lo invertido, es esta la razón por la cual, el proyecto se enfocara en determinar los factores que inciden en el desperdicio de producto terminado en la empresa Productos Los Comuneros.

PROJECT CHARTER		
<b>Información General del Proyecto</b>		
<b>Empresa</b>	Productos los comuneros	
<b>Nombre del Proyecto</b>	Propuesta de mejora bajo la metodología lean six sigma para la reducción de desperdicios	
<b>Tipo de proyecto</b>	Producción	
<b>Champion (Dueño del Proceso)</b>	Jefe de planta	
<b>Nombre del Belt Líder del Proyecto</b>	Christian López	
<b>Proceso / Área Impactada</b>	Proceso de producción	
<b>Fecha de inicio</b>	2 de octubre 2018	
<b>Fecha Estimada Final</b>	26 de noviembre 2018	
<b>Ahorros Esperados</b>	\$1.200.000	
<b>Costos Esperados</b>		
<b>Describir el Problema, Metas, Objetivos y Entregables de este Proyecto</b>		
<b>Descripción del Problema</b>	Desperdicios de materia prima	
<b>Objetivo</b>	Diseñar un plan de mejoramiento en los procesos productivos de la empresa producto comuneros	
<b>Metas / Métricos</b>	Reducción de desperdicios = 8 % Productividad = kg producidos / kg desperdiciados	
<b>Entregables Esperados</b>	Pretende diseñar un plan de reducción de desperdicios de materia prima, el cual tiene como propósito mejorar el rendimiento de la misma, por lo que se requiere establecer instrucciones de trabajo	
	que permitan definir, medir, analizar y mejorar las condiciones de su uso, entre otras, para mejorar los niveles de productividad.	
<b>Definir el Alcance del Proyecto y Calendario</b>		
<b>Dentro del Alcance</b>	En este proyecto se aplicará en el área de producción que va desde almacenaje de materia prima a él empaclado	
<b>Fuera del Alcance</b>	Procesos de recursos humanos, financieros y logísticos están fuera del alcance del proyecto	

Fuente: Elaboración propia.

En esta fase se procedió a utilizar herramientas como el diagrama de flujo, SIPOC. Lo cual fue de gran utilidad para lograr conocer más a fondo el funcionamiento de los procesos llevados a cabo en la empresa y por lo tanto identificar el problema que se presentado, que en este caso es el desperdicio de materia prima (recortes). El Project chárter se realizó con el propósito de establecer el equipo de trabajo, alcance y objetivo del proyecto que es establecer un plan de mejoramiento en el proceso productivo de la empresa Productos Los Comuneros que permita disminuir el desperdicio de producto terminado.

**FASE 2: Analizar estadísticamente los datos recolectados para identificar los niveles de calidad y estimar la capacidad del proceso.**

**MEDIR**

De acuerdo a la metodología DMAIC, en la etapa de medición se procede a realizar un plan de recolección de datos con el fin de planificar las tareas a realizar en la empresa y proceder a la toma de datos en las instalaciones de la misma, con ello se busca obtener resultados que arrojen. La variabilidad de la temperatura del aceite mediante cálculo de la gráfica X barra R e índice de capacidad.

Figura 3: Plan de recolección de datos.

Nombre:		José Mauricio Rivera Vásquez – Christian López Quina						
Proyecto:		PROPUESTA DE MEJORA PARA DISMINUIR LA VARIABILIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCION EN LA EMPRESA PRODUCTOS LOS COMUNEROS BAJO LA METODOLOGIA LEAN SIX SIGMA						
PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS								
Variables	Tipo de Variable (Entrada /Proceso o/Salida)	Tipo de Dato (Continuo/Discreto)	Definición Operacional	Responsable de la Recolección	Método de Recolección	Frecuencia de la Medida	Fuente de datos/Almacenamiento	Metas
Temperatura	Proceso	Continuo	Revisión periódica de la temperatura del aceite	Mauricio Rivera Vásquez	Lista	Cada 3 horas	Proceso	Estabilidad de temperatura
Desperdicios	Salida	Discreto	Tomar los desperdicios y pesarlos al finalizar la jornada de trabajo	Christian López Quina	Pesaje	Diario	Proceso	Reducción de 80%

Fuente: Elaboración propia.

Es de gran importancia para conocer las diferentes fuentes de información, técnicas y principales instrumentos para la recolección de datos y así entender las características y requisitos técnicos que se debe tener en la escala de medición:

**Toma De Datos**

Como se observa en la Tabla 3 se tomaron 30 datos durante 6 semanas, de lunes a viernes en donde se pesaba los desperdicios al finalizar la jornada de trabajo en una báscula proporcionada por la empresa. Con el fin de tener una referencia de cuanto producto se está perdiendo al mes, como también para calcular el valor que está dejando de recibir la empresa productos comuneros, teniendo en cuenta los datos recolectados se puede afirmar que se está de desperdiciando al mes aproximadamente 128 Kg, lo que significa un precio de venta de \$810.624, lo que representa un 6,3% de las ventas mensuales lo cual es un valor significativo puesto que esta no es una organización grande.

Tabla 3: Toma de datos de desperdicios en la fábrica Productos los Comuneros.

Ubicación: Productos Comuneros		Lugar: Popayán cauca					
Realizado Por: Mauricio Rivera Vásquez, Christian López Quina		Fecha: 16 de octubre 2018					
Facultad: Ingeniería Industrial.		Revisado por: Fernando Pedraza					
Institución: Fundación Universitaria de Popayán.							
Objeto: Toma de datos de desperdicios por kilogramos							
N° SEMANAS	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	KG TOTAL DESPERDICIOS SEMANA	TOTAL DESPERDICIOS SEMANAS
Semana N° 1	Dia. N° 1	Dia. N° 2	Dia. N° 3	Dia. N° 4	Dia. N° 5		
Desperdicios en Kg	2,9	1,1	2,7	1,9	2,3	10,9	10900
Semana N° 2	Dia. N° 6	Dia. N° 7	Dia. N° 8	Dia. N° 9	Dia. N° 10		
Desperdicios en Kg	2,5	2,3	2,3	2,2	3,1	12,4	12400
Semana N° 3	Dia. N° 11	Dia. N° 12	Dia. N° 13	Dia. N° 14	Dia. N° 15		
Desperdicios en Kg	7,4	1,5	8,0	8,3	6,2	31,4	31400
Semana N° 4	Dia. N° 16	Dia. N° 17	Dia. N° 18	Dia. N° 19	Dia. N° 20		
Desperdicios en Kg	4,3	5,2	6,3	8,0	6,3	30,1	30100
Semana N° 5	Dia. N° 21	Dia. N° 22	Dia. N° 23	Dia. N° 24	Dia. N° 25		
Desperdicios en Kg	4,0	6,3	4,8	2,8	5,1	23,0	23000
Semana N° 6	Dia. N° 26	Dia. N° 27	Dia. N° 28	Dia. N° 29	Dia. N° 30		
Desperdicios en Kg	3,5	4,6	3,5	4,8	3,9	20,3	20300
Total, Kg	25,5	21	27,6	27,1	26,9	128,4	128400

Fuente: Elaboración propia.

**Hipótesis planteadas por las cuales se está presentado el desperdicio.**

- El desperdicio se está ocasionado por los tiempos de freído.
- Generado por no controlar la temperatura en el proceso de freído.
- Se presenta por no controlar el peso de las papas y plátanos al ingresar al freidor.

**Diagrama de Pareto.**

Se realiza el diagrama de Pareto para establecer cuál de las hipótesis es la aceptada de acuerdo a la información proporcionada de los empleados y el jefe de planta.

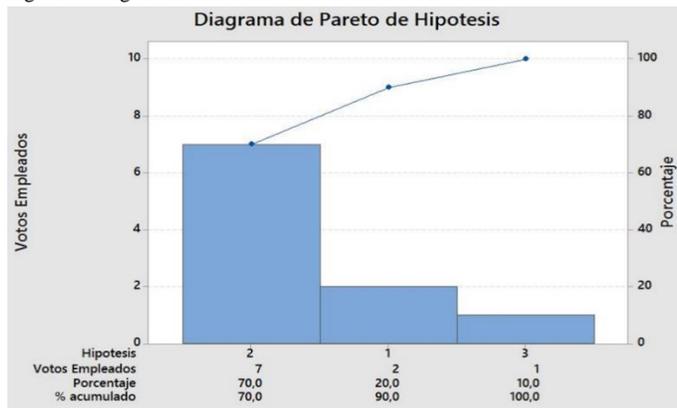
En el interés de encontrar las posibles causas por las cuales se está generando tal problemática, se planea una reunión donde se establecen 3 hipótesis:

1. variable tiempo
2. Temperatura del aceite
3. Tiempo de cocción del producto.

Se utiliza un método de votación, buscando que variable podría tener mayor culpabilidad, lo cual arrojó como resultado que 7 personas dan su opinión hacia la variable temperatura del aceite, expresando que en varias ocasiones se ha observado que “el aceite se arrebata”, o sube la temperatura del aceite, sin embargo 2 personas opinan porque la hipótesis 1 puede ser el tiempo de

cocción del producto y finalmente una persona que vota por peso/kg que es vertido en la paila freidora.

Figura 4: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta lo anterior se procede a realizar la toma de temperatura del aceite en grados centígrados, al momento de retirar del freidor la papa, patacón y chicharrón mediante una hoja de recolección de datos con un total de 30 datos.

Tabla 4. Información toma de temperatura en °C aceite.

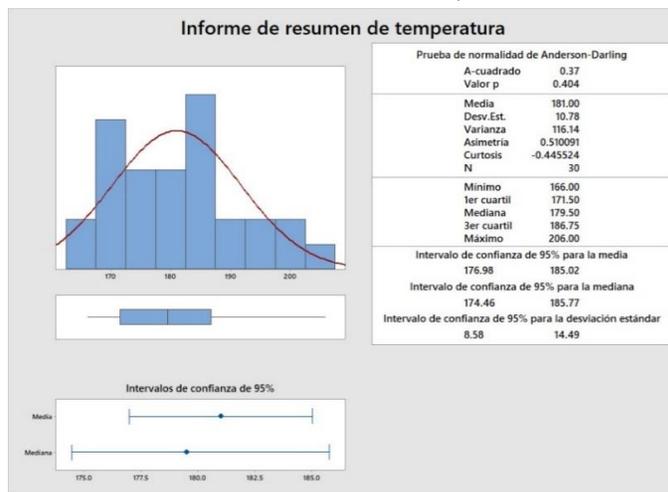
Ubicación: Productos los comuneros.					
Realizado por: Mauricio Rivera Christian López					
Objeto: Datos temperatura aceite					
Revisado por: Fernando Pedraza					
	Lunes	Martes	miércoles	Jueves	viernes
1	166°	166°	170°	168°	170°
2	178°	180°	169°	178°	183°
3	190°	168°	196°	206°	186°
4	184°	174°	185°	194°	198°
5	184°	200°	179°	176°	173°
6	183°	189°	176°	186°	172°

Fuente: Elaboración propia.

### Cálculos estadísticos

Como se observa en la Figura 5 el pico más alto de los datos ocurre en torno a los 182 °C en donde tiene una media de temperatura de 181°C con una desviación estándar de 10,78 °C. El intervalo de confianza de 95% muestra un rango probable para la media de la temperatura está entre 176,98 y 185,021, por lo tanto, el A cuadro arroja 0.37 lo que indica que es menor a 1 y el valor p obtenido es de 0,404 mayor a 0.05 lo que significa que los datos anteriores presentan un comportamiento normal, por ende, se procede a realizar el cálculo de capacidad de proceso.

Figura 5. Resumen grafico de la temperatura de freído.

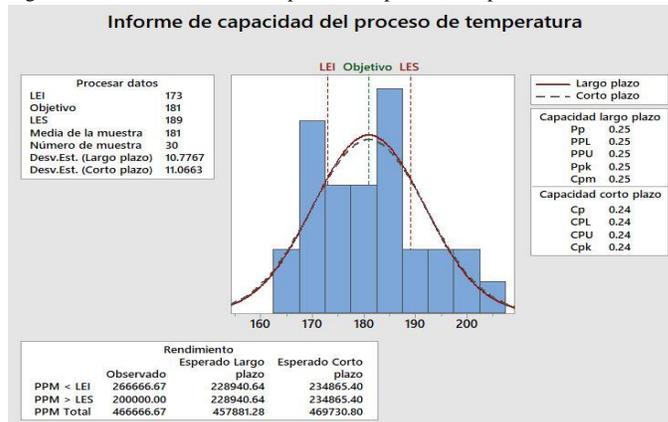


Fuente: Elaboración propia.

### Capacidad de proceso

En la Figura 6 se observa los límites de control están entre 173 y 189 grados centígrados dichos límites son establecidos por la empresa. La media del proceso actual es de 181, indicándonos que este es el valor para que grafica este centrada, el Cp es de 0,23 indicando que el proceso de freído de las papas y plátanos no es el apropiado y no se encuentra dentro de las especificaciones y por lo tanto se requiere realizar unas mejoras en las diferentes etapas del proceso de freído y así lograr un menor desperdicio de materia prima. Por otro lado, se evidencia que el Cpk es de 0,23 lo cual indica que podrá mejorarse si se reduce la variabilidad en la temperatura. DPMO es el total del rendimiento es de 466.666 partes por millón lo cual representa un nivel sigma de 1,6 como lo muestra en la Figura 7.

Figura 6. Cálculo de índice de capacidad de proceso temperatura.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Tabla de valor sigma de acuerdo al DPMO

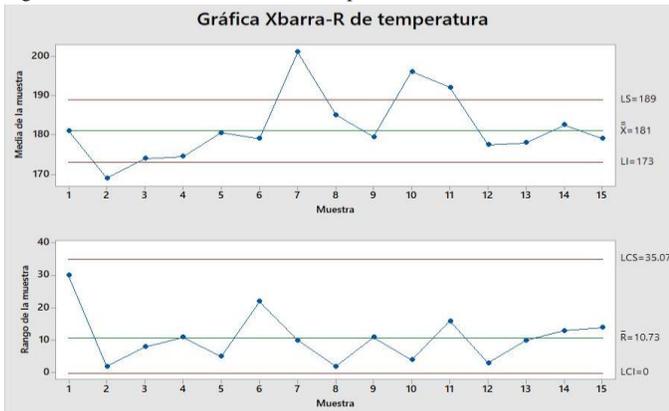
Valor de Sigma	Defectos por Millón de Oportunidades
0,00	933.193
0,10	919.243
0,20	903.199
0,30	884.930
0,40	864.334
0,50	841.345
0,60	815.940
0,70	788.145
0,80	758.036
0,90	725.747
1,00	691.462
1,10	655.422
1,20	617.911
1,30	579.260
1,40	539.828
1,50	500.000
1,60	460.172
1,70	420.740
1,80	382.089
1,90	344.578

Fuente: Ing. Edwin Garro Chavarría, M.S., CQE, CSSBB

**Gráfico de control X Barra R**

Se procede a realizar la gráfica X barra R donde se tomaron 30 datos durante 5 semanas con el fin de monitorear la estabilidad del proceso.

Figura 8. Gráfica de X barra R de la temperatura.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la anterior carta de control X barra R ( Figura 8 ) solo presenta 15 días , lo anterior sucede puesto que se agruparon los datos de a 2, respecto al proceso de freído de papa y patacón tiene un límite superior es de 189 grados y un límite inferior de 173 grados centígrados, en donde se evidencia que el proceso de freído se encuentra descontrolado debido a que el punto 7, 10 y 11 sobrepasa el límite superior presentado desperdicio por sobre cocción, y el punto 2 se sale del límite inferior, generando que el producto este “empapado” (con exceso de aceite) en aceite. También se puede observar que los puntos 1, 5 y 9 son lo que más cerca están cerca de la media y en donde no se presentaron desperdicios por sobre cocción.

A continuación, se realiza una tabla con información sobre los kilogramos de desperdicio cuando la temperatura sobre pasa el límite superior y cuando está en el punto medio

Tabla 5. Información sobre la temperatura con respeto al desperdicio.

Puntos de la gráfica X barra R	Desperdicios en kg	Puntos de la gráfica X barra R	Desperdicios en kg
Punto 1	1,1	Punto 8	4,3
Punto 2	1,9	Punto 9	6,3
Punto 3	2,5	Punto 10	6,3
Punto 4	2,3	Punto 11	6,3
Punto 5	3,1	Punto 12	2,8
Punto 6	1,5	Punto 13	3,5
Punto 7	8,3	Punto 14	3,9
		Punto 15	3,9

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en Tabla 5 que los puntos que sobrepasa el límite superior de temperatura tienden a generar mayor desperdicio del producto y los puntos que están cerca al valor objetivo el desperdicio es menor.

**Pérdidas económicas por desperdicios**

Como se observa en la Tabla 6 se realiza una comparación de las pérdidas económicas por desperdicios que está dejando de recibir la empresa producto los comuneros, en donde mensual mente está dejando de recibir ingresos por \$810.624. Y anual mente está perdiendo alrededor de \$10,000.000, lo cual representa una suma relevante para la empresa. Teniendo en cuenta que es una empresa pequeña y que está en pleno crecimiento, por lo tanto, cuanta con recursos limitados. Por tal motivo, la relevancia de esta propuesta de mejora para la empresa con el fin de que pueda impulsar su rentabilidad.

Tabla 6. Información de comparación de pérdidas económicas por desperdicios.

Ingreso mensual y anual que está dejando de recibir por desperdicio			Ingreso mensual y anual que está recibiendo por desperdicio		
Valor Kg alta calidad	Desperdicio mes en Kg	Valor total mensual	Valor recorte Kg	Desperdicio mes en Kg	Valor total mensual
\$ 8333	128	\$1.066624	\$ 2000	128	\$ 256000
Valor Kg alta calidad	Desperdicios en Kg en 1 año	Valor total anual	Valor recorte Kg	Desperdicios en Kg en 1 año	Valor total anual
\$ 8333	1536	\$12.799448	\$ 2000	1536	\$ 3.072000

Fuente: Elaboración propia.

La fase de medir fue de gran importancia para el proyecto teniendo en cuenta que se recolecto los datos de desperdicios, para tener referencia de cuanto está perdiendo la empresa que en este caso aproximadamente es de 128 kg al mes. Posteriormente se recogen los datos de la temperatura para los cálculos estadísticos donde se realizó una gráfica de X barra R con lo cual

se verifico que el proceso se encuentra descontrolado sobrepasando los limites superior e inferior, también se confirmó el Cp que es de 0.24, el DPMO es de 466.666 partes por millón lo cual representa un nivel sigma de 1,6.

**ANALIZAR.**

En esta etapa DMAIC, se analiza la información obtenida en la etapa anterior, con el fin de inspeccionar más a fondo las razones por las cuales se está presentado las variables del proceso, por lo tanto, es importante para así poder aplicar o sugerir un plan de mejor que corrija el problema. el diagrama de causa y efecto.

**Diagrama Ishikawa**

El Diagrama de Ishikawa o Diagrama de causa y efecto más conocido como espina de pescado dada su presentación, consiste en una representación gráfica que permite visualizar las causas por las cuales puede generarse tal problemática, lo cual la convierte en una herramienta de la Gestión de calidad ampliamente utilizada dado que orienta la forma de decisiones al abordar las bases que determinan un desempeño deficiente.

La utilización de dicha herramienta se complementa de buena forma con el diagrama de Pareto el cual permite priorizar las medidas de acción relevantes en aquellas causas que representan un mayor porcentaje de problemas y que usualmente en términos nominales son reducidas.

La estructura de la herramienta es intuitiva: identifica un problema o efecto y luego enumera un conjunto de causas que potencialmente explican dicho comportamiento. Adicionalmente cada causa se puede desagregar con grado mayor de detalle en subclases. Esto último resulta útil al momento de tomar acciones correctivas dado que se deberá actuar con precisión sobre el fenómeno que explica el comportamiento no deseado. [6]

El diagrama causa y efecto fue pieza clave en las reuniones previstas en las instalaciones de la empresa, dicho anteriormente es una herramienta de calidad que se brinda para encontrar las causas por las cuales se pueden estar generando ciertos problemas, es importante que en una compañía cuando se presenten dichas inconformidades de un proceso se analice el porqué, de donde proviene, posibles soluciones y tomar varios puntos de vista, en la reunión que fue realizada en esta empresa, se puso evidenciar que proceso y cuáles eran sus causas más relevantes las cuales estaban llevando a que se presentara dicho despilfarro.



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 9 el diagrama de Ishikawa es una de las herramientas más importantes para determinar las principales causas que conllevan a la variabilidad de la temperatura en el proceso de freído analizando cada problemática con respecto a las 6M: Medición, Medio, Material, Método, Personal o Mano de obra, Maquinaria.

Mediante el análisis de los distintos factores fue posible determinar las debilidades del proceso, donde se puede atacar, llevando a cabo un estudio estadístico el cual demuestre las pérdidas que se están generando, es por eso que en una reunión con todo el personal de la empresa se analizan las causas desde diferentes puntos de vista y desde la perspectiva del personal encargado de esa área que podría estar sucediendo. Por otro lado, se evidencia que no existe una limpieza y mantenimiento periódico de la maquinaria utilizada, y esto disminuye la calidad como tal del producto final, como también la falta inspección y control al personal teniendo en cuenta que en ocasiones el personal tiene que realizar otras funciones descuidando su puesto de trabajo.

**Prueba piloto.**

Se realiza una prueba piloto en el proceso de freído con el fin de poder controlar la temperatura y analizar el desperdicio generado durante la prueba. Por otro lado, hay que tener en cuentas que los baches que se arrojan al freidor son de 15 kilogramos.

Figura 9. Diagrama de Ishikawa.

Tabla 7. Toma de datos temperatura prueba piloto.

Ubicación: Producto los comuneros						
Realizado por: Mauricio Rivera Christian López						
Objeto: Toma de datos prueba piloto						
Revisado por: Fernando Pedraza						
Nº Día	Nº Toma	Temperatura °C inicial de freído	Temperatura °C Retiro del freidor	Tiempo freído por bache	Kg desperdiciado	Total kg
1	1	170	180	12 minutos	0.3	1.1
	2	170	181	11 minutos	0.3	
	3	170	184	13 minutos	0.5	
2	1	169	175	11 minutos	0.4	1.0
	2	169	173	12 minutos	0.3	
	3	169	184	13 minutos	0.3	
3	1	171	178	11 minutos	0.4	1.0
	2	171	183	13 minutos	0.5	
	3	171	176	12 minutos	0.2	

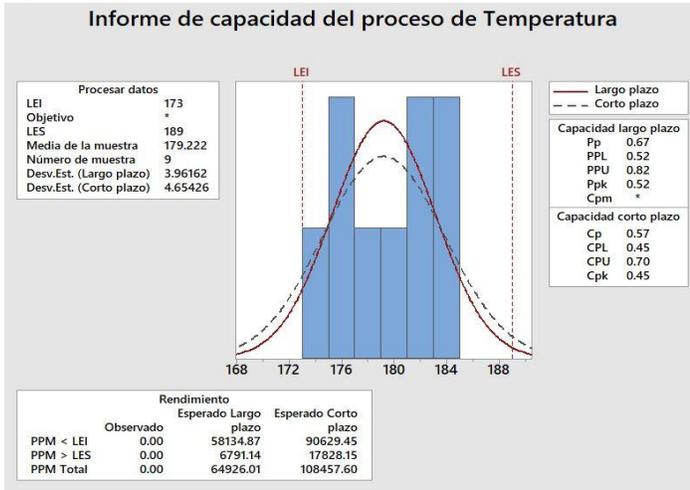
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 7 se tomaron datos 9 de la temperatura inicial del freído, que va desde 169 °C a 171 °C, como también se controló la temperatura al momento del retiro del producto del freidor, respetando el límite inferior de 173 °C y el límite superior de 189 °C. Además, el experimento se realizó durante 3 días en donde el desperdicio de mayor ocurrió en el día 1 con 1,1 kilogramos de recorte.

**Capacidad de proceso de la prueba piloto**

Se realiza el cálculo de la capacidad del proceso de la prueba piloto para verificar si fue positivo el experimento.

Figura 10. Cálculo de índice de capacidad de proceso temperatura.



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 10 se calculó la capacidad del proceso de la prueba piloto obteniendo un resultado positivo dado que el CP aumento de 0.23 a 0.57 con respecto al cálculo inicial de índice de capacidad del proceso. Por ende, en necesario recalcar que es indispensable el control de la temperatura respetado los límites establecidos y teniendo en cuenta la temperatura inicial al momento de ingresar el producto a sofreír.

**FASE 4: Generar propuestas de mejora que conlleven a la estabilidad del proceso de producción.**

**MEJORAR**

En esta etapa de mejora se plantea la oportunidad generar ideas que contribuyan a mejoramiento de la situación actual luego de realizar los análisis se evidenciaron diversas propuestas de mejora dentro de las cuales están las siguientes:

- Regular la temperatura del aceite entre 169 °C 171 °C antes de ingresar el producto al freidor debido a que al ingresar a una mayor temperatura generar un choque térmico arrebatando el freído de la papa y patacón y por lo tanto ocasionado desperdicio. Como también es indispensable adquirir un termómetro de calidad y controlando su calibración periódicamente.
- Herramienta POKA YOKE

SHIGEO SHINGO, fue un ingeniero industrial japonés que se distinguió por ser uno de los líderes en prácticas de mano factura en el sistema de producción de Toyota. Se le acredita haber creado y formalizado el cero control de calidad, que resalta mucho la aplicación de los poka yoke, entre los diferentes tipos de errores que hay en la industria son:

- Procesos omitidos
- Errores durante el proceso
- Partes faltantes Operaciones faltantes [7]

Hoy día se puede encontrar esta aplicación en todas partes ya sea en conectores, vehículos, casas, etc. Esto ha incurrido a que el personal de una compañía no tenga error alguno por el cual equivocarse, muchas de estas empresas, implementan cada día más en señalizaciones, estandarización de los procesos, células de trabajo para tener a la mano con secuencia el ensamblaje de algún producto, locaciones, herramientas de trabajo, seguridad industrial, calzado.

**POKA YOKE # 1**



Fuete: Wikipedia

En la anterior imagen se sugiere incitar al lavado manos y evitar la proliferación de alguna bacteria que pueda llegar a atentar contra la calidad de los productos, se busca que los operarios al llegar a la empresa, antes de iniciar con sus actividades, empiecen por un correcto lavado de manos.

POKA YOKE # 2



Fuente: Wikipedia

En la anterior señalización se busca que el personal de freído como el de empaque, hagan uso constante de los guantes para su protección.

Se sugiere aplicar poka yoke preventivo, para el proceso productivo siendo la actividad donde se identifica el problema iniciar donde se presenta el despilfarro de la materia, realizar instalación de letreros donde especifique las cantidades adecuadas para verter en la paila freidora, así como también la toma de temperatura del aceite antes y después del proceso de fritura, con esto se busca llevar un mejor control de la misma.

Cabe resaltar que no solo en esta actividad puede existir errores, puesto que los errores se pueden presentar en diferentes áreas de la empresa, es por ello que se busca señalar las áreas peligrosas y recordatorios que se encuentren presentes en el arrea de trabajo.

POKA YOKE # 3



Fuente: Wikipedia

En busca de la concientización del personal a mantener sus espacios laborales en las mejores condiciones higiénicas, lograr la instalación de la debida señalización en lugares donde se propague constante mente el desorden, ya sea en baños, cocina, área de empaque.

**Capacitar al personal operacional**

La capacitación del personal de trabajo en muy importante en cualquier empresa sea grande o pequeña aplicada de forma organizada, mediante el cual el personal adquiere y desarrolla habilidades enfocadas en su puesto de trabajo generando así

mayor conocimiento y habilidad en el proceso de freído y eficiencia omitiendo aquellas fallas que siempre repercuten en la productividad del proceso de la empresa productos los comuneros. A continuación, se propone una planilla para registro de capacitaciones.

Figura 11. Planilla de capacitación del personal operativo.

PLANILLA DE CAPACITACION		
TEMA:		
FECHA:		LUGAR:
IDENTIFICACIÓN	APELLIDO Y NOMBRE	FIRMA
DICTADO POR:		

Fuente: Elaboración propia.

**Plan de mantenimiento y limpieza al freidor**

Es un conjunto de tareas que se llevan a cabo para recuperar el desgaste o falla que se pueda presentar en un futuro, basándose en protocolos de análisis previos de fallos realizando un listado de tareas que hay que realizar. Como también la limpieza de freidor de papa, patacón es muy importante realizarlo cada 4 o 5 días para evitar que pueda afectar la calidad e inocuidad del producto, generando menor perdida de materia prima y aumentando la vida útil de equipo. Ver figura 12.

Figura 12. Planilla de plan de mantenimiento y limpieza.

PLAN DE MANTENIMIENTO					
AREA:	EQUIPO:	PERIODO:	RESPONSABLE:	FECHA:	
TIPO DE MANTENIMIENTO	TRABAJO EFECTUADO	HORAS PARADAS	COSTO DE REPARACIÓN	COSTOS MO	COSTO TOTAL
TÉCNICO:					

Fuente: Elaboración propia.

**Plan de calibración de equipos**

Cuando de instrumentos de medición se habla se debe tener en cuenta que los instrumentos de última tecnología también presentan errores, se busca que el termómetro y la báscula reciban una calibración periódica por un ente metrológico debido a que en un proceso productivo existen un numero de transformaciones de la materia y deben ser controladas múltiples variables para llegar al producto final con las especificaciones requeridas, por tanto no es posible admitir un proceso en el que no se controlen las características del producto a través de las mediciones. Producir y medir son actividades fundamentales en una empresa del sector alimenticio con el fin de garantizar un

sistema de calidad en cualquier tipo de organización es relevante contar con calidad en las medidas. [8]

Es importante para la empresa Los Comuneros realizar una respectiva calibración de sus equipos, teniendo en cuenta que su grado de tolerancia puede ser grande debido a al desconocimiento en el control metrológico, cabe nombrar que por parte de los operarios no existe una socialización en cuanto a las perdidas monetarias. (Ver Figura 13)

Figura 13: plan de calibración de equipos

ITEM	CODIGO EQUIPO DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	SERIAL	FREC. DE CALIBRACION	FECHA PRIMERA CALIBRACION	FECHA PROXIMA CALIBRACION	CONDICIÓN	N° CERTIFICADO DE CALIBRACION	RANGO	PRECISIÓN	FECHA EXPEDICION	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
1.														
2.														
3.														
4.														

Fuente: Astilleros navales venezolano S.A

## V. CONCLUSIONES

- Mediante el diagnóstico realizado en el proceso productivo de la empresa Productos Los Comuneros se identificó que las causas de la variabilidad del desperdicio radican en el proceso de freído, debido a la ausencia del control en la temperatura del aceite al momento de ingresar y extraer el producto a sofreír.
- Se logró identificar la capacidad del proceso actual que es de 0,23 y el nivel sigma de 1,6.
- Se logró identificar que es indispensable el control de la temperatura respetado los límites establecidos y teniendo en cuenta la temperatura inicial entre 169 °C - 171 °C antes de ingresar el producto al freidor. Teniendo como resultado el aumentó el Cp de 0.23 a 0.57.
- Se establece las propuestas de mejoras teniendo en cuenta que estas contribuyen a disminuir la variabilidad del desperdicio y por lo tanto teniendo la oportunidad de aumentar sus ingresos pasando de \$ 3,072.000 por la venta de recortes a \$ 12,799.448 por la venta de producto de primera calidad al año.
- Mediante la realización de este proyecto permitió a la empresa determinar que se estaban desperdiciando 128 kg de producto al mes lo que significa un precio de venta de \$810.624, un 6,3% de las ventas mensuales.

## RECOMENDACIONES

- Es necesario concientizar al personal de las pérdidas que se ocasionan por el mal manejo de las materias, porque a partir de ello se puede ver afectada o con grandes utilidades la empresa.
- Se recomienda a la empresa Productos Los Comuneros, implementar las propuestas de mejora con el fin de reducir las pérdidas.
- Establecer mecanismos de motivación y reconocimiento al personal de Productos Los Comuneros que promueva a la mejora de sus actividades con el fin de evitar el desinterés del personal.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a la empresa Productos Los Comuneros por darnos la oportunidad de realizar nuestro trabajo de grado y así para poder optar por el título profesional, además del constante acompañamiento de nuestro asesor académico el Magister Luis Fernando Pedraza, por su constante acompañamiento y finalmente a nuestras familias las cuales estuvieron presentes, motivando al cumplimiento de uno de nuestros sueños.

## REFERENCIAS

- [1]. «Organizacion de las naciones unidas para la alientacion y la agricultura,» Roma,italia, 2017.
- [2]. Monografias.com, «Sistema de manejo de materiales,» Bogota D.c, 2007.
- [3]. N. A. G. J. E. S. CASTAÑO, Artist, ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE. [Art]. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, 2013.
- [4]. C. I. H. MARTINEZ, «Lean Manufacturing Center,» DICIEMBRE 2014. [En línea]. Available: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/47659/HernandezMartinezCuauhtemocI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: martes noviembre 2018].
- [5]. v. g. s. a. i. p. m. eduardo navarro albert, «Metodologia e implementación de six sigma,» 3C empresa, 2017.
- [6]. K. Ishikawa, «Diagrama de ishikawa, Gestion de operaciones,» Geo tutoriales, 2017.
- [7]. I. E. S.-V. F. O. G. G. D. López Mortarotti\*, «Implementación del metodo antierrores: POKA YOKE,»

Universidad tecnologica nacional , San rafael, mendoza,  
argentina , 2016.

[8]. L. m. O. Gutierrez, «Importancia de la metrologia al  
interior de las empresas para el aseguramiento de la calidad,»  
Universidad tecnologica de pereira, Pereira, Junio 2008.

[9]. R. benitez, «Perdida y desperdicios de alimentos en america  
latina y el caribe,» fao, p. 1, 2018.