

Implementation of DMAIC in the snacks' manufacturing process

Aplicación de la metodología DMAIC en el proceso de elaboración de snacks

Karol Ramos, Ms¹ and Denise Rodríguez, PhD¹

¹Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Ecuador, karacust@espol.edu.ec, mrodri@espol.edu.ec

Abstract— This article shows the implementation of DMAIC (define, measure, analyze, improve, and control) in an Ecuadorian Snack company. The company manufactures vegetable snacks for exportation. The first trimester of 2021, the company receives between one and four complaints from their clients per month because of the presence of crumb in the snacks. The objective of this study is to reduce the percentage of crumb in the snacks to maximum 15%. Following the DMAIC method, which stands for Define, Measure, Analyze, Improve, and Control, we collect and analyze qualitative and quantitative process data to identify the root causes and define an action plan for reducing the crumb. We found 4 root causes and for each of them an improvement plan was developed considering the constraints of the company. After implementing the improvement ideas, the presence of crumb in the snacks was effectively reduced.

Keywords—Six Sigma, DMAIC, process improvement, snacks industry.

Resumen- El presente artículo muestra la aplicación de la metodología DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar) en una empresa ecuatoriana dedicada a la elaboración de snacks vegetales para exportación. En el primer trimestre del 2021 le empresa recibió entre 1 y 4 reclamos de sus clientes al mes debido al exceso de miga presente en los snacks. El objetivo de este estudio es reducir el porcentaje de miga obtenido en el producto final a un máximo de 15%. Siguiendo los pasos de DMAIC se recolectaron y analizaron datos cualitativos y cuantitativos del proceso para luego identificar las causas raíces y así establecer el plan de acción para reducir la miga. Se evidenciaron 4 causas raíz para el elevado porcentaje de miga presente en los snacks de vegetales y para cada una de estas causas se estableció un plan de mejora de fácil implementación para la empresa. Al implementar los planes de mejora se logró reducir la presencia de miga en los snacks alcanzando porcentajes menores al 15%.

I. INTRODUCCIÓN

Las tendencias de comer saludable tienen un gran impacto hoy en día, por lo que tener a disposición un snack de vegetales saludable y rico capta la atención de los consumidores. La empresa en estudio elabora snacks de vegetales en Ecuador, el 96% de su producción es para exportación y el 4% se destina para venta a nivel nacional.

Las materias primas que se utilizan para la fabricación de los snacks son diversas tales como papas nativas andinas, barraganete, dominico maduro, yuca, zanahoria blanca, camote morado, camote naranja y remolacha.

A. Situación inicial

El proceso de elaboración de los snacks consta de seis etapas principales: rebanado, fritura, selección, almacenamiento, empaque y despacho. El almacenamiento a granel se realiza en fundas de polipropileno celestes con un peso entre 6 a 10 Kg. Mientras que el empaque final se realiza en fundas trilaminadas envasadas con aire o nitrógeno grado alimenticio y colocadas en cajas de cartón corrugado. El departamento de control de calidad realiza la liberación del empaque mediante un análisis del producto final, en el cual se realiza una clasificación de los defectos de las hojuelas presentes en las fundas empacadas. Adicional, se guardan tres contramuestras del producto para tener un respaldo en caso de algún reclamo.

Un análisis preliminar muestra que el mix de papa, mix de vegetales, zanahoria blanca, remolacha, yuca, chifle de sal y chifle dulce presentan porcentajes de miga entre 16 a 40%. La miga es considerada a hojuelas con tamaño menor a 2cm. El porcentaje que se oferta al cliente es del 15% como máximo en cada funda de producto final y por lo tanto, esto ha generado malestar entre los clientes.

A partir del primer trimestre del 2021 la empresa ha recibido entre 1 a 4 reclamos por mes, debido a que el producto final entregado al cliente presenta un porcentaje de miga elevado. Por consiguiente, la empresa decide emprender un proyecto DMAIC para reducir los reclamos de los clientes y se plantea el objetivo de reducir a un 15% el porcentaje de miga presente en el producto final en el proceso de elaboración de snacks de vegetales, mediante el uso de la metodología DMAIC. Este porcentaje representa el máximo permitido por los clientes por lo tanto se convierte en el límite superior de especificación.

En las siguientes secciones se presenta la metodología DMAIC como un proceso clave de mejora continua y la aplicación de la misma en la empresa para lograr el objetivo planteado referente a la reducción de miga. Se utilizan algunas herramientas clave para análisis de problemas como son el análisis de capacidad, el diagrama causa efecto y el análisis

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.686>

ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

modal de fallos y efectos para identificar las posibles causas del problema de presencia de migas en los snacks.

II. SEIS SIGMA –DMAIC

Seis Sigma es una estrategia que busca mejorar el desempeño de los procesos mediante la eliminación de las causas que generan errores, defectos y retrasos. El enfoque de esta metodología es cumplir las necesidades del cliente. Uno de los pilares importantes dentro de un proyecto de mejora six sigma es la metodología DMAIC en el cual la D representa a la definición del problema, M medir la situación actual, A analizar la causa raíz, I implementar la mejora y C controlar para mantener la mejora realizada. Estos pasos son de suma importancia debido a que generan un proceso ordenado que permite determinar la causa raíz y obtener un plan de mejora [1]. Cada una de las etapas de la metodología Seis Sigma son importantes por lo que [2] lo presenta de la siguiente manera:

Definir: Es la etapa inicial de la metodología, la cual mediante un grupo multidisciplinario se identifican los posibles problemas que aquejan a una empresa o proyectos de mejora. Para encontrar la definición apropiada se debe utilizar herramientas como lluvia de ideas, las 5W, entre otras.

Medir: Definido el problema se debe establecer todas las características primordiales del proceso, sus entradas y salidas, pero sobre todo las variables que afectan el desempeño del proceso en general. Con esta información se creará la base para el arranque en la toma de datos con la finalidad de saber si se está o no cumpliendo con las expectativas del cliente. Las herramientas utilizadas para esta técnica son gráficos de Pareto, graficas de control, matriz de priorización, entre otras.

Analizar: El análisis de datos obtenidos en el paso anterior es la base de esta etapa, esto se debe a que en esta fase se buscará las causas principales que están ocasionando los problemas y también las oportunidades de mejora. Esto permitirá formular hipótesis que ayudarán a definir la causa raíz del problema. Las herramientas utilizadas son diagramas de causa-efecto, diagrama de flujo, estudios de correlación, etc.

Implementar: Al utilizar las tres etapas anteriores se va a lograr definir si el problema es real y no un evento aleatorio. En esta fase se establecerá la implementación de la mejora que permita solucionar el problema definido, para lo que se utilizará lluvia de ideas, AMEF, entre otras.

Controlar: En esta etapa que se define como la fase final de la metodología se busca establecer un plan de control de la mejora que asegure que las estrategias utilizadas corrigen el problema y la mejora es eficaz y eficiente.

La metodología DMAIC ha sido ampliamente utilizada para mejorar procesos y reducir desperdicios, tal es el caso de la integración de DMAIC con eventos discretos presentado por [3]. Uno de los pilares importantes de DMAIC es la búsqueda de la causa raíz del problema definido. El análisis de causa raíz se considera como una revisión de las características y causas posibles de las fallas que se han analizado en el proceso. Esta causa debe ser identificada, entendida y permitir aplicar una acción de mejora con la finalidad de eliminarla o disminuir su

efecto. Para identificarla de debe listar todas las causas que presenta el proceso e ir las eliminando acorde a su probabilidad de ocurrencia [4].

El Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMEF) es una herramienta que se utiliza para encontrar causas raíces o prevenir problemas. La herramienta AMEF se define como un registro sistemático que toma como base principal las observaciones orientadas a identificación y evaluación de los fallos potenciales que puede tener un proceso productivo. La frecuencia y severidad de cada fallo están definidas por la naturaleza del proceso y la experiencia del personal ante cada fallo [5]. El AMEF se utiliza en muchos casos como una herramienta de DMAIC para profundizar en el análisis cualitativo y la búsqueda de la causa raíz [6].

En la siguiente sección presentaremos la aplicación de DMAIC para reducir la presencia de miga en los snacks de vegetales.

III. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC

En este apartado describiremos las herramientas utilizadas en cada fase de DMAIC y los resultados de cada una de ellas.

A. Definir y Medir

Para la definición del problema se consideraron los datos de las migas presentadas en el producto final durante 3 meses. Se analizaron estos datos y se obtuvo que la miga fluctúa entre 16 y 20% por lo que se define el problema de la siguiente manera:

Elevado porcentaje de miga presente en el producto final de snacks de vegetales, a partir del primer trimestre del 2021 el producto final entregado al cliente presenta un porcentaje de miga entre 16 a 40%, el mismo que debería mantener un margen menor o igual al 15%.

Una vez definido el problema, se recolectaron 72 datos de porcentaje de miga presente el producto final de los diferentes snacks que produce la empresa. La Fig. 1 muestra el análisis de estadística básica de los 72 datos, podemos ver que los datos se aproximan a una distribución Normal ($p > 0.05$), con un 25% de los datos es superior a 14 % llegando hasta 27%.

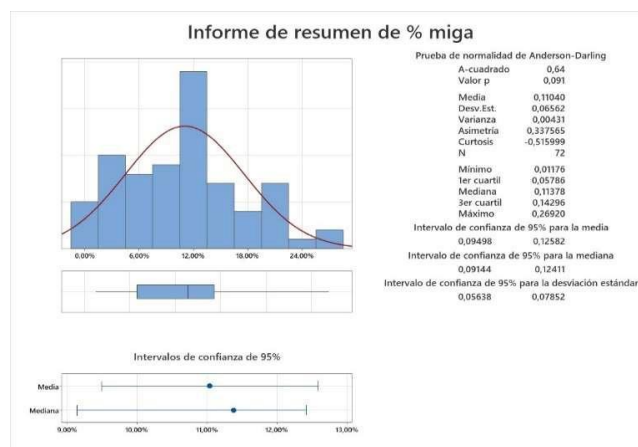


Fig. 1 Resumen Estadístico del porcentaje de miga

Posterior al análisis estadístico básico, se realizó un análisis de estabilidad de los datos utilizando una carta de control tipo I-MR (Individual and moving range). Podemos ver en la Fig. 2 que muchos datos están fuera de control como era de esperarse al ser un proceso que presenta excesivas fallas.

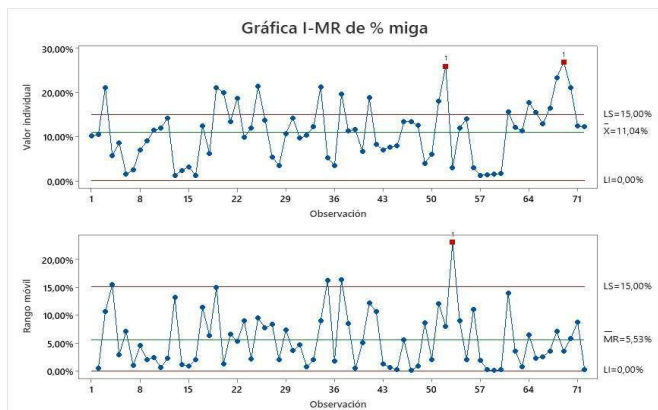


Fig. 2 Cartas de Control para el porcentaje de miga

Finalmente, realizamos un análisis de capacidad de los datos del proceso para determinar su valor de potencial de capacidad (cp) inicial del estudio. La Fig. 3 muestra el análisis de estabilidad con el gráfico y sus valores estadísticos resultando un cp de 0.51 lo que representa que el proceso no es capaz y necesita mejorarse de manera inmediata.

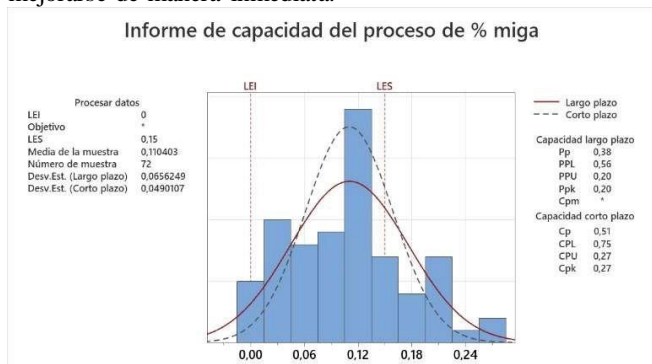


Fig. 3 Análisis de capacidad para el porcentaje de miga

B. Analizar

Para la esta fase se utilizó en primera instancia el diagrama de Ishikawa para determinar las causas más influyentes al problema de exceso de miga. Como se puede ver en la Fig. 4, se presentan las causas agrupadas de acuerdo a las 6 M (materiales, mano de obra, máquina, método, mediciones y medio ambiente). Con respecto a materiales se tiene que la materia prima llega fuera de especificaciones, con respecto a la mano de obra se tiene como causa principal la falta de capacitación del personal, con respecto a la maquinaria se presenta que el tamaño del poro de la gaveta para cernir la miga es menor a 2 cm y que los discos de rebanado no están

calibrados, con respecto al método tenemos la falta de especificación del tamaño de la miga, la forma de manipular las fundas de granel y las hojuelas, con respecto a mediciones tenemos la variabilidad en el grosor del chip y finalmente, con respecto a medio ambiente tenemos el espacio reducido para almacenamiento.

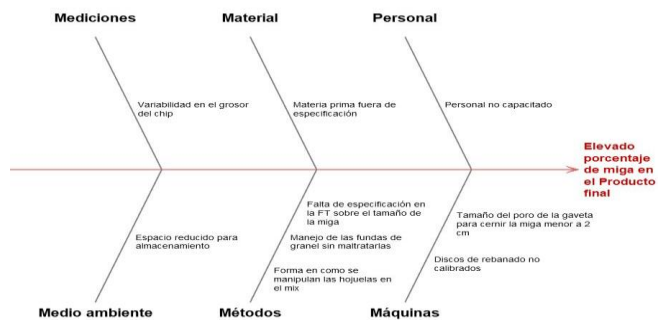


Figura 4. Diagrama de Ishikawa

Una vez obtenidas las causas potenciales del diagrama de Ishikawa, se procede a trasladar estas causas a la matriz causa y efecto la cual permitirá obtener un valor numérico del impacto que tiene cada una de ellas sobre el problema que se está tratando en este trabajo con el fin de discriminar entre las causas. Para cuantificar cada una de las causas se tomó a 5 personas como personal experto, estas personas viven el día a día dentro de la planta y saben cuáles factores en su perspectiva afectan más o menos al problema de la generación de miga. Se escogió a la monitorea de aseguramiento de calidad (Experto1), el técnico agrícola (Experto 2), el supervisor de producción (Experto 3), la capitana de línea de fritura con mayor experiencia (Experto 4) y la jefa de investigación y desarrollo (Experto 5) quienes calificaron entre 3, 6 y 9 siendo 3 la causa que menos impacta al problema y 9 la causa que más impacta al problema. La Tabla 1 presenta la matriz causa efecto realizada donde podemos observar las causas con mayor impacto que están resaltadas con color rosado y estas son: discos no calibrados para rebanar el producto, tamaño del poro de la gaveta para cernir menor a 2 cm, manejo de las fundas de granel y forma como se manipulan las hojuelas.

TABLA I
MATRIZ CAUSA EFECTO

| Variables | Variable Y | | | | | Total |
|---|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| | Experto 1 | Experto 2 | Experto 3 | Experto 4 | Experto 5 | |
| Materia prima fuera de especificación | 9 | 3 | 9 | 9 | 3 | 33 |
| Discos no calibrados para rebanar el producto | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 45 |
| Tamaño del poro de la gaveta para cernir menor a 2cm | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 45 |
| Variabilidad en el grosor del chip | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 13 |
| Personal no capacitado | 3 | 1 | 1 | 9 | 3 | 17 |
| Falla de especificación en la FT sobre el tamaño de la miga | 9 | 1 | 9 | 1 | 9 | 29 |
| Manejo de las fundas de granel sin matratarlas | 9 | 3 | 9 | 9 | 9 | 39 |
| Forma en como se manipulan las hojuelas en el mix | 9 | 3 | 9 | 9 | 9 | 39 |
| Espacio reducido para almacenamiento | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 9 |

Para profundizar en el análisis del proceso y encontrar las causas raíces del problema, se realizó un AMEF para el proceso de elaboración de snacks donde se definieron los probables modos de fallo para los diferentes pasos del proceso, los efectos y las causas de esos modos de fallo que luego se calificaron en una escala del 1 al 10. A los efectos se le califica la Gravedad (G), a las causas la Frecuencia (F) y la Detección (D) para finalmente calcular el Número de Prioridad de Riesgo (NPR) que resulta de multiplicar $G \times F \times D$. Las causas con mayor NPR son:

- La empresa no cuenta con un stock de discos de rebanado que permitan identificarlos acorde al producto a rebanar.
- La cesta para cernido de producto presenta un calado romboidal menor a 2cm.
- El personal no aplica correctamente el procedimiento de elaboración de mix.
- El personal no aplica correctamente el procedimiento de empaque.

Considerando el diagrama de Ishikawa, la matriz causa efecto y el AMEF, las causas potenciales seleccionadas que pasan a la matriz de impacto esfuerzo son:

1. Materia prima fuera de especificación.
2. Discos no calibrados para rebanar el producto.
3. Tamaño del poro de la gaveta para cernir menor a 2cm.
4. Falta de especificación en la ficha técnica sobre el tamaño de la miga.
5. Manejo de las fundas de granel sin maltratarlas.
6. Forma en cómo se manipulan las hojuelas en el mix.

La Matriz Impacto – Esfuerzo grafica en un plano cartesiano el nivel de esfuerzo requerido para atacar a la causa y el impacto que tendría eliminar esa causa en el problema principal. Como podemos ver en la Fig. 5, las causas 2, 3, 5 y 6 son las que requieren un bajo esfuerzo de implementación, pero logran un alto impacto por lo tanto son las causas elegidas para ser eliminadas y de esta manera reducir la presencia de miga en los snacks.

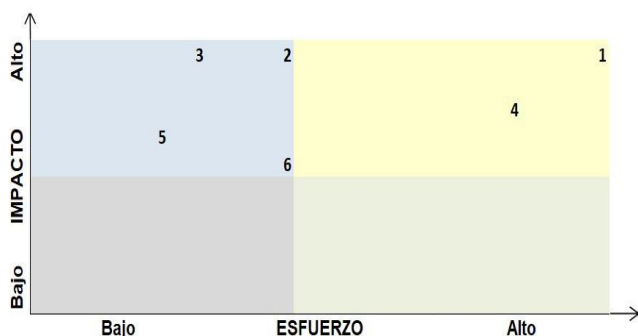


Figura 5. Matriz Impacto - Esfuerzo

Las cuatro causas preseleccionadas fueron luego analizadas a través de la observación en el campo de trabajo (Gemba) y con

la ayuda de la técnica de los 5 por qué se llegó a las causas raíces del problema. Este proceso queda en evidencia en las tablas II, III, IV y V donde se presentan las respuestas obtenidas por el personal de planta a las diferentes interrogantes planteadas. La Tabla II presenta el análisis 5 por qué de la causa 1 que es discos no calibrados. La Tabla III presenta el análisis 5 por qué de la causa 2 que es tamaño del poro de la gaveta para cernir menor a 2 cm. La Tabla IV presenta el análisis 5 por qué de la causa 3 que es la forma en la que se manipulan las hojuelas de maíz. Finalmente, la tabla V presenta el análisis 5 por qué de la causa 4 que es manejo de las fundas de granel.

TABLA II
5 PORQUÉ PARA LA CAUSA 1

| CAUSA 1: Discos no calibrados para rebanar el producto | |
|--|---|
| ¿Por qué no se pueden calibrar los discos? | Porque se utilizan para rebanar MP que tiene similar grosor y no se puede dejar en una sola medida |
| ¿Por qué no se tiene un disco específico para cada MP que este identificado? | Porque en este tiempo no se ha logrado depurar el stock de discos tanto buenos como dañados |
| ¿Por qué no se ha depurado el stock de los discos? | Porque el personal está acostumbrado a ajustar el disco que tiene a la mano y solo cuando no se puede avisar que no vale |
| ¿Por qué se tienen estas costumbres dentro de la planta? | Porque no se tenía el apoyo de los supervisores para realizar un correcto uso y solicitud de estos implementos. |
| ¿Por qué no se tenía el apoyo de los supervisores? | Porque todas las responsabilidades caían sobre un supervisor porque el otro no asumía todas las responsabilidades por falta de conocimiento |

TABLA III
5 PORQUÉ PARA LA CAUSA 2

| CAUSA 2: Tamaño del poro de la gaveta para cernir menor a 2cm | |
|--|---|
| ¿Por qué se usa una cesta plástica para cernir la miga? | Porque esta tiene poros que permiten que la miga más pequeña se cierna y no vaya en el producto de primera |
| ¿Por qué a pesar de cernir se tiene miga en el producto de segunda? | Porque los poros de la cesta son de 2 x 1,5 cm de forma romboidal, lo que permite el paso únicamente de hojuelas de un tamaño de hasta 1,5 cm |
| ¿Por qué tiene este diseño la cesta? | Porque al ser una gaveta normal que se encuentra en los materiales plásticos no está diseñada a las especificaciones planteadas en selección |
| ¿Por qué no se tiene una cesta específica para el cernido de hojuelas hasta los 2cm? | Porque hasta este estudio no se había considerado a esta causa como importante para este tema |

TABLA IV
5 PORQUÉ PARA LA CAUSA 3

| CAUSA 3: Forma en cómo se manipulan las hojuelas en el mix | |
|---|--|
| ¿Por qué se tiene en ocasiones mucha cantidad de miga en la elaboración del mix? | Porque depende mucho del tipo de producto y el lugar en donde se elabore |
| ¿Por qué depende del tipo de producto y del lugar donde se elabore? | Porque hay productos que son más sensibles que otros, como por ejemplo la papa que se triza muy rápido. Además, que si se elabora en una mesa normal se genera más miga que en la mesa designada para el mix |
| ¿Por qué se elabora en mesas normales, teniendo la mesa del mix? | Porque por cantidad de mix a veces es preferible solo hacerlo en una mesa. |
| ¿Por qué a pesar de que se tiene una mesa exclusiva para mix existe miga en las fundas de granel? | Porque la mesa para mix tiene un calado circular de 0,5 y 1,5 cm de diámetro lo que implica que hojuelas de tamaño mayor a 1,5 cm se queden en el granel de primera |
| ¿Por qué se tiene este acanalado sabiendo que se deben retirar hojuelas de hasta 2cm? | Porque cuando se elaboró esta mesa no se tenía como referencia que el tamaño de miga era de 2cm, esto por falta de comunicación entre áreas. |

TABLA V
5 PORQUÉ PARA LA CAUSA 4

CAUSA 4: Manejo de las fundas de granel sin maltratarlas

| | |
|--|---|
| ¿Por qué se puede maltratar el granel al momento de manipular las fundas? | Porque al ser hojuelas estas son sensibles a la compresión y la forma de manejar las fundas con producto puede ocasionar que las hojuelas se rompan. |
| ¿Por qué la forma de manejar las fundas ocasiona que el producto se rompa? | Porque al tomar la funda por la mitad con fuerza o apegarla contra los filos de las tolvas o apretar mucho la cinta stretch para cubrir los pallets puede ocasionar que las hojuelas se rompan y generen miga en el producto de primera |
| ¿Por qué el personal maneja de esta forma las fundas? | Porque el personal maneja las fundas sin concientización de lo que le pueden provocar al producto al no tener cuidado en su manejo |

C. Mejorar

En esta sección se presentarán las mejoras propuestas para las cuatro causas raíces escogidas en la fase de Análisis que son: discos no calibrados para rebanar el producto, tamaño del poro de la gaveta para cernir menor a 2cm, manejo de las fundas de granel sin maltratarlas y forma en cómo se manipulan las hojuelas en el mix.

El plan de mejora para los discos no calibrados se basó en realizar una depuración de los discos existentes, solicitar al área de mantenimiento una cotización acorde a la cantidad de discos necesarios para clasificarlos por producto y línea de producción.

El plan de mejora en el caso de la gaveta para cernir establece que por parte del área de mantenimiento se debe realizar un nuevo diseño, cotización y compra de gavetas con poros que permitan el paso de hojuelas de hasta 2cm.

El plan de mejora para el manejo de las fundas de granel implica generar un instructivo de manejo de fundas y socializarlo al personal mediante charlas dinámicas.

El plan de mejora para la forma de manipular las hojuelas del mix se centró en realizar una capacitación al personal a cerca de la forma en como manipular las fundas al momento de elaborar el mix y también se propuso el colocar un sistema de cernido adicional en la mesa del mix para lograr que las hojuelas de 2 cm no pasen al producto de primera.

V. RERSULTADOS Y DISCUSIÓN

Al ejecutar los planes de mejora para cada una de las cuatro causas raíces se realizó la recolección de datos por un lapso de dos meses, con la finalidad de obtener datos suficientes para evaluar si las mejoras realizadas permitieron llegar a solucionar la problemática de este estudio.

El análisis de los datos obtenidos después de la mejora establece que el porcentaje de miga se encuentra dentro del porcentaje de miga establecido que es hasta el 15%. La Fig. 6 muestra el análisis de capacidad de los datos después de implementar las mejoras.

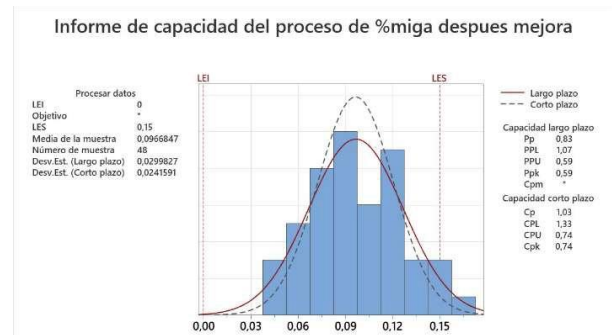


Figura 6 Análisis de capacidad para el porcentaje de miga después de la mejora

Al analizar la gráfica queda en evidencia que el cp del análisis de capacidad es de 1.03, muy superior al valor de cp de 0.51 obtenido al inicio del estudio, el cual se muestra en la Fig. 2. El cp indica que gracias a las mejoras realizadas el proceso paso de un proceso incapaz a un proceso parcialmente adecuado, lo que implica que gracias a la aplicación de la metodología DMAIC se logró definir con precisión las causas raíces y de esta manera lograr mejorar el proceso de elaboración de snacks reduciendo la variabilidad para mantener el porcentaje de miga dentro del 15%.

VI. CONCLUSIONES

A través de la aplicación de la metodología DMAIC se logró que la mayoría de los productos que maneja la empresa disminuyan su porcentaje de miga quedando dentro del rango de un máximo 15%.

El análisis inicial de la empresa determinó que la generación de miga a lo largo de todo el proceso productivo se encontraba en un proceso de clase 3 el cual necesitaba un análisis específico que permita establecer un plan de mejora.

Se determinaron acorde a la matriz causa-efecto y al AMEF 4 causas raíz para la problemática de generación de miga en el producto final que fueron: discos no calibrados, cesta de cernido con poros menores a 2cm, forma en cómo se elabora el mix, mala manipulación de las fundas de granel.

Se determinó un plan de mejora para cada una de las causas el cual permitió que 5 de los 7 productos alcancen un proceso parcialmente adecuado, cabe recalcar que faltan por instaurar varias mejoras, lo que implica que se puede llegar a tener un proceso capaz que cumple con los requerimientos del cliente.

Acorde a las mejoras implantadas en planta queda en evidencia con los resultados que el proceso de elaboración de snacks con referente al porcentaje de miga se encuentra dentro de los parámetros que se ofertan al cliente.

REFERENCIAS

- [1] H. Gutiérrez, Calidad Total y Productividad, México : McGraw-Hill, 2010.
- [2] R. Shankar, Process improvement using Six Sigma: a DMAIC guide, New York: Quality Press, 2009.
- [3] J. Ocampo y L. Pacón, «Integrando la metodología de Seis Sigma con la simulación de eventos discretos en Flexim,» de LACCEI, Panamá, 2012.
- [4] J. Castro-Castro y E. Cendales-Ladino, «Casos aplicados del análisis de causa raíz: revisión,» Ciencia e Ingeniería Neogranadina, vol. 29, n° 1, pp. 95-134, 2019.
- [5] Fundibeq, «Análisis Modal de Fallos y Efectos,» 2005. [En línea]. Available: www.fundibeq.org.
- [6] A. Barbosa y C. Rangel, «Aplicación de Seis Sigma integrado con AMEF y QFD en el proceso de fabricación y distribución de muebles,» Ingeniare, vol. 24, pp. 13-27, 2018.

TABLA A1
AMEF DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE SNACKS

| Paso del proceso | Modo de fallo | Efecto | S | Causa | O | D | NPR = S*O*D | Acciones propuestas |
|--------------------------------------|--|---|---|---|---|---|-------------|--|
| Recepción de materia prima | Materia prima que no cumple con las especificaciones de la FT | Cambio en la programación de producción | 7 | Falta de MP en campo | 5 | 2 | 70 | |
| | | Mayor tiempo en la producción de este producto | | Falta de socialización de las fichas técnicas a los proveedores | | | | |
| Pelado | Materia prima pelada en mayor tiempo al establecido | Elevada cantidad de producto pequeño que no cumple con el tamaño de la FT | 6 | Personal no capacitado | 2 | 2 | 24 | |
| Cocción | Materia prima sobrecoocida | Elevada cantidad de producto suave que se deshace en el rebanado | 7 | Personal no capacitado | 3 | 2 | 42 | |
| Rebanado | Discos no claibrados | Incumplimiento del grosor del chip | 7 | No se tiene una clasificación de los discos para cada producto | 7 | 4 | 196 | Implementar un sistema para tener la disponibilidad de discos para cada aproducto y linea de proceso |
| | Falta de discos con el grosor correspondiente a la MP a procesar | Generación de hojuelas muy pequeñas que tienden a convertirse en miga | 7 | Falta de stock de discos en la empresa | 6 | 5 | 210 | |
| Rebanado | Mal ajuste de cuchillas de la línea TJJ | Generación de producto muy fino y pequeño que se convertirá en miga | 7 | Personal no capacitado | 5 | 2 | 70 | |
| Fritura | Menor tiempo de fritura del producto | Producto con elevada humedad y suave | 4 | Personal no capacitado | 2 | 2 | 16 | |
| Selección | Cesta de cernido con poros muy pequeños | Tener hojuelas de tamaño menor a 2cm en el producto de primera | 7 | Falta de un cedaso que cumpla las especificaciones del tamaño de la miga | 7 | 5 | 245 | Diseñar una cesta con poros mayores a 2cm |
| | Diversidad de grosor en hojuelas | Excesiva cantidad de miga | 4 | Falta de capacitación al personal en selección de producto | 3 | 2 | 24 | |
| Almacenamiento a granel | Plástico estrech muy ajustado alrededor de las fundas de granel | Rutura de hojuelas en la funda de granel | 5 | Falta de capacitación al personal | 4 | 4 | 80 | |
| Elaboración del mix | Mesa de mix fuera de uso | Mayor manipulación de las hojuelas al ser mezcladas | 7 | Disponibilidad de una sola esa de mix con poros muy pequeños para el cernido del producto | 4 | 7 | 196 | Capacitar a apersonal |
| Elaboración del mix | Maltrato de las fundas de granel | Rutura de hojuelas en la funda de granel generando miga | 7 | Falta de capacitación al personal | 6 | 7 | 294 | Elaboración de un instructivo de manejo de fundas de granel |
| Empaque | Maltrato de las fundas de granel al colocar en la tolva | Rutura de las houelas antes del empaque | 6 | Falta de capacitación al personal | 6 | 7 | 252 | |
| | Fundas con poca cantidad de aire | Maltrato de las hojuelas en su empaque final generando miga en el PT | 4 | Mal sellado de las fundas de PT | 3 | 2 | 24 | |
| Almacenamiento de Producto Terminado | Maltrato de las cajas con producto final | Rutura del producto generando miga en el PT | 3 | Falta de capacitación al personal | 2 | 2 | 12 | |