

MEJORA DEL PROCESO CONTINUO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CHOCOLATERA DE UNA EMPRESA ALIMENTICIA

Madelayne Gabriela Plúas Ríos¹ Marcel Oswaldo Méndez Mantuano¹ Danny Rafael Plúas Rogel² Ángel Raúl Huayamave Rosado¹

¹ Instituto Tecnológico Superior Juan Bautista Aguirre, Ciudad de Daule, Ecuador

² Unidad Educativa Galo Plaza Lasso, Ciudad de Daule, Ecuador

madelaynepluas11@gmail.com, marcelxc6768@hotmail.com, danny_pluas00@hotmail.com, angelhuayamave10@hotmail.com

Recibido (15/01/19), aceptado (30/01/19)

Resumen: En el mundo actual de evolución constante y acelerada, se busca satisfacer a los clientes cada vez más exigentes y con necesidades específicas. Las empresas competitivas diseñan estrategias metodológicas que permiten reconocer las fallas en sus procesos productivos, y de esta forma armonizar y reestructurar de forma racional las dinámicas internas. La aplicación de la metodología DMAIC, ayudó a dar una interpretación próxima de la realidad en los procesos para la elaboración del banano recubierto con chocolate, y como estos tenían un impacto negativo en los niveles de productividad dentro de la empresa. Con la aplicación de la estadística descriptiva, de los flujogramas y de los diferentes diagramas; se logró determinar que el área "Chocolatera" (en la etapa de pesado y envasado), es donde se localizan las mayores no conformidades de los productos, por ello, fue necesaria su intervención. Los empaques vacíos, incompletos y mal sellados representan el 80% de los problemas, y fueron ocasionados por la mala calibración de la máquina de control de rayos X. La aplicación de la metodología permitió incrementar en un 56% los niveles netos de producción, estandarizar los protocolos, establecer rangos para la materia prima y controlar los límites superiores e inferiores de las características permisibles.

Palabras Claves: DMAIC, metodología, mejora, procesos, productividad

IMPROVEMENT OF THE CONTINUOUS PROCESS THROUGH THE APPLICATION OF THE DMAIC METHODOLOGY IN THE CHOCOLATERA PRODUCTION LINE OF A FOOD COMPANY

Abstract: In the current world of constant and accelerated evolution, we seek to satisfy customers increasingly demanding and with specific needs. Competitive companies design methodological strategies that allow to recognize the failures in their productive processes, and in this way harmonize and rationally restructure the internal dynamics. The application of the DMAIC methodology helped to give a close interpretation of the reality in the processes for the preparation of chocolate-coated bananas, and how they had a negative impact on productivity levels within the company. With the application of descriptive statistics, flow charts and different diagrams; it was determined that the "Chocolatera" area (in the weighing and packaging stage), is where the greatest nonconformities of the products are located, therefore, its intervention was necessary. The empty, incomplete and poorly sealed packages represent 80% of the problems, and were caused by the bad calibration of the X-ray control machine. The application of the methodology allowed to increase by 56% the net production levels, standardize the protocols, establish ranges for the raw material and control the upper and lower limits of the permissible characteristics.

Keywords: DMAIC, methodology, improvement, processes, productivity

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas buscan elevar los niveles de competitividad a través del desarrollo e implementación de los denominados sistemas de gestión, los mismos que permiten alcanzar niveles promisorios de producción; ya que la sociedad, demanda de procesos óptimos que garanticen que los productos y servicios consumidos, respondan de manera eficiente a las particularidades de sus necesidades. Para las empresas, el concepto de “mejora continua” no es solamente una filosofía plasmada en sus valores institucionales, sino, que representa una estrategia orientada a buscar programas de acción que consientan detectar las falencias en todos los niveles productivos, cuyo resultado final es la corrección o eliminación de los mismos. Este mejoramiento continuo, representa compromiso, esfuerzo y dedicación permanente, de todos quienes tienen una relación directa con la organización (Cuesta y Cira, 2008).

En las organizaciones que no poseen un sistema de mejora continua, se ha determinado que existen entre un 15 y 25% de procedimientos ineficientes, que reducen la capacidad total operativa de un determinado proceso. Por otro lado, quienes emplean estos estándares, tienen un rango de ineficiencia que oscila entre 4 y 6%. Si estos porcentajes son transformados a valores de rentabilidad, es fácil esgrimir, que una organización puede perder competitividad y poner en riesgo la estabilidad económica e incluso su propia existencia, de mantenerse inalterables dichos estándares de calidad y productividad (García et al., 2003).

La adaptación y la evolución, son dos de las constantes que comparten las empresas exitosas, ya que la mejora de los procesos no es una opción en la actualidad, es un imperativo que cala con mayor frecuencia en las organizaciones. Los elevados esquemas de calidad, son la respuesta lógica al anhelo empresarial de ofrecer productos “buenos” a los clientes, y que tuvo su génesis en la premisa de lograr la excelencia en la gestión empresarial, como el fundamento para las labores productivas (Pérez, 2016).

En la asistencia para la mejora, se ha incorporado la ciencia y la tecnología, las cuales permitirán la innovación de los productos y servicios, con la variable de la diferenciación para la conservación de la llamada “aldea global”. Por este entorno globalizado, las empresas están obligadas en mejorar internamente sus métodos que permitan establecer las causas-efecto de las problemáticas, para consecuentemente determinar las mejoras requeridas, y así lograr ventajas competitivas, flexibilidad y variedad de sus productos o servicios (Núñez et al., 2004).

Existen varios modelos que permiten evaluar

los diferentes criterios organizativos y productivos, los cuales determinan la eficiencia o no de los mismos. La aplicación de una metodología de mejora continua, es un factor preponderante si se desea incrementar positivamente los aspectos organizacionales, ya que la mayoría de ellos son moldeables y permiten su adaptación de acuerdo a cada necesidad (Núñez et al., 2004).

Las organizaciones aplican los conceptos de Seis Sigma junto con su metodología DMAIC, los cuales ayudan a determinar y resolver los problemas operacionales y estructurales en los campos de la manufactura y de servicios. El DMAIC, es una metodología que se basa en una hipótesis inicialmente planteada, y sigue un formato lógico de 5 fases que permiten: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, las etapas de un proceso aislado, o un conjunto integrado de estos procesos. En cada una de las etapas que componen la metodología, se operan diferentes herramientas analíticas que permiten revelar los efectos (positivos o negativos) específicos que integran un proceso de mejora (Ocampo y Pavón, 2012).

El Seis Sigma es una técnica de la gestión de calidad, que utiliza varias herramientas estadísticas, con el objetivo de permitir mejoras dramáticas, medibles y de alto impacto en la organización. Existen varios métodos para desarrollar esta técnica, sin embargo, los postulados generales se conservan en las diferentes variantes, convergiendo principalmente en las mismas tareas a desarrollar (Tolamatl et al., 2011).

Con estos antecedentes, el presente trabajo de investigación, abordará el análisis de los fundamentos que componen la metodología DMAIC, para posteriormente esgrimir los protocolos que ayuden a determinar las áreas de intervención de la línea de producción del banano con cobertura de chocolate, con el objetivo de optimizar recursos (tanto a nivel de mano de obra como de maquinarias), lograr el aumento de la productividad y disminuir los desperdicios derivados.

La presente investigación se divide en las siguientes secciones:

1. Desarrollo, en el cual se plantean los fundamentos básicos determinados para la metodología DMAIC, esgrimidos por varios autores
2. La Metodología detalla los protocolos realizados para aplicar los 5 pasos propuestos en el área determinada
3. Los Resultados muestran bajo un sustento numérico, el área a intervenir y los niveles productivos alcanzados, antes y después de la intervención
4. Las Conclusiones analizan los axiomas a implementar para mantener los niveles productivos alcanzados

II. DESARROLLO

La metodología DMAIC, está definida por los siguientes fundamentos (Gómez y Barrera, 2011; Saglimbeni, 2015):



Figura 1. Etapas de metodología DMAIC

1. Definir: se refiere al establecimiento de los principales problemas y sus respectivas métricas, en esta etapa se determina el alcance de la futura intervención, y previamente se establece un mapa de flujo del proceso. Adicionalmente se determinan las variables que serán medidas y posteriormente comparadas, se usa como herramienta el diagrama de Pareto, de Ishikawa, entre otros

2. Medir: en esta etapa se calcula el desempeño regular que presenta el proceso que se desea mejorar (seleccionado en base al análisis anterior), se determinan las causas-raíces potenciales que producen los problemas, y se corrigen las fuentes de variación a través de un plan de mejora

3. Analizar: una vez descritas y corregidas las fuentes de variación (teóricamente subsanadas en la etapa anterior), se identifican las variables que arrojarán los datos necesarios, que serán analizados de manera paralela entre dos lapsos de tiempos de manera comparativa (de ser factible). Para alcanzar un alto nivel de representatividad de los resultados, es necesario usar herramientas analíticas y estadísticas que proyecten resultados concluyentes y con considerable significancia estadística

4. Mejorar: para cumplir con este objetivo, se diseñan las soluciones que permitan disminuir los problemas, para ello, se implementan varias alternativas, las mismas que son sometidas a pruebas, y finalmente son validadas las soluciones. Se pueden emplear varias herramientas, entre las que se destacan: los flujogramas, los diseños de pruebas de errores, detalle de protocolos, experimentos, entre otros

5. Controlar: en esta fase se crea la arquitectura del sistema del proceso mejorado, donde se cierran las hipó-

tesis planteadas inicialmente y se estudian los errores anteriores. El objetivo institucional, será que los nuevos procesos planteados, formen parte de la conducta de todos los miembros de la organización, de tal manera, que se los documenta para que constituyan la columna vertebral de las políticas internas. Finalmente, se establecen los controles y la forma en que serán monitoreados, asegurando la implementación de los cambios propuestos

Para la elaboración del producto final “banano con cobertura de chocolate”, es imperioso que los bananos que servirán de materia prima, sean de la variedad Cavendish, la misma que se produce y se comercializa en Ecuador. El diagrama de flujo de la materia prima es el siguiente:

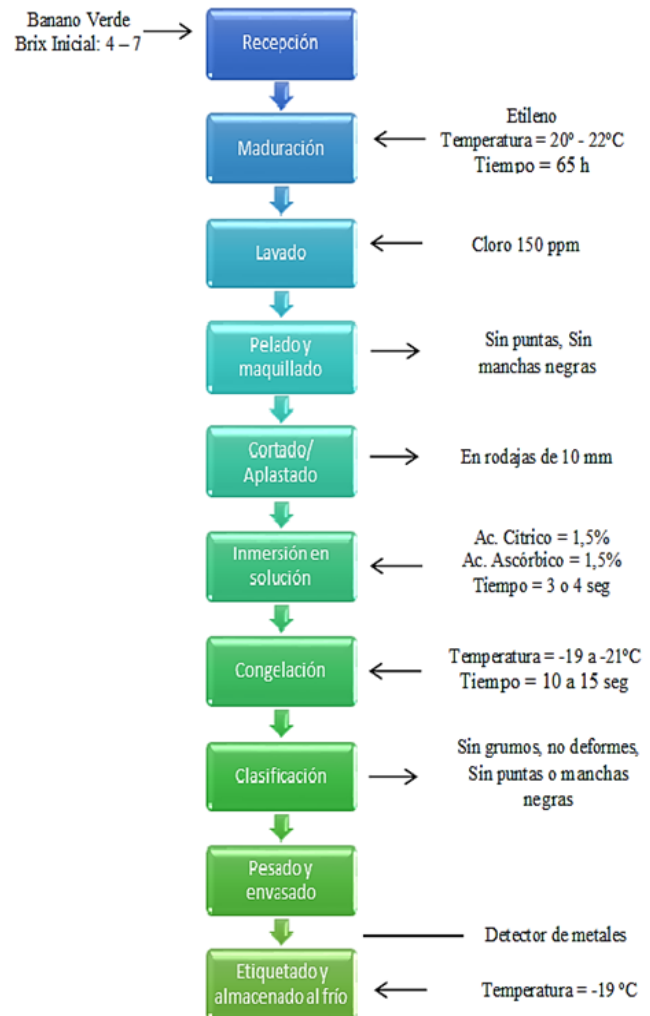


Figura 2. Diagrama de flujo del banano con cobertura

En el diagrama anterior se detallan las labores generales que se realizan en el área de IQF (desde la recepción hasta el almacenamiento en frío), donde se encuentra la etapa de “pesado de envasado”, la cual fue seleccionada para la aplicación de la metodología DMAIC, ya que en la actualidad, dentro de este proceso se generan la mayor cantidad de reclamos por productos no conformes o productos fuera de los parámetros, proporciones inadecuadas del producto, presencia de material extraño, displays sin inclusión de códigos de barras, cajas mal codificadas y empaques vacíos o fuera de especificación; por la cual, es importante conocer, evaluar e identificar los principales factores o causas que estén interviniendo, para que los niveles de productividad de la empresa sean relativamente bajos.

El procedimiento de pesado y envasado, es realizado en el área conocida como “Chocolatera”, donde se realiza el “chocolateado” y “laminado”, el primero consiste en la aplicación de varias capas de chocolate sobre los bananos que ingresan a las tinas de inmersión (con una temperatura estándar), el segundo radica en la reducción volumétrica del espesor del producto (se lo puede realizar con temperaturas frías o calientes).

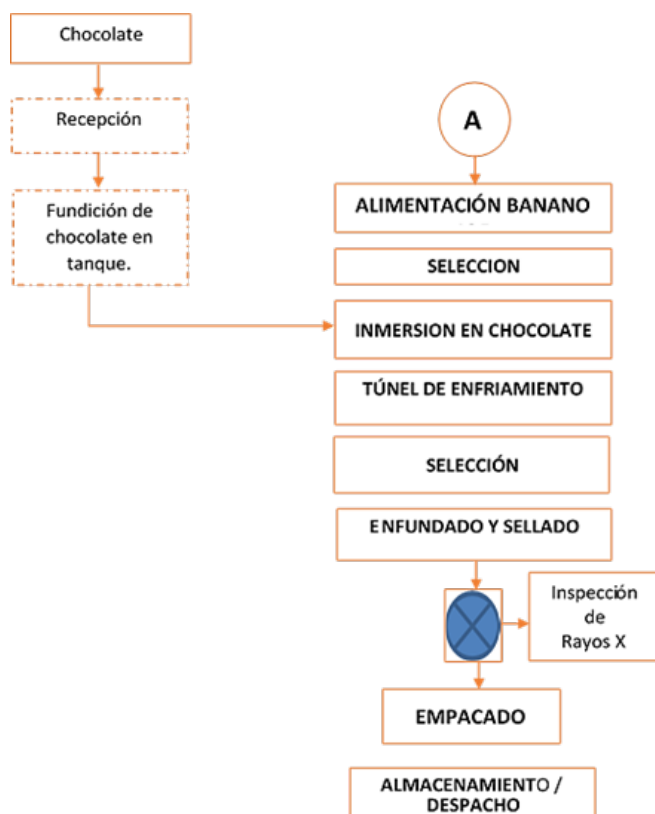


Figura 3. Diagrama de flujo del banano con cobertura, dentro de la etapa de pesado y envasado

Las consecuencias de mantener estos procedimientos, supondría el incremento del porcentaje de las no conformidades, y con ello se produzca la pérdida de confiabilidad de los clientes, con una consecuencia final en la disminución de ventas al mercado y por ende perjuicios económicos para la empresa. Por estos motivos, surge la necesidad de aplicar la metodología DMAIC, con el objetivo de obtener la mejora continua de los procesos, en la línea de producción del banano con cobertura de chocolate, y no solo entregar un producto que satisfaga los requerimientos de los clientes, sino establecer los protocolos estandarizados en el área “Chocolatera”, de tal forma, que se garantice el máximo rendimiento y optimización del proceso.

El detalle de la justificación para la intervención de la etapa de “pesado y envasado”, se los especifica en los resultados obtenidos de la investigación.

III. METODOLOGÍA

Esta investigación pretende abordar la problemática relacionada a los bajos rendimientos en el área “Chocolatera”, donde se elabora el banano con cobertura de chocolate. La recolección de datos para su posterior análisis, se lo realizará partiendo de las características propias de la materia prima y evaluando los diferentes parámetros que influyen dentro del proceso, garantizando de esta manera el adecuado conocimiento de los protocolos realizados, de sus etapas y los diferentes factores que intervienen y afectan de manera directa al área mencionada.

No se establecieron métricas con respecto al impacto económico, ya que el mejoramiento de productividad impactará en primera instancia a la calidad del producto y en su defecto a la percepción del consumidor con respecto al mismo. Quedando abierta esta hipótesis para futuros análisis.

El enfoque de la investigación es cuantitativo y cualitativo (mixto), ya que se analizan técnicas de calidad como diagramas de flujos, de Pareto y de Ishikawa, para generar y organizar ideas; y también se examinan cuadros estadísticos para medir las variables del proceso, como parte del análisis de los datos numéricos, a través de la estadística descriptiva. El diseño empleado en esta investigación es de campo. El tipo de técnica para la recolección de datos es documental, tomando como fuentes los reportes de producción y reportes de calidad. Esta investigación fue realizada, durante el periodo comprendido entre los meses de enero a septiembre del 2018, en una empresa que procesa alimentos (por motivos de confidencialidad no se detalla el nombre).

Los procedimientos realizados para aplicar la metodología DMAIC, fueron los siguientes:

Tabla I. Aspectos de la metodología DMAIC

Aspecto	Herramienta
Definir	Revisión documental de los primeros meses del año, diagrama de Ishikawa
Medir	Diagramas de flujos, diagrama de Pareto, carta de control de pesos de empaques
Analizar	Detalle del rendimiento, comparación de diagramas, pruebas de medias y de ANOVA
Mejorar	Lluvia de ideas, diseño de protocolos, detalle de rangos permitidos
Controlar	Carta de control de pesos de empaques, detalle de los ejes generales a cumplir

Se aplicó un muestreo aleatorio simple, al registro de no conformidades históricas (enero, febrero y marzo), en cada registro con errores se lo estimó con una codificación diferente entre sí, la muestra fue seleccionada con los siguientes criterios:

1. Estimador de proporciones: registro con errores (sí, no)
2. Nivel de confianza: 95%
3. Error muestral: 4% máx.
4. Varianza poblacional: 0,99

Para la determinación del tamaño de la muestra (con estimación de proporciones) se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 p (1-p)}{e^2}; n = \frac{(1,96)^2 (0,95) (0,05)}{(0,04)^2}$$

Determinándose en 114 el número de muestras de los productos a recolectar en los meses de enero, febrero y marzo, o aproximadamente 40 muestras por mes. En varios muestreos se analizaron únicamente 30 muestras, ya que las normas internas de la empresa, estimaron esta cantidad.

IV. RESULTADOS

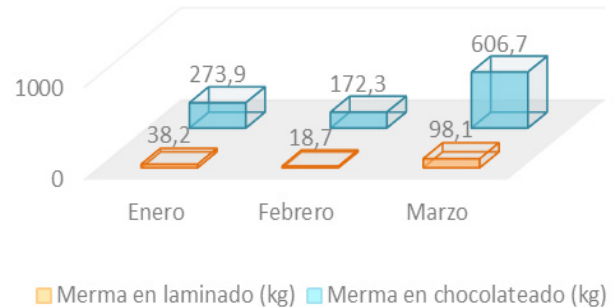
Definir

En los 3 primeros meses del 2018, se obtuvieron los siguientes niveles de producción del banano con cobertura de chocolate:

**Figura 4. Toneladas producidas en el primer trimestre del 2018**

tre del 2018

A continuación, se muestra los indicadores operacionales de las mermas (en kg) producidas durante los tres primeros meses del año 2018:

**Figura 5. Mermas en laminado y chocolateado**

El porcentaje que representa la merma total (chocolateado + laminado), tomando como referencia el total de producción, es del 8, 10 y 8% para los meses de enero, febrero y marzo, respectivamente. Posteriormente se realizó el muestreo de 30 diferentes empaques (por día), en 19 días entre los meses indicados, determinándose las siguientes no conformidades:

Tabla II. Frecuencia y porcentaje de las no conformidades

No conformidades	Frecuencia	%	% acum
Empaque vacíos	251	44%	44%
Empaques incompletos	147	26%	70%
Empaques mal sellados	81	14%	84%
Empaques con más unidades	73	13%	97%
Empaques con unidades defectuosas	18	3%	100%
Total de defectos	570	100%	

Adicionalmente se realizó una entrevista con el jefe de planta, con el objetivo de identificar las principales causas que podrían estar afectando los niveles de producción, posteriormente se elaboró el siguiente diagrama de Ishikawa:

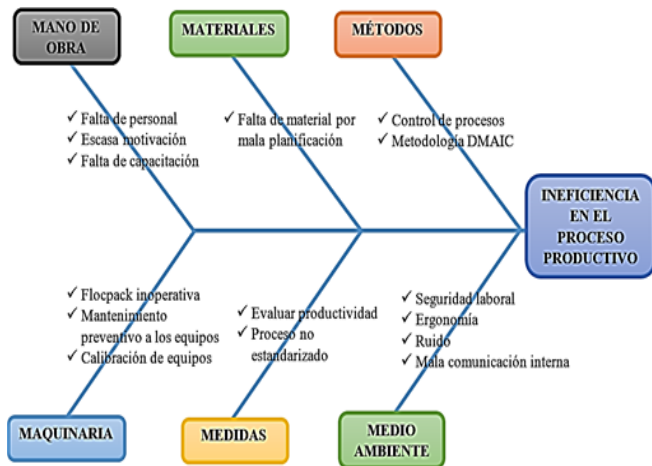


Figura 6. Diagrama de Ishikawa

Los procesos que determinan los niveles de mermas, y de las no conformidades, se ejecutan en la fase de pesado y envasado, las cuáles se realizan en el área la “Chocolatera”, por ello, se estableció que los procedimientos de mejora que aborda la metodología DMAIC, se los debe realizar en esta área (de manera preferencial, no única).

Medir

La ley empírica de Pareto, indica que el 20% de los factores o causas, provocan el 80% de los problemas, esta estimación es usada como una herramienta de calidad, que busca ese 20% de las causas más influyentes; ya que al determinarse, se pueden diseñar estrategias integrales para la corrección de las fallas (Bonet, 2005). Por lo cual, con los datos obtenidos de la tabla II, se obtuvo el siguiente diagrama de Pareto:

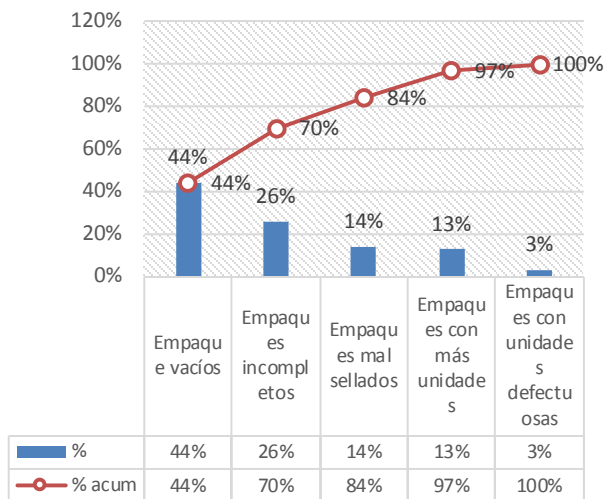


Figura 7. Diagrama de Pareto de las no conformidades

En base a la ilustración 7, se infiere la necesidad de diseñar protocolos estandarizados para reducir: los empaques vacíos, incompletos y mal sellados, ya que estos tres factores suman el 84% de no conformidades. Con los datos expuestos anteriormente y con el análisis del flujo de los procesos, se realizaron los siguientes ajustes (en cada una de las no conformidades):

1. Empaques vacíos, se calibró correctamente el equipo de rayos X, el cual determina, si en cada uno de los empaques se encuentra la cantidad y la forma requerida del producto industrializado; finalmente son separados sino poseen las especificaciones requeridas
2. Empaques incompletos, para la reducción de este aspecto, se redujo la velocidad de la banda que transporta los bananos que eran chocolateados y laminados
3. Empaques mal sellados, fue necesario la calibración de la selladora
4. Empaques con más unidades, la reducción de la velocidad de la banda, permitió que los operarios de la línea, logran establecer el número correcto de unidades de producto por cada empaque
5. Empaque con unidades defectuosas, fue necesaria la capacitación del personal de la línea de producción,



Figura 8. Línea de producción

Al realizarse la respectiva “carta de control de pesos de empaques”, a 40 cajas que sirvieron como la muestra estadística, se recogieron los datos del número de empaques por caja y peso de cada caja, y se determinó que el 23% tiene una variación con relación a los límites superiores (UCL), e inferiores (LCL), que estima el análisis estadístico.

Analizar

Para medir la eficiencia de las medidas adoptadas para reducción las no conformidades, se la realizó a través del rendimiento diario del producto procesado (RDPP) del banano con cobertura de chocolate, este se lo determina de la siguiente manera:

$$RDPP = \frac{kg \text{ de bananos con cobertura sin defectos}}{kg \text{ de banano retirado}} * 100$$

La estimación de RDPP, se la realizó en primera instancia durante 15 días en los cuales no se aplicaron los correctivos, y posteriormente en 15 días en los cuales los correctivos se aplicaron, teniéndose para ambos casos los siguientes porcentajes:

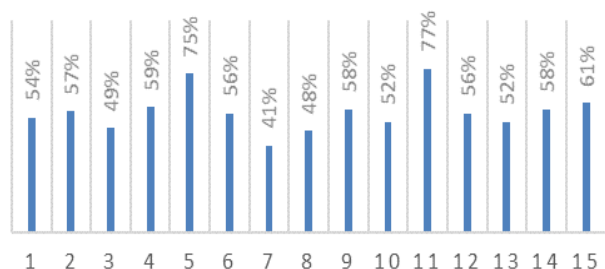


Figura 9. RDPP 1 sin correctivos

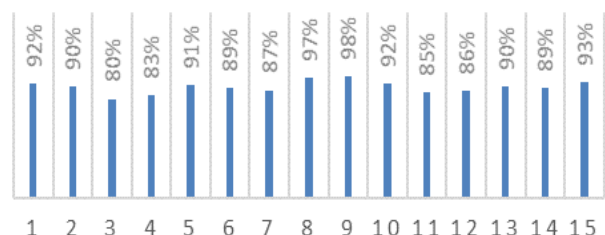


Figura 10. RDPP 2 con correctivos

Para la empresa, los porcentajes RDPP por encima del 80% son considerados como aceptables. Según la ilustración 9, los niveles de producción se encontraban por debajo del límite estimado, lo que se traduce en mayores mermas y menores niveles de rentabilidad. Al aplicarse las mejoras, todos los porcentajes de RDPP, se encuentran por encima del porcentaje referencial.

Se realizó la prueba de ANOVA a los dos RDPP, para determinar si existe una significancia estadística entre ellos, determinándose lo siguiente:

Tabla III. ANOVA de los 2 RDPP

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. "C"	5% (*)	1% (**)
Tratamiento	1	7970,7	7970,7	145,35**	4,2	7,64
Error	28	1535,47	54,83			
Total	29	9506,17				

La prueba de ANOVA, esclareció la alta significancia estadística (**) entre los dos RDPP, es decir, el RDPP 2 (con los correctivos), tiene un mejor comportamiento productivo que su contraparte RDPP 1. El promedio de RDPP 1 es de 57% y del RDPP 2 de 89%, existiendo un incremento del 56% en los niveles netos

de producción, lo cual, es un notable crecimiento, si este indicador es transformado a valores económicos. Como fue mencionado anteriormente, el 44% de las no conformidades fue por empaque vacíos, originados por la deficiente calibración de la máquina de rayos X, por ello, se efectuó un análisis individual de los niveles anteriores y posteriores a la intervención. Para esto se realizó el muestro de 30 empaques en 4 diferentes días (120 unidades en total), donde 18 únicamente no tenían el producto, es decir el 15% de los empaques presenta este defecto de producción. Hay que señalar, que la sola calibración no redujo los altos niveles de empaques vacíos, sino la adopción de medidas integrales (se detallan en los siguientes ítems), las cuales dieron los resultados positivos esperados.

Mejorar

Después de comprobarse que los cambios realizados tuvieron un impacto significativo en el incremento de la productividad, se realizaron varias reuniones con diferentes técnicos del área, para estandarizar el proceso, estableciéndose el siguiente protocolo de operatividad:

1.Alimentación: la alimentación de banano es una operación que se la realiza manualmente, el mismo que ingresa por la banda de selección

2.Preparación de chocolate fundido para cobertura: antes de la puesta en marcha del equipo, se verifica el tablero de control, una vez energizado el tablero, se presiona el botón del agitador o hélice de mezcla del tanque pulmón. Se procede a encender el caldero y la bomba de agua caliente, que inicia con una temperatura de 58°C, y recorre por las tuberías hasta llegar al encamisado del tanque pulmón con una temperatura final entre 40°C a 45°C, siendo esta temperatura, la necesaria para fundir el bloque de chocolate. El chocolate fundido pasa por las tuberías que están conectadas hacia la tina de cobertura a una temperatura entre 42°C a 45°C

3.Recepción del producto en proceso: se recibe el producto en proceso del banano en paletas, este debe estar a una temperatura de -18°C

4.Selección: el banano cae en la banda transportadora de poliuretano, en la cual, se clasifica y se desecha el producto que no esté apto para ser procesado

5.Inmersión en chocolate: el producto seleccionado pasa a la malla metálica, e ingresa directo a una tina sumergible con cobertura de chocolate, la misma que está a una temperatura entre 42°C a 45°C, y cubre la parte inferior y superior del banano por un tiempo 3 segundos

6.Enfriamiento: el producto ingresa al túnel de enfriamiento que se encuentra a 0°C, por un tiempo de 2 minutos aproximadamente

7. Envasado: el producto pasa por el sistema de envasado, donde se ejecuta el siguiente paso (previo al empacado):

- a) Pasa por un primer sensor que cuenta el producto para empacar
- b) Pasa por un segundo sensor de parada de producto (ya contabilizado)
- c) El tercer sensor envía una señal para el arranque de máquina empaquetadora
- d) Y el cuarto sensor que envía señal solicitando producto

8. Envoltura (máquina empaquetadora): la envoltura del producto (previamente contabilizado), se la realiza en una máquina envolvente que consta de mordazas longitudinales y transversales


9. Rayos X: terminada la etapa anterior, el producto es pasado por rayos X, donde se determina que dentro de los empaques tiene el producto elaborado

10. Embalado: el embalado se realiza de forma manual, los operadores introducen las fundas en las cajas plegadizas acorde a las especificaciones del cliente. Las cajas plegadizas pasan por un codificador electrónico, que imprime en cada caja el número de lote, número de caja, orden de producción, fecha de elaboración y la fecha de expiración. Por requerimiento de cliente, el embalado puede ser al granel, para ello, se colocan las funditas del producto directo en el master, o para el bano en paleta cubierto en chocolate, puede ir directo al master con una protección de una funda de polietileno

11. Almacenamiento/despacho: los master son rápidamente llevados a la cámara de frío que se encuentra a una temperatura -20°C, son colocados en el área señalizada para los productos considerados como alérgenos

Adicionalmente se establecieron los rangos que deben tener el bano para ser considerado como aceptable:

Tabla IV. Rango de principales características

Característica		Valor máx. (gr)
Medidas del bano	Diámetro (cm)	2,5 – 3,0
	Espesor (cm)	1,0
	Mancha, restos, pegados	20
	Irregulares	250
	Regulares	750
Forma requerida		
		

Controlar

Para determinar si es que las mejoras realizadas, tuvieron repercusión en los operarios de la línea, se realizó nuevamente la “carta de control de pesos de empaques” a 47 cajas-muestras (# de empaques por caja y peso de la caja), 6 semanas posteriores a los resultados anteriormente expuestos.

ques” a 47 cajas-muestras (# de empaques por caja y peso de la caja), 6 semanas posteriores a los resultados anteriormente expuestos.

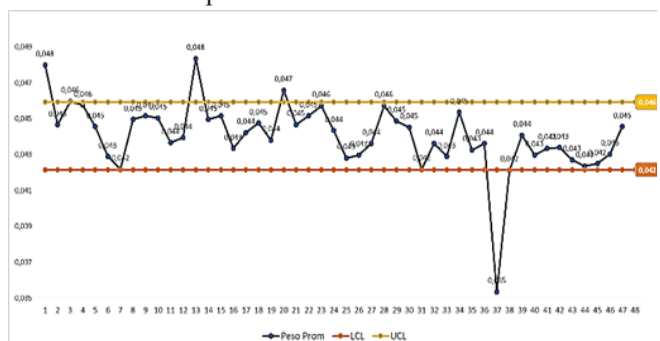


Figura 11. Carta de control de peso de empaques

El promedio del número empaque por cajas fue de 233,3 y del peso de las cajas de 10,25 kg, con una desviación estándar de 10,98 para el número de empaques y de 0,012 para el peso de las mismas. El límite superior (UCL) es de 0,046 y el límite inferior (LCL) es de 0,042. Existen 3 puntos aislados arriba del UCL y 1 por debajo del LCL, es decir 4 cajas o un 9% no presentan el peso correcto. Este porcentaje es significativamente menor al 23% inicialmente calculado.

Finalmente se realizó capacitaciones a los operarios y jefes de línea, para socializar los nuevos protocolos a realizarse, así como las nuevas políticas de la planta de producción, las cuales, fueron derivadas por el análisis de los resultados logrados con la aplicación de la metodología DMAIC. Entre las que se resaltan:

1. El seguimiento semanal del UCL y del LCL, por parte del jefe de línea
2. Seguimiento de los porcentajes de las no conformidades
3. Mayor frecuencia en la calibración de los equipos
4. Capacitar al personal nuevo, sobre los procedimientos y protocolos para una efectiva producción
5. Realizar los correctivos adecuados en un tiempo prudencialmente corto
6. Mostrar en zonas visibles, las características que debe tener la materia prima
7. Realizar un plan de incentivos, para el personal que reduce los porcentajes de mermas

V. CONCLUSIONES

Se aplicó la metodología DMAIC en la línea de producción para la elaboración del bano con cubierta de chocolate, se utilizó la estadística descriptiva, el análisis de técnicas para la calidad, y la organización de ideas a través de los diagramas de Pareto y de Ishikawa.

Con el análisis de los niveles de mermas, y de las no

conformidades, en los meses de enero, febrero y marzo del 2018, se estableció que en el área denominada “Chocolatera”, se deben aplicar los procedimientos de mejora que aborda la metodología DMAIC.

El incremento fue del 56% en los niveles netos de producción.

Se redujo en 29% las no conformidades por empaques vacíos.

Se elaboró la estandarización del proceso productivo para la elaboración del banano con cubierta de chocolate.

Se determinaron los rangos para la materia prima que será utilizada en la producción.

Se redujo al 9% el número de cajas que no poseen el peso correspondiente.

Se capacitó al personal técnico y operativo de la planta.

También es preciso mencionar, que los equipos tecnológicos que se encuentran en los límites de su vida útil, no responden a las necesidades empresariales de la manera más satisfactoria, ya que existen suspensiones de las labores para arreglar los desperfectos exteriorizados, por ello, es improbable que los resultados obtenidos en la investigación, sean reducidos con otro tipo de metodologías, ya que la eficiencia en los procesos, viene acompañada de los instrumentos tecnológicos que permitan desarrollar estas pesquisas metodológicas. En Ecuador y en varios países de América Latina, persiste la disyuntiva “hacer lo que se pueda, con lo que se tiene”, dado que los responsables de las empresas, no realizan el efectivo análisis de costo-beneficio de la modernización de las maquinarias, lo que representaría una reducción de las mermas y mayor confiabilidad en los productos elaborados.

El vigente paradigma productivo, busca la ampliación de las ofertas (principalmente las exportables), el incremento de los estándares de productividad y calidad. Para cumplir con estos objetivos, el país requiere de técnicos altamente cualificados, que sean capaces de entender las dinámicas productivas propias de cada sector y que acompañen técnicamente a las empresas en la consecución de estas metas; además, que diseñen metodologías orientadas a la producción, con características únicas dentro de sus núcleos empresariales, las cuales permitirán conocer las realidades propias y plantear estrategias de mejoras (Méndez et al., 2018).

VI. REFERENCIAS

[1] Cuesta, M.; Cira, I. (2008). Metodología para la mejora de los procesos del sistema de gestión de la calidad de la gerencia de proyectos de ETECSA. *Ingeniería Industrial*, 29 (3), pp. 1 – 7.

[2] García, M.; Quispe, A.; Ráez, C. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Industrial Data*, 6 (1), pp. 89 – 94.

[3] Pérez, Y. (2016). La mejora continua de los procesos en una organización fortalecida mediante el uso de herramientas de apoyo a la toma de decisiones. *Revista Empresarial*, 10 (1), pp. 9 – 19.

[4] Núñez, L.; Vélez, M.; Berdugo, C. (2004). Aplicación de una Metodología de Mejora de Procesos basada en el Enfoque de Gestión por Procesos, en los Modelos de Excelencia y el QFD en una empresa del sector de confecciones de Barranquilla (Colombia). *Ingeniería & Desarrollo. Universidad del Norte*, 16, pp. 45 – 58.

[5] Ocampo, J.; Pavón, A. (2012). Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim. Tenth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2012). “Megaprojects: Building Infrastructure by Fostering Engineering Collaboration, Efficient and Effective Integration and Innovative Planning” July 23 - 27, 2012 Panama City, Panama. Recuperado de <http://laccei.org/LACCEI2012-Panama/ReferedPapers/RP147.pdf>

[6] Tolamatl, J.; Gallardo, D.; Varela, J.; Varela, E. (2011). Aplicación de Seis Sigma en una Microempresa del Ramo Automotriz. *Conciencia Tecnológica*, 42, pp. 11 – 18. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/944/94421442003.pdf>

[7] Gómez, M.; Rodrigo, A.; Barrera, S. (2011). Seis Sigma: un enfoque teórico y aplicado en el ámbito empresarial basándose en información científica. *Biblioteca Digital Lasallista/Corporación Universitaria Lasallista*. Recuperado de <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/515/1/13.%20223-242.pdf>

[8] Saglimbeni, E. (2015). Aplicación de metodología DMAIC (Six Sigma) para la reducción de reproceso de información estadística de control nutricional [Tesis de grado]. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/97941/D-CD71865.pdf>

[9] Bonet, C. (2005). Ley de Pareto aplicada a la fiabilidad. *Revista de Ingeniería Mecánica*, 8 (3), pp. 1 – 9. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2251/225118188010.pdf>

[10] Méndez, M.; Solís, M.; Morales, M. (2018). La formación dual y el cambio de la matriz productiva del Ecuador. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 2, pp. 91 – 100. Recuperado de <http://www.uct.unexpo.edu.ve/index.php/uct/article/view/846/692>