

Estandarización del Peso Neto del Producto en una Empresa de Lácteos Mediante Control Estadístico de Procesos

N. Santiago Olivares^{#1}, S. M. Gutiérrez García^{#2}, F. G. Arriaga López^{*3}, C. Beltrán Hernández^{&4},
S. Iñiguez Gómez^{#5}

[#]Tecnológico Nacional de México: Departamento de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Arandas, Jalisco, México

^{*}Tecnológico Nacional de México: Departamento de Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Arandas, Jalisco, México

[&]Tecnológico Nacional de México: Departamento de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Arandas, Jalisco, México

¹norberto.santiago@arandas.tecmm.edu.mx, ²maye-america@hotmail.com,

³fabi.arriaga@arandas.tecmm.edu.mx, ⁴celina.beltran@arandas.tecmm.edu.m,

⁵samuel.iniguez@arandas.tecmm.edu.mx,

Resumen— Un proceso industrial está sometido a una serie de factores de carácter aleatorio que hacen imposible fabricar dos productos exactamente iguales. Dicho de otra manera, las características del producto fabricado no son uniformes y presentan una variabilidad. Esta variabilidad es claramente indeseable y el objetivo ha de ser reducirla lo más posible o al menos mantenerla dentro de unos límites. El Control Estadístico de Procesos es una herramienta útil para alcanzar este objetivo. La finalidad del proyecto fue desarrollar el control estadístico de procesos en el pesaje del producto terminado, para resolver la problemática que presenta la empresa en el peso de sus productos, para así aumentar la calidad y el mejor rendimiento en todos los procesos productivos a través de un análisis estadístico y conseguir una estabilidad de peso neto de sus quesos panela, cheddar y adobera, para reducir las mermas y no regresar el producto al reproceso. Los resultados fueron satisfactorios, se consiguió una reducción del 70% en mermas y reprocesos (dato señalado por la empresa en cuestión). También se utilizaron diagramas causa-efecto en cada etapa del proceso para conseguir el objetivo deseado.

Palabras clave—Lácteos, fabricación, calidad, variabilidad, cartas de control.

I. INTRODUCCIÓN

El enfoque principal del estudio fue desarrollar el control estadístico de proceso con la finalidad de resolver los problemas encontrados en la empresa Quesos Navarro en el Municipio de Tepatitlán, Jalisco, en el área de producción, tomando en cuenta sub-áreas donde se encontró el problema, las cuales son moldeado, prensado, desmolde y empaque al vacío donde se hizo un análisis de todo el proceso de la elaboración de los productos, analizando los equipos de medición que se utilizan para pesarlos y se realizaron varios muestreos en subgrupos de 5 unidades, los cuales permitieron crear diversos formatos de bases de datos en hojas de cálculo de Excel para monitorear el proceso.

El trabajo consistió en analizar desde los equipos, las básculas de pesaje (si éstas se encontraban calibradas o no), la calibración de básculas, determinar cuáles eran las causas del problema por medio de muestreos, diagnosticar el proceso de producción y realizar una base de datos mediante una verificación interna obteniendo la variabilidad del proceso. Realizar muestreos del peso neto del producto terminado, establecimiento de límites críticos de control utilizando cartas de control para evaluar el proceso, realizar los análisis de las causas de variación, aplicar diagramas causa-efecto para identificar las causas de variación de peso e implementación de medidas correctivas. Con la finalidad de mejorar la calidad del producto terminado, evitar el reproceso y reducir las mermas, se corrigieron los problemas detectados en el análisis de causas de variación.

II. EL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS

El Control Estadístico de Procesos es un conjunto de técnicas estadísticas destinadas a hacer un seguimiento, en tiempo real, de la calidad que ofrece un proceso. El resultado de dicho proceso puede ser un artículo o un servicio. El Control Estadístico se realiza sobre una o varias variables que estén relacionadas con la calidad del artículo o servicio de interés [1].

La carta de control es la herramienta más poderosa del Control Estadístico de Procesos (CEP). El CEP en línea es la mejor herramienta para lograr la estabilidad del proceso y mejorar la capacidad de éste mediante la reducción de la variabilidad [2]. La carta (Fig. 1) contiene una línea central (LC) que representa el valor promedio de la característica de calidad correspondiente al estado bajo control (esto es, cuando solo están presentes causas aleatorias). Las otras dos líneas horizontales, el límite superior de control (LSC) y el límite inferior de control (LIC), también se muestran en la carta. Estos límites se escogen de modo que, si el proceso está bajo control, casi todos los puntos muestrales se encuentran entre ellos [3].

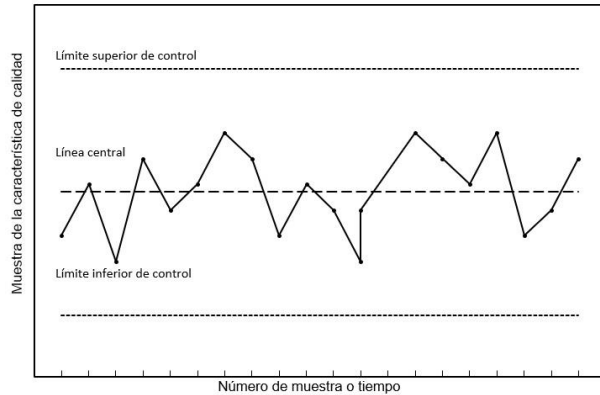


Fig. 1. Ejemplo de una carta de control

El proceso se supone bajo control siempre y cuando los puntos de la gráfica se encuentren dentro de los límites de control, con lo que no es necesario emprender ninguna acción. Sin embargo, un punto que esté fuera de los límites de control se interpreta como evidencia de que el proceso está fuera de control, por lo que se requieren la investigación y la acción correctiva para encontrar y eliminar la causa o causas asignables responsables de este comportamiento. Los puntos muestrales de la gráfica usualmente están unidos con líneas rectas (Fig. 1), de modo que sea más fácil visualizar la forma en que la secuencia de puntos evoluciona en el tiempo [4].

Aun cuando todos los puntos de la gráfica se encuentren dentro de los límites de control, si se comportan de manera sistemática o no aleatoria, entonces esto es un indicador de que el proceso está fuera de control.

Es posible dar un modelo general de una carta de control. Sea W un estadístico muestra que mide alguna característica de calidad en la que se tiene interés, y supóngase que la media de W es μ_W y la desviación estándar de W es σ_W . Así, la línea central, superior e inferior de control son:

$$LSC = \mu_W + k\sigma_W \quad (1)$$

$$LS = \mu_W \quad (2)$$

$$LIC = \mu_W - k\sigma_W \quad (3)$$

donde k es la “distancia” de los límites de control a la línea central, expresada en unidades de desviación estándar. Esta teoría general de las cartas de control fue propuesta por primera vez por el doctor Walter A. Shewhart, y las cartas de control desarrolladas de acuerdo con estos principios se conocen como cartas de control de Shewhart [5].

Se implementó el control estadístico de procesos para identificar las causas de variación en el proceso de envasado del producto leche de Marsella en su presentación de 1 litro, determinando que el proceso es inestable pero capaz y si se realizan las acciones pertinentes para su mejora puede ser un proceso de clase mundial [6].

En el análisis estadístico realizado, en una línea de leches saborizadas enlatadas de la empresa Laits S. A. en Lima, Perú, se evidenció que el proceso para la variable en estudio “peso”, no era estable ni capaz para cumplir con las especificaciones,

por lo que se elaboró un manual estadístico para poder detectar cualquier desviación y tomar acciones cuando se presenten eventos que afecten la variable en estudio [7].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Diagnóstico del proceso

Se realizó un recorrido dentro de la empresa para así poder conocer el proceso que se maneja para la elaboración de sus productos, se elaboró un diagrama de flujo con cada uno de los parámetros y tiempos utilizados en la producción.

B. Calibración de equipos

La empresa cuenta con pesas de 200, 500 y 1000 gr, dichas pesas se encuentran certificadas. Con una de ellas se realizaron 25 muestreos en 8 básculas obteniendo así un total de 75 muestras por báscula, dando un total general de 600 muestras; de esta manera los resultados fueron significativos y así poder determinar la situación de las básculas. Una vez capturados los resultados obtenidos se sacó su promedio, varianza, desviación estándar, máximo, mínimo y sus respectivas gráficas, dichos resultados se presentaron al área de mantenimiento para que tomaran las medidas correspondientes para proceder a la calibración de los instrumentos de medición.

Presentados los resultados el personal de mantenimiento se dio a la tarea de calibrarlas, una vez realizada dicha actividad por el personal correspondiente, se realizó nuevamente el mismo muestreo de 75 por báscula obteniendo así diferencias comparándolas con el antes y el después. Se realizó e implementó un formato de verificación de básculas y la calibración de las mismas se estableció que se hiciera cada mes. Cabe mencionar que se consultó la NORMA Oficial Mexicana NOM-038-SFCI-2000, Pesas de clases de exactitud E1, E2, F1, F2, M1, M2 Y M3, determinando así el tipo de pesa con la que se contaba y poder definir los límites máximos y mínimos permitidos en las básculas.

C. Muestreo de peso en producto terminado

Se realizaron muestreos (Fig. 2) en lotes completos para así poder determinar si el peso variaba al transcurrir el tiempo y observar cómo se comportaba al inicio, mitad y final de la tina, en algunos muestreos daba un total de 480 muestras. Se llevó a cabo esta actividad en diferentes tipos de quesos y en cantidad de muestreo diferentes, en el caso de cheddar se muestrearon 5 lotes, en adobera 3 y finalmente en panela otros 3 lotes (Fig. 2). Como se mencionó anteriormente se realizó en dos áreas, la primera fue en llenado de moldes y la segunda en desmolde, se daba continuidad al lote en el caso de cheddar y panela, el desmolde se realizaba al día siguiente del llenado de moldes esto con la finalidad de desuerar.

Se tomaba registro de cada uno de los pesos de los quesos en el área de llenado de moldes, al día siguiente se realizaba el mismo procedimiento en el área de desmolde tomando dos pesos: peso con molde y peso sin molde, el cual se designaron como peso inicial y peso final respectivamente. En la Fig. 2 se presenta un ejemplo de muestreo del peso en desmolde para queso panela. En la Fig. 3 se presentan los cálculos para

establecer los límites de control inferior y superior del mismo muestreo de la Fig. 2 tomando un valor de $k = 3$ en las ecuaciones 1 y 2 mostradas en la sección II. En la Fig. 4 se muestra la carta de control obtenida para el mismo caso que las Fig. 1 y 2. Una vez obtenido este peso se procedía a realizar el ajuste de pesos, el personal de dicha área realizaba el ajuste de peso con un pequeño cuchillo en donde le quitaba el peso sobrante y a su vez daban la forma adecuada al queso. Después del ajuste de peso se realizaba el siguiente registro de peso obteniendo así dos resultados por cada queso, se tomaba el registro como peso inicial y peso en producto terminado. Luego después, el producto pasaba a la siguiente área que es empaquetado al vacío.

El queso que llegaba a desmolde con bajo peso (por debajo del límite mínimo del peso establecido en la norma 002), era rechazado y se reprocesaba en el lote siguiente.

No. muestra	peso en gr				Media i	R _i	s _i	
1	389	387	396	392	390	390.8	9.0	3.42
2	398	390	390	393	397	393.6	8.0	3.78
3	390	396	396	397	390	393.8	7.0	3.49
4	397	393	395	378	394	391.4	19.0	7.64
5	383	397	397	387	390	390.8	14.0	6.18
6	384	383	385	393	399	388.8	16.0	6.94
7	397	385	396	393	391	392.4	12.0	4.77
8	398	394	384	393	399	393.6	15.0	5.94
9	397	393	395	394	383	392.4	14.0	5.46
10	397	397	398	395	398	397.0	3.0	1.22
11	396	399	394	392	390	394.2	9.0	3.49
12	396	398	391	388	389	392.4	10.0	4.39
13	397	392	386	394	400	393.8	14.0	5.31
14	394	396	400	399	388	395.4	12.0	4.77
15	395	398	398	397	394	396.4	4.0	1.82
16	398	386	396	395	399	394.8	13.0	5.17
17	395	395	392	390	398	394.0	8.0	3.08
18	396	393	389	391	386	391.0	10.0	3.81
	SUMA				7076.6	197.0	80.7	

Fig 2. Ejemplo de muestreo en desmolde de queso panela de 400 gramos

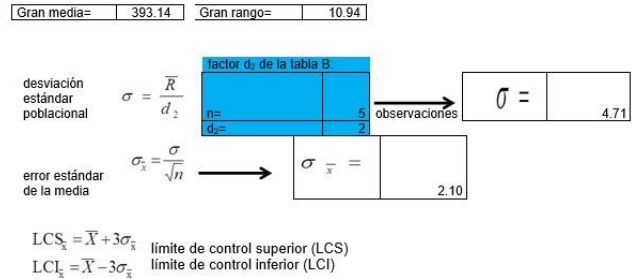


Fig. 3. Cálculos para establecer los límites de control.

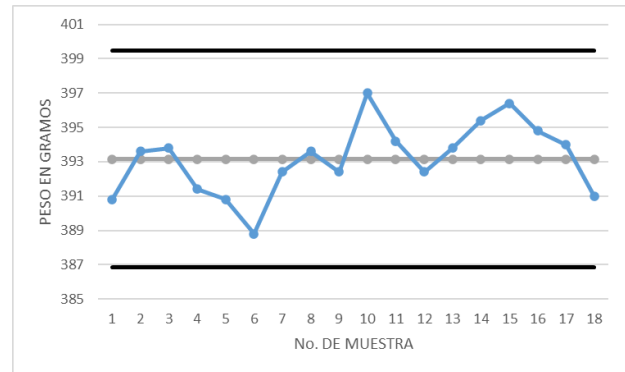


Fig 4. Carta de control X-R obtenida para el queso panela de 400 gramos

D. Identificación de las causas de variación

Para analizar las causas de variación del peso neto de los productos, fue necesaria una junta con los encargados de cada área, se presentaron los resultados obtenidos de las básculas y muestreo del peso; una vez expuestos dichos resultados se hizo una lluvia de ideas para realizar el diagrama de Ishikawa y un plan de trabajo y así poder atacar los puntos críticos que estaban afectando el peso neto del producto terminado (Fig. 5).

E. Implementación de medidas correctivas

Una vez que se realizaron todas las actividades antes mencionadas se aplicaron las medidas correctivas, tomando en cuenta los puntos que se determinaron en el diagrama de Ishikawa y se fueron realizando punto por punto hasta lograr el peso neto estándar de los productos.

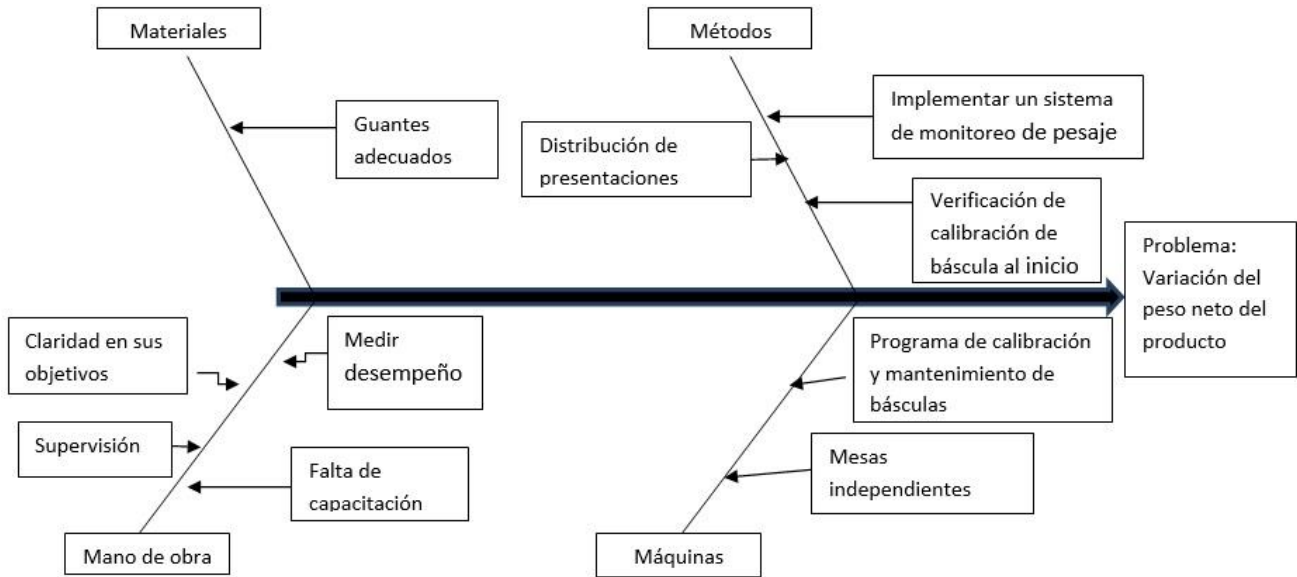


Fig. 5. Diagrama Ishikawa obtenido en la reunión con los encargados de cada área

IV. RESULTADOS

Se muestrearon los pesos netos de los diferentes tipos de quesos y se determinaron los gráficos de control estadístico para cada uno de ellos.

Se determinaron las causas que provocaban el problema en la estandarización del peso neto de los productos mediante un diagrama de Ishikawa.

Se implementaron las medidas correctivas identificadas en cada etapa del proceso con resultados más que satisfactorios.

V. CONCLUSIONES

Gracias al desarrollo del control estadístico implementado en la empresa, con el objetivo de estandarizar el peso neto de los productos, se consiguió evitar el reproceso y las mermas en un 70% (dato señalado por la empresa en cuestión).

Se realizó un análisis de las causas de variación en el proceso utilizando el Diagrama de Ishikawa, esta herramienta permitió aplicar las medidas correctivas correspondientes, y se fueron realizando punto por punto hasta lograr el peso neto estándar.

Se realizó una base de datos en hojas de cálculo de Excel para que se mantenga el control del proceso y no se pierda la estandarización del peso neto de los productos, además, se realizaron formatos de verificación de equipos.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas y la empresa Quesos Navarro por las facilidades otorgadas para la realización de este proyecto.

REFERENCIAS

- [1] E. J. Vázquez Escalante, *Seis- sigmas Mitología y Técnicas*, 2nd ed., Ed. Limusa, Monterrey N.L. México, 2014.
- [2] E. L. Grant, R. S. Leavenworth, *Control estadístico de calidad*, traducido por Francisco Gutiérrez Noriega, 2nd ed., Ed. CECSA, México, 1996.
- [3] H. Pulido Gutiérrez, *Calidad total y productividad*, 3ra ed., Ed. McGrawHill, México, D.F.2010.
- [4] J. Banks, *Control de la calidad*, 1ra ed., Ed. Limusa, México, 1998.
- [5] PRAT, Albert Batres, Xavier Tort-Matorell Llabres, Pere Grima Cintas, Lourdes Pozueta Fernández. "Métodos estadísticos control y mejora de la calidad", Ed. Ediciones UPC, Unión Europea 1998.
- [6] R. Tinoco, E. Bermea, F. Gamboa, y B. Rubio, "Identificación de las causas de variación en el proceso de envasado a través del control estadístico de procesos", *Revista Iberoamericana de Ciencias*, vol.4(5), pp. 98-107, 2017.
- [7] M. M. Torres Rosales, y C. P. Villavicencio Mendivil, "Propuesta de plan HACPP y control estadístico de procesos en una línea de leches saborizadas enlatadas", Tesis de licenciatura, Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú, 2018.