

Reducción de pérdidas en el proceso de fabricación de un chocolate en polvo mediante la aplicación de herramientas estadísticas

Diego Gómez*; Laura Gómez**; Carlos Cardona***;
Ángela Liceth Pérez****

Resumen

Los procesos de fabricación en las plantas procesadoras de alimentos conllevan el interés, además de entregar los mejores productos con altos estándares de calidad a los consumidores y hacer lo más eficiente y rentable posible sus operaciones..

De esta manera, luego de realizar un completo estudio de cada una de las fases del proceso de fabricación de un chocolate en polvo, se determinaron a través del uso de herramientas estadísticas, en especial del diseño experimental, los diferentes procesos del sistema que estaban ocasionando más desperdicios, identificando y manipulando las diferentes variables controlables.

Este proceso de análisis a través de la combinación de factores, permitió detectar que las variables que más ocasionaban desperdicio en el proceso de fabricación, eran las presiones de secado y la válvula del sistema de succión de extracción de finos utilizado por la empresa; con lo cual se definieron las condiciones para estandarizar el proceso, haciéndolo más eficiente y competitivo.

Palabras clave: Pérdidas; Procesos; Herramientas Estadísticas; Chocolate en Polvo

- * Estudiante X Semestre Ingeniería de Alimentos Fundación Universitaria del Área Andina Seccional Pereira
- ** Estudiante X Semestre Ingeniería de Alimentos Fundación Universitaria del Área Andina Seccional Pereira.
- *** Magister en Programas Sanitarios de Inocuidad, Docente del Programa de Ingeniería de Alimentos Fundación Universitaria del Área Andina, Docente de la UTP.
- **** Candidata a Magister en Investigación de Operaciones y Estadística. Docente del Programa de Ingeniería de Alimentos Fundación Universitaria del Área Andina

Reduction of losses in the manufacturing process a chocolate powder by applying statistical tools

Abstract

Manufacturing processes in food processing plants, carry interest, in addition to delivering the best products with high quality standards to consumers, make it as efficient and profitable operations possible.

Thus, after making a thorough study of each of the stages of manufacture of chocolate powder they were determined through the use of statistical tools, particularly the experimental design, the different processes that were causing system more waste, identifying and manipulating this way, different controllable variables.

This analysis process through the combination of factors that allowed detection variables that were causing waste in the manufacturing process pressures were dried and valve suction extraction system used for fine company; whereby the conditions were defined to standardize the process, making it more efficient and competitive.

Keywords: Losses; Processes; Statistical Tools; Chocolate Powder

Introducción

Las plantas procesadoras de alimentos, tienen como objetivo transformar materias primas en diferentes tipos de productos terminados, aptos para consumo humano, con distintas características organolépticas, nutricionales y funcionales con el propósito de entregar a los consumidores un alimento que satisfaga sus necesidades y expectativas.

En el proceso de producción, se establecen elementos que ocasionan costos adicionales como las pérdidas de proceso, los cuales es importante identificar con el fin de tomar acciones para su reducción. Para esto se hace necesario establecer controles que permitan garantizar la estandarización de cada una de las etapas de producción, y de esta manera contribuir con la disminución de la variabilidad de los procesos, haciéndolos más rentables, eficientes y eliminando las actividades que no añaden ningún tipo de valor agregado a la fabricación de productos alimenticios, como lo es la generación de desperdicios (productos no aptos para el consumo humano).

De esta manera, y analizando el proceso de fabricación del chocolate en polvo (1) de una fábrica procesadora de alimentos, se identificaron a través de mediciones en todas las operaciones, los diferentes tipos de variables que generaban la mayor cantidad de desperdicio; con el objetivo de reducir las pérdidas de materias primas y producto semielaborado en este proceso de fabricación, impactando positivamente el costo de producción (2).

Con base en lo anterior, las variables identificadas como las principales

fuentes de generación de desperdicio, fueron:

- Proceso de adición de las materias primas, mano de obra.(3)
- Presiones de secado (proceso de fabricación).
- Succión de finos en la exclusiva del tamiz centrífugo (válvula abierta o medio cerrada).

Para determinar lo anterior, se hizo uso de las siguientes herramientas estadísticas (4), que orientaron la resolución de los problemas y favorecieron la planificación de la toma de datos en el análisis de las relaciones entre variables, haciendo uso así, de un diseño de experimentos (5):

- Prueba de Varianzas
- Prueba de Tukey
- Prueba de Bonferroni
- Prueba de Bartlett
- Prueba de Levene
- Prueba de Normalidad

Luego de este proceso se analizaron los resultados obtenidos en cada una de las pruebas, para verificar la incidencia de estas en la generación de desperdicios, teniendo como resultado que, las presiones de secado y la válvula del sistema de succión de extracción de finos, eran las partes del proceso que más presentaban dicha situación.

Por lo mencionado anteriormente, se someterán a un nuevo diseño de experimentos la iteración de estas variables, para identificar la manera correcta de trabajar en pro de eliminar la mayor cantidad de desperdicios generados en la fabricación de chocolate en polvo en esta fábrica, traduciéndose

además en la mejora de la calidad de sus productos y procesos.

Materiales y métodos

Materiales. Toda la investigación se desarrolló en la planta de proceso de una empresa de chocolate en polvo.

Métodos. El tipo de investigación fue cualitativo cuasi-experimental, porque se tuvieron en cuenta variables de entrada en el proceso, obteniendo una descripción aproximada de cómo se comporta el proceso y qué variables influyen sobre el mismo.

Diseño de investigación. Se utilizó el Diseño Experimental como la herramienta estadística, siendo esta la metodología estadística por excelencia, que optimiza la experimentación.

Población. La población a la que se le aplicó el diseño de experimentos es a una planta productora de chocolate en polvo.

Muestra. Las variables que se tuvieron en cuenta para el diseño fueron: operarios, válvulas y presión.

El Muestreo se llevó a cabo de la siguiente manera:

- El proceso de obtención de datos se realizó de manera aleatoria al finalizar cada turno de producción, (8 horas); durante los cuales los operarios recolectaban los desperdicios generados en cada una de las siguientes etapas: proceso de adición de las materias primas, presiones en el secador, y succión de finos en la exclusiva del tamiz centrífugo; adicionándolos en bolsas identificadas como ‘barredura’.
- De esta manera, cada bolsa fue pesada en una báscula previamente calibrada, y los datos fueron registrados en el formato de recolección de datos, obteniendo los resultados en Kg de desperdicios.

Resultados

Los resultados obtenidos después de realizar el diseño de experimentos y los análisis de varianza requeridos fueron los siguientes. (Tabla 1)

Tabla 1. Análisis de Varianza para masa (Kg), utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	CM Ajust.	F	P
Operarios	1	853	853	853	0,29	0,595
Válvulas	1	4050	4050	4050	1,37	0,250
Presión	1	1308	1308	1308	0,44	0,511
Operarios*Válvulas	1	619	619	619	0,21	0,650
Válvulas*Presión	1	50009	50009	50009	16,92	0,000
Operarios*Presión	1	3090	3090	3090	1,05	0,314
Error	33	97560	97560	2956		
Total	39	157489				

Gráfica de efectos principales para Masa (Kg)
Medias ajustadas

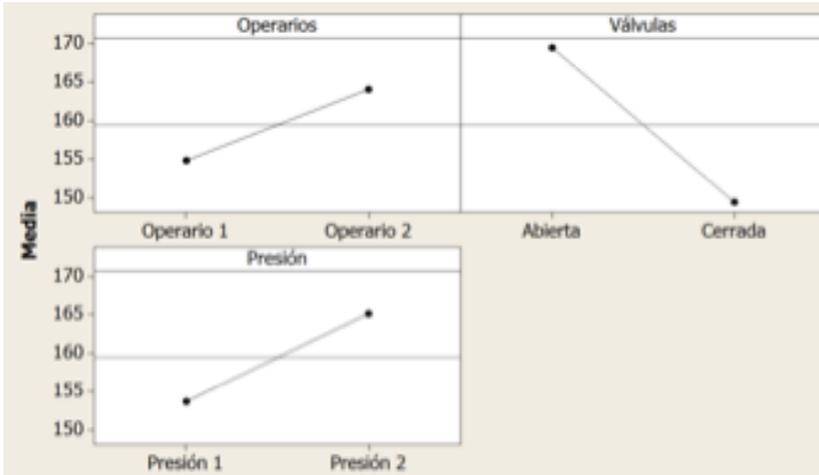


Figura 1. Efectos principales para masa

Como se observa en la prueba de ANOVA para los factores operarios, válvula y presión, se acepta la hipótesis nula (el valor P es $>0,05$) lo que indica que cada uno de los tratamientos hacen el mismo proceso de manera independiente; pero cuando se unen válvulas*presión se observa que sí hay interacción, lo cual indica que la variación de los niveles entre estos dos factores puede ocasionar que se presente un aumento

o disminución de desperdicios en el proceso de fabricación.

Respecto a los efectos principales para la masa, pese a que la figura 1 de efectos principales muestra niveles diferentes, estadísticamente no hay mayor variabilidad en las masas, ya que como se vio en el análisis de la prueba de ANOVA, cada uno de los tratamientos hace lo mismo de manera independiente. (Figura 1)

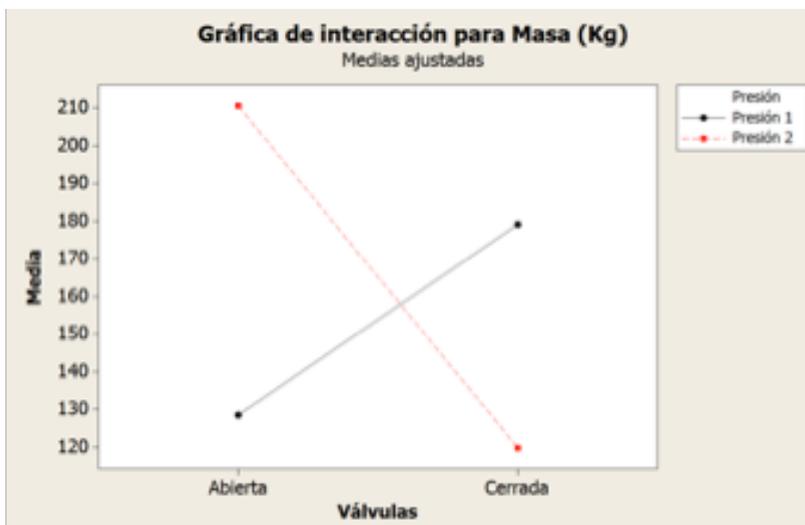


Figura 2. Interacción para la masa para masa

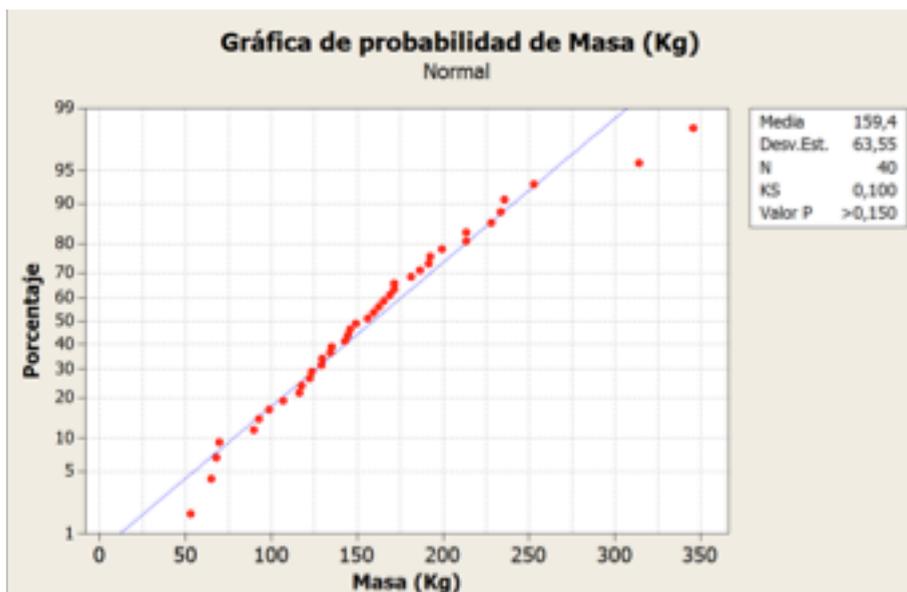


Figura 3. Probabilidad de la masa

Y en cuanto a la iteración de los factores, la figura 2 muestra que las variables analizadas son dependientes entre sí, y que el efecto de la válvula difiere a través de los niveles de la presión; o lo que es lo mismo, que el efecto de la presión difiere a través de los niveles de la válvula, y que la mejor combinación para lograr una reducción de pérdidas en la fabricación de un chocolate en polvo, es utilizando la presión 2 que equivale a 4.38 mbar y la válvula cerrada que equivale a la válvula parcialmente cerrada (4 mm de apertura). (Figura 2)

En cuanto a la prueba de normalidad se observa en la figura 3, que los datos siguen una distribución normal, lo que nos indica que todos son muestras normales. (Figura 3)

En la prueba de igualdad de varianzas, figura 4, tanto la prueba de Bartlett como la de Levene, evidencian que las varianzas son iguales o sea que no hay variabilidad entre ellas. En conclusión,

del experimento 1 se puede decir que de acuerdo con las diferentes pruebas corridas y analizadas, los mejores resultados se obtuvieron cuando se trabajó con la combinación de válvula cerrada y presión 2. (Figura 4)

Después de realizar los dos experimentos para determinar cuáles eran los factores que tenían mayor incidencia en la variable respuesta (masa Kg), se identificó que los mejores niveles de trabajo para reducir las pérdidas en la fabricación de chocolate en polvo son:

- La presión 2 que equivale a 4.38 mbar
- La válvula cerrada que equivale a la válvula parcialmente cerrada (4 mm de apertura).

De esta manera se obtuvieron los mejores resultados en cuanto a la disminución de desperdicios en la fabricación de chocolate en polvo..

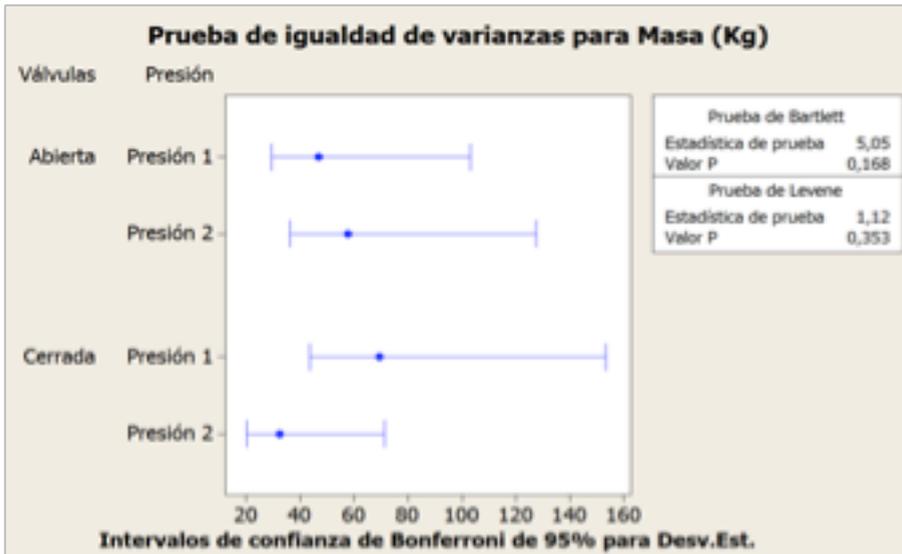


Figura 4. Prueba de Igualdad de varianzas para la masa.

Discusión

De acuerdo al análisis realizado al proceso de producción de chocolate en polvo, podemos ver que las variables de control juegan un papel importante en la eficiencia o pérdida de los procesos. La manipulación de estas variables de control dependen del grado de automatización de la maquinaria y del factor hombre (5).

Con relación a los procesos de elaboración de chocolates podemos encontrar:

- La adición de materias primas por parte de los operarios no tiene incidencia en la generación

de desperdicios en el proceso de fabricación de chocolate en polvo.

- Las presiones del secador tienen suficiente evidencia estadística para decir que impactan positivamente la generación de desperdicios en el proceso de fabricación de chocolate en polvo.
- La válvula del sistema de succión de finos, tiene suficiente evidencia estadística para decir que incide positivamente en la generación de desperdicios en el proceso de fabricación de chocolate en polvo.
- El diseño de experimentos es una herramienta eficaz para identificación de pérdidas y corrección de las mismas.

REFERENCIAS

1. Liendo, Rigel J. Procesamiento del cacao para la fabricación de chocolate y sus subproductos. En: Industrias alimentarias de la Convención S.A. [Internet]. [Acceso 2015 Marzo 19] Disponible en: <http://www.indacoperu.com/pdf/EI%20Chocolate.pdf> > [citado 04 de abril de 2015]
2. Oliveras, Juan. La elaboración del chocolate, una técnica dulce y ecológica. Técnica Industrial 268/Marzo-Abril 2007 [Internet]. [Acceso 2015 Abril 4] Disponible en: <http://www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/28/37/a37.pdf> > [citado 04 de abril de 2015]
3. DÍAZ, Elizabeth *et al.* Estudio de la Variabilidad de Proceso en el Área de Envasado de un Producto en Polvo. En: SCIELO Información Tecnológica Vol. - 20 N° 6 – 2009. [Internet]. [Acceso 2014 Abril 02] Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v20n6/art13.pdf>
4. Granados, Dorlé. Mejoras en el proceso de laminado, para una empresa del ramo de confitería: diseño experimental. Puebla, 2003, 88 h. Tesis profesional. Universidad de las Américas Puebla. Escuela de Ingeniería. Colección de Tesis digitales de la Universidad de las Américas Puebla [Internet]. [Acceso 2014 Marzo 15] Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/granados_m_d/portada.html
5. Kuehl, R. O. Diseño de Experimentos “Principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones”. México. Thomson, 2006. 666 p. ISBN 0-534-36834-4.
6. Ponsa, Pere; Vilanova, Ramón; Díaz, Marta. Introducción del operario humano en el ciclo de automatización de Procesos mediante la Guía GEMMA. Información Tecnológica. Año 2007. Vol18 (5) 21-30.
7. Salguero, Zapata; Alexander; Pineda, Mejía; Christian Andrés. Mejoramiento del proceso de Producción de pan Mediante Uso de herramientas Estadísticas en la Panificadora Éxito del municipio de Dosquebradas. Colección de Tesis digitales de la Universidad Tecnológica de Pereira [Internet]. [Acceso 2012] Disponible en: <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/658151Z35.pdf>
8. Bonilla Oliva; José Carlos. Evaluación de tostado y desarrollo de chocolate con leche a partir de cacao (*Theobroma cacao*) var. Trinitario. En biblioteca digital Wilson Popenoe. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras [Internet]. [Acceso 2014 Octubre 15] Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3342/1/AGI-2014-004.pdf>.
9. Varas, Acuña; Cristian Antonio. “Aplicación de metodología DMAIC para la mejora de procesos y reducción de pérdidas en las etapas de fabricación de chocolate”. Colección de Tesis digitales de la Universidad de Chile. Departamento de ciencia de los alimentos y Tecnología Química [Internet]. [Acceso Enero 2010] Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111645>
10. Maza Antezana, Tania; Ayala Gallosos, Franco y Marky Pereyra, Ana Paula. Diseño de una línea de producción para la elaboración y envasado de una bebida nutritiva a base de leche y algarrobina. Colección de Tesis digitales de la Universidad de Piura. [Internet]. [Acceso Noviembre 2014] Disponible en: <http://pirhua.udep.edu.pe/handle/123456789/2032>
11. Depool Rivero, Ramón; Monasterio, Dioscoro. Probabilidad y estadística. Aplicaciones a la Ingeniería. Universidad Experimental Politécnica Antonio José de Sucre. [Internet]. [Acceso 2013] Disponible en: <http://www.bqto.unexpo.edu.ve/>
12. Gutiérrez Pulido, Humberto y De la Vara Salazar Román. Análisis y diseño de Experimentos. México. [Acceso 2008]. Edit McGraw-Hill. ISBN-10: 970-10-6526-3.
13. Levin Richard L y Rubín David S. Estadística para Administración y Economía. México. Pearson Educación. 2004. ISBN: 970-26-0497-4. Pág. 209.
14. Demera Jaime; Santiago Manuel. Análisis de mejora en las envolturas y empaques

- de chocolates de la fábrica Nestlé Guayaquil S.A. [Internet]. [Acceso Junio 2014]
Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4000>
15. Peralta Celorio; Velforth Almide. Mejoramiento del rendimiento de las Maquinas Implementando un Plan de Mantenimiento Preventivo en el Área Semielaborado de Cacao de la Empresa Nestlé. Colección de Tesis digitales de la Universidad de Guayaquil [Internet]. [Acceso julio 2014] Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4439/1/3776.PERALTA%20CELORIO%20VELFORTH%20ALMIDE.pdf>.