

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN Y DEFECTOS EN QUESO FRESCO: ESTRATEGIAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD Y EFICIENCIA

Viera-Molina, Gabriela Yadira

<https://orcid.org/0009-0008-2562-3593>

Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador

Correo: gabriela.viera0407@utc.edu.ec

Recibido: 27 de mayo de 2024 / **Aprobado:** 12 de julio de 2024 / **Publicado:** 31 de julio de 2024

DOI: <https://doi.org/10.24133/08perm35>

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar la relación entre el volumen de producción y la proporción de productos defectuosos en la línea de producción de queso fresco en una empresa del sector lácteo de Latacunga para identificar puntos críticos, donde el propietario pueda tomar decisiones de mejora. Se realizó un estudio cuantitativo correlacional y explicativo, recopilando datos históricos de producción y fallas durante un período de 60 días. Se construyó un diagrama de dispersión y se calculó el coeficiente de correlación, dando un valor de 0,71, lo que indica una relación positiva de moderada a fuerte entre las variables. Además, se realizó un análisis de causa raíz mediante un diagrama de Pareto, que reveló que aproximadamente el 80% de los problemas fueron causados por contaminación microbiana, problemas de maduración y defectos de coagulación. El hallazgo más importante fue que, aunque la relación entre el volumen de producción y la tasa de fallas no es lineal ni determinista, a medida que aumenta la producción, el número de fallas tiende a aumentar. Se puede afirmar que, realizar un control de calidad integral optimizar los parámetros de producción, capacitar al personal, monitorear los indicadores e implementar medidas preventivas y correctivas para reducir defectos, mejoraría la eficiencia operativa del emprendimiento.

Palabras Clave: Diagrama de dispersión, Productos producidos, Productos defectuosos, Productividad.

Analysis of the relationship between production volume and defect rate in fresh cheese manufacturing

Abstract

The objective of this study was to analyze the relationship between production volume and the proportion of defective products in the fresh cheese production line of a dairy company in Latacunga to identify critical points where the owner can make improvement decisions. A quantitative correlational and explanatory study was conducted, collecting historical production and failure data over a 60-day period. A scatter plot was constructed, and the correlation coefficient was calculated, yielding a value of 0.71, indicating a moderately strong positive relationship between the variables. Additionally, a root cause analysis was performed using a Pareto chart, revealing that approximately 80% of the problems were caused by microbial contamination, maturation issues, and coagulation defects. The most important finding was that, although the relationship between production volume and failure rate is neither linear nor deterministic, as production increases, the number of failures tends to rise. It can be affirmed that implementing comprehensive quality control, optimizing production parameters, training personnel, monitoring indicators, and implementing preventive and corrective measures to reduce defects would improve the operational efficiency of the business.

Keywords: Scatter plot, Produced products, Defective products, Productivity.

Introducción

La calidad en los procesos de producción de alimentos, específicamente en la elaboración de quesos, es un factor esencial para garantizar la satisfacción del cliente y la competitividad de las empresas (Grimaldo et al., 2020). En la industria láctea, la relación entre el volumen de producción y la tasa de productos defectuosos representa un indicador clave de la eficiencia y el control de calidad (Bonanno et al., 2017; Djekic et al., 2014). Diversos estudios han demostrado que la incidencia de defectos en los productos alimenticios impacta negativamente en la rentabilidad de las empresas, la eficiencia operativa y la satisfacción del consumidor (Luning et al., 2011; Tamime & Robinson, 2007).

En este contexto, el objeto de estudio de la presente investigación es la relación entre el volumen de producción y la tasa de defectos en la línea de elaboración de queso fresco de productos lácteos, una empresa láctea ubicada en Cotopaxi, Ecuador. El propósito fundamental es identificar los puntos críticos en el proceso productivo que influyen en la aparición de productos defectuosos, con el fin de proponer estrategias de mejora continua que optimicen la calidad y la eficiencia operativa.

Diversos autores han abordado la temática de la calidad en la industria alimentaria. Mateos et al. (2022) destacan la importancia de abordar las causas raíz, como la contaminación microbiana, los problemas de maduración y los errores de coagulación, en la producción de quesos. Bremner (2000)

enfatisa la relevancia de la capacitación continua del personal y el monitoreo constante de los indicadores de calidad para identificar y corregir desviaciones de manera oportuna. Asimismo, Tamime y Robinson (2007) sugieren la implementación de estrategias integrales de control de calidad, desde la selección y manejo adecuado de las materias primas hasta la optimización de los parámetros de proceso y las condiciones de almacenamiento y distribución.

La pregunta de investigación que se aborda es: ¿Cómo influye el número de productos producidos en la tasa de productos defectuosos en la línea de producción de quesos y qué medidas se pueden implementar para optimizar esta relación?

Metodología

Se llevó a cabo una investigación cuantitativa de tipo correlacional y explicativo, con el objetivo de analizar la relación entre el número de productos producidos y el número de productos defectuosos en la línea de producción de quesos de una microempresa. Se recopiló datos históricos de producción y defectos durante un período de 60 días.

Posterior se elaboró un diagrama de dispersión para visualizar la relación entre el número de productos producidos y el número de productos defectuosos, mismos que permiten identificar patrones y tendencias en los datos. Un diagrama de dispersión es una representación gráfica que muestra la relación entre dos variables cuantitativas. Según Lind, Marchal y Wathen (2012), “una extensión es

un gráfico bidimensional en el que cada par de valores (X, Y) se representa como un punto en un plano rectangular” (p. 457). Montgomery y Runger (2010) afirman que “la dispersión es una herramienta de investigación útil para visualizar la relación entre dos variables” (p. 287). Según Walpole, Myers, Myers y Ye (2012), “un diagrama de dispersión es una técnica gráfica para examinar la relación entre dos variables cuantitativas” (p. 505). Según Navid (2006), “la dispersión es una herramienta útil para identificar patrones, relaciones y anomalías en los datos” (p. 134). Finalmente, Triola (2018) afirma que “un diagrama de dispersión es una representación gráfica de dos datos numéricos que muestra su relación” (p. 569).

Así mismo se realizó un diagrama de Pareto para determinar las causas de los productos defectuosos en las empresas, cabe señalar que un diagrama de Pareto es una herramienta gráfica que se utiliza para priorizar los problemas o causas más importantes en un conjunto de datos. Según Chase, Jacobs y Aquilano (2009), “Un diagrama de Pareto es un gráfico de barras que clasifica los datos de izquierda a derecha, de la categoría más alta a la más baja” (p. 280). Según Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008), “el diagrama de Pareto es una herramienta gráfica que ayuda a identificar áreas de mayor impacto potencial” (p. 199). Según Heizer y Render (2009), “Un diagrama de Pareto es un gráfico de barras que ordena los datos en orden descendente de izquierda a derecha” (p. 218). Según Evans y Lindsay (2008), “Un diagrama de Pareto es un gráfico de barras que clasifica los datos de mayor a menor frecuencia” (p. 677).

Finalmente, Besterfield (2009) afirma que “un diagrama de Pareto es un gráfico de barras que ordena categorías de información de mayor a menor” (p. 113).

Resultados

Los datos obtenidos en este estudio muestran una variación significativa en el número de productos defectuosos desde 0% hasta un máximo de 10%, lo que indica la presencia de factores que afectan la calidad del producto que deben ser identificados y controlados. Si bien se observan días intactos, lo que indica que la producción intacta es posible bajo ciertas condiciones, también hay días con tasas de defectos particularmente altas, como 10% y 24, que requieren más investigación para determinar las causas exactas. No hay una tendencia o patrón claro en los datos, lo que sugiere que los factores que afectan las tasas de falla pueden variar y pueden no estar relacionados con el tiempo. Durante el análisis de la causa raíz, se deben identificar los factores relacionados con las máquinas, los materiales, el personal, los procesos o el entorno de producción que afectan la aparición de defectos y, en consecuencia, se deben introducir medidas correctivas y preventivas para reducir y mejorar el número de defectos.

Tabla 1

Recolección de datos

DÍAS	PRODUCTOS PRODUCIDOS	PRODUCTOS DEFECTUOSOS	% DEFECTUOSOS
1	94	2	2,1%
2	100	5	5,0%
3	99	6	6,1%
4	94	1	1,1%
5	108	10	9,3%
6	97	5	5,2%
7	103	5	4,9%
8	107	7	6,5%
9	106	5	4,7%
10	102	2	2,0%
11	103	4	3,9%
12	102	2	2,0%
13	102	1	1,0%
14	99	0	0,0%
15	106	6	5,7%
16	108	7	6,5%
17	97	3	3,1%
18	100	6	6,0%
19	93	1	1,1%
20	99	6	6,1%
21	102	5	4,9%
22	109	7	6,4%
23	101	1	1,0%
24	110	8	7,3%
25	99	2	2,0%
26	94	1	1,1%
27	106	5	4,7%
28	103	2	1,9%
29	98	1	1,0%
30	103	2	1,9%
31	99	0	0,0%
32	110	6	5,5%
33	108	7	6,5%
34	102	1	1,0%
35	95	3	3,2%
36	106	8	7,5%
37	92	1	1,1%
38	99	7	7,1%
39	110	5	4,5%
40	109	6	5,5%

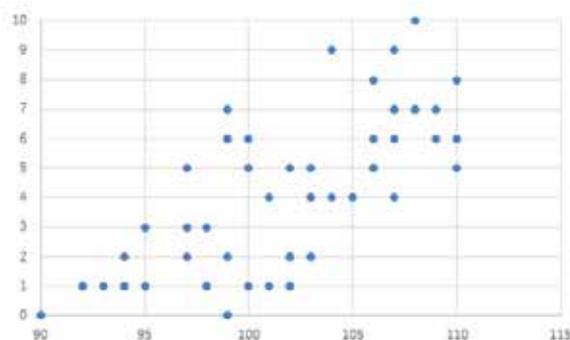
41	107	4	3,7%
42	100	1	1,0%
43	90	0	0,0%
44	105	4	3,8%
45	102	2	2,0%
46	98	1	1,0%
47	107	6	5,6%
48	103	4	3,9%
49	108	7	6,5%
50	97	2	2,1%
51	104	9	8,7%
52	105	4	3,8%
53	107	7	6,5%
54	95	1	1,1%
55	107	9	8,4%
56	104	4	3,8%
57	90	0	0,0%
58	98	3	3,1%
59	92	1	1,1%
60	101	4	4,0%

Nota. Elaboración propia

A continuación, se presenta el diagrama de dispersión utilizando el número de productos producidos vs el número de productos defectuosos

Figura 1

Diagrama de dispersión productos defectuosos



Nota: Recopilación de datos

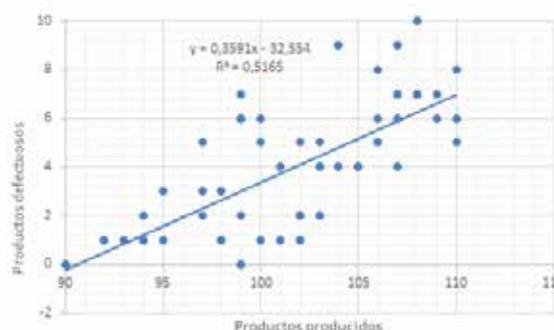
Se realizó el cálculo del coeficiente de correlación dando como resultado 0,71.

Así, el coeficiente de correlación de 0,71 entre el número de productos producidos y el número de productos defectuosos muestra una relación positiva de moderada a fuerte, lo que sugiere que cuando aumenta la producción, el número de defectos tiende a aumentar. Este valor positivo sugiere que aproximadamente el 50,41% de la variación en productos defectuosos se explica por la variación en productos manufacturados, mientras que el resto se debe a otros factores no contabilizados. Aunque un coeficiente de correlación de esta magnitud no establece una relación causal directa, sugiere que el crecimiento de la producción está asociado con un número significativo de errores, lo que enfatiza la importancia del control de calidad del proceso y las medidas de optimización para mitigar este efecto. Sin embargo, es necesario evaluar la significancia estadística del coeficiente y realizar análisis adicionales, como modelos de regresión, para cuantificar con mayor precisión la relación y tener en cuenta la influencia de otras variables relevantes.

A continuación, se presenta el modelo de regresión con la ecuación lineal:

Figura 2

Ecuación lineal



Nota. Elaboración propia

Así mismo se identificó las causas de los productos defectuosos a través de una ficha de observación con las causas identificadas, donde se obtuvo la siguiente información:

Tabla 2

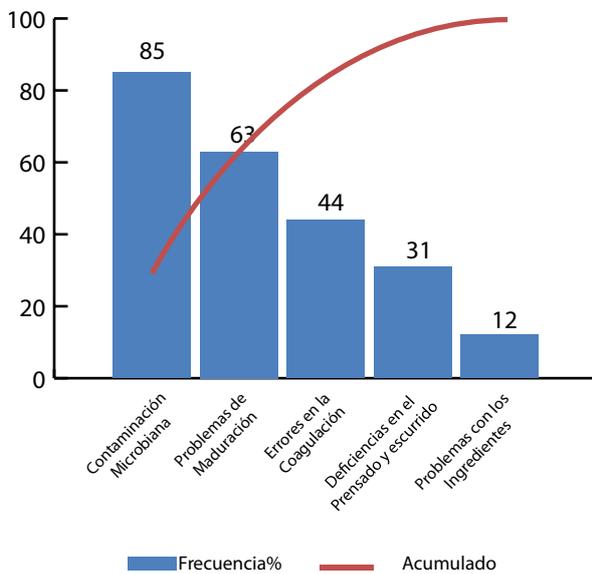
Problemas Identificados para los productos defectuosos

PROBLEMAS	FRECUENCIA	% ACUMULADO
Contaminación Microbiana	85	36%
Problemas de Maduración	63	63%
Errores en la Coagulación	44	82%
Deficiencias en el Prensado y Ecurrido	31	95%
Problemas con los Ingredientes	12	100%

Nota. Datos observados a través de fichas de observación durante el proceso por 60 días

Figura 3

Diagrama de Pareto causas para productos defectuosos - quesos frescos



Nota. Elaboración propia

El diagrama de Pareto 80/20 se utilizó para identificar los problemas más significativos en función de su frecuencia acumulada. En el caso de la producción de queso fresco en la empresa láctea, el diagrama revelaría que aproximadamente el 80% de las dificultades se deben a las tres causas principales: contaminación microbiana (36%), problemas de maduración (27% adicional) y errores en la coagulación (19% adicional), acumulando así el 82% de los problemas totales. Por lo tanto, al centrarse en abordar estas tres causas raíz, la empresa podría mitigar la gran mayoría de los problemas de producción de queso fresco de manera efectiva, en lugar de intentar resolver todas las causas por igual, lo que resultaría menos eficiente.

Como investigadora, se propone a la empresa una serie de estudios enfocados para mitigar los principales resultados encontrados en la producción de queso fresco en la empresa láctea, identificados mediante el diagrama de Pareto. Primero, una investigación sobre la contaminación microbiana, analizando las fuentes y desarrollando protocolos mejorados de limpieza y desinfección. Segundo, un estudio para optimizar el proceso de maduración, evaluando variables críticas como temperatura, humedad y tiempo para mejorar la calidad y consistencia del queso. Tercero, una investigación sobre errores en la coagulación, analizando la calidad de la leche, el uso de coagulantes y las condiciones de procesamiento, con el objetivo de reducir errores y mejorar la textura del queso. Finalmente, proponemos el desarrollo de un sistema de control de calidad integral que integre protocolos mejorados para prevención de contaminación, optimización de la maduración y control de la coagulación, acompañado de capacitación del personal y monitoreo continuo de indicadores de calidad, buscando una mejora global en la producción y satisfacción del cliente.

Tabla 3

Propuesta de estrategias

Estrategia	Métrica	Indicador de Evaluación
Implementación de Protocolos de Limpieza y Desinfección	Frecuencia de limpieza y desinfección	Niveles de contaminación microbiana
Monitoreo Continuo de Parámetros Críticos	Frecuencia de monitoreo de parámetros	Estabilidad de parámetros críticos
Mejora del Proceso de Maduración	Variabilidad en parámetros de maduración	Calidad del queso durante la maduración
Control de Coagulación	Consistencia en el proceso de coagulación	Calidad del queso final
Capacitación del Personal	Número de sesiones de capacitación	Mejora en habilidades del personal
Automatización y Tecnología	Nivel de implementación tecnológica	Impacto de la tecnología en la producción

Nota: Elaboración propia

Discusión

La calidad de los productos es un factor crítico en la industria alimentaria, particularmente en la elaboración de quesos, donde la relación entre el volumen de producción y la tasa de defectos es un indicador clave de la eficiencia y el control de calidad (Grimaldo et al., 2020). Como señalan Bonanno et al. (2017), este problema impacta en la rentabilidad de las empresas, su eficiencia operativa y la satisfacción del consumidor. En el presente estudio, se encontró una correlación positiva moderada a fuerte ($r = 0,71$) entre el número de productos producidos y el número

de productos defectuosos, lo que sugiere que a mayor producción, tiende a incrementarse la tasa de defectos. Este hallazgo concuerda con las observaciones de Djekic et al. (2014), quienes identificaron que los volúmenes de producción más altos pueden ejercer una presión adicional en los procesos, aumentando el riesgo de defectos si no se implementan controles adecuados.

Sin embargo, como advierte Luning et al. (2011), la relación entre el volumen de producción y la calidad no es siempre lineal, ya que intervienen diversos factores, como la capacitación del personal, el mantenimiento de equipos, la gestión de materias primas y el control de procesos. En este sentido, el diagrama de Pareto reveló que las principales causas de defectos fueron la contaminación microbiana, los problemas de maduración y los errores de coagulación, acumulando el 82% de los problemas, lo cual coincide con los hallazgos de Mateos et al. (2022), quienes destacan la importancia de abordar estas causas raíz en la industria quesera.

Por lo tanto, como sugieren Tamime y Robinson (2007), es fundamental implementar estrategias integrales de control de calidad, que contemplen desde la selección y manejo adecuado de las materias primas hasta la optimización de los parámetros de proceso y las condiciones de almacenamiento y distribución. Asimismo, Bremner (2000) enfatiza la importancia de la capacitación continua del personal y el monitoreo constante de los indicadores de calidad para identificar y corregir desviaciones de manera oportuna.

Conclusiones

La investigación realizada en la empresa láctea sobre la producción de queso fresco ha permitido identificar los principales factores que afectan la calidad del producto. La introducción planteó la importancia de entender la relación entre el volumen de producción y la tasa de productos defectuosos. Los resultados mostraron una correlación positiva moderada a fuerte ($r = 0.71$) entre el número de productos producidos y el número de productos defectuosos, sugiriendo que un aumento en la producción está asociado con un incremento en la tasa de defectos productos defectuosos. El análisis de Pareto reveló que el 82% de los problemas se deben a tres causas principales: contaminación microbiana (36%), problemas de maduración (27%) y errores en la coagulación (19%) (Productos defectuosos). Al enfocarse en resolver estos problemas clave, la empresa puede mitigar la mayoría de los defectos en la producción de queso fresco. Se recomienda implementar un sistema integral de control de calidad que incluya protocolos mejorados para prevenir la contaminación, optimizar el proceso de maduración y controlar la coagulación. Es crucial capacitar continuamente al personal y monitorear los indicadores de calidad para garantizar una mejora sostenida en la producción. Estas acciones reducirán la tasa de defectos.

Referencias bibliográficas

- Besterfield, D. H. (2009). Control de calidad (8a ed.). Pearson Educación.
- Bonanno, A., Bimbo, F., Costanigro, M., Drescher, L., & Viscecchia, R. (2017). Credence attributes and the efficient mix of public and private food safety governance. *International Food and Agribusiness Management Review*, 20(4), 461-484.
- Bonanno, A., Tornambè, G., Bellina, V., Lo Sardo, V., & Sarà, G. (2017). Quality characteristics and economic aspects of sicilian cheese production. *Italian Journal of Food Science*, 29(1), 97-109.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros (12a ed.). McGraw-Hill.
- Djekic, I., Smigic, N., Kalogianni, E. P., Rocha, A., Zamioudi, D., & Panagiotakos, D. (2014). Food hygiene practices in different food establishments. *Food Control*, 39, 34-40.
- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2008). Administración y control de la calidad (7a ed.). Cengage Learning.
- Grimaldo, A. M., Hernández, J. L., & Monge, J. A. (2020). Análisis de costos de calidad en empresas manufactureras. *Revista Tecnología en Marcha*, 33(1), 73-88.

- Grimaldo, G., Chacón, R., & Guerrero, J. (2020). Análisis multivariante de la calidad del queso blanco artesanal. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 37(2), 152-171.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones* (7a ed.). Pearson Educación.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2008). *Administración de operaciones: Procesos y cadenas de valor* (8a ed.). Pearson Educación.
- Lind, D. A., Marchal, W. G., & Wathen, S. A. (2012). *Estadística aplicada a los negocios y la economía* (15a ed.). McGraw-Hill.
- Luning, P. A., Marcelis, W. J., Rovira, J., Van Boekel, M. A. J. S., Uyttendaele, M., & Jacxsens, L. (2011). A tool to diagnose context riskiness in view of food safety activities and microbiological behaviour. *Trends in Food Science & Technology*, 22, S67-S79.
- Mateos, A., Vázquez-Sánchez, D., Rincón, A., Cibriain, J. F., & Fernández-García, E. (2022). Control y prevención de defectos en la elaboración de quesos artesanales. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 23(1), 53-68.
- Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2010). *Applied statistics and probability for engineers* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Navidi, W. (2006). *Estadística para ingenieros y científicos*. McGraw-Hill.
- Triola, M. F. (2018). *Estadística* (12a ed.). Pearson Educación.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (9a ed.). Pearson Educación.