

Análisis de la Productividad y Calidad en Producto Elaborado en Panadería Artesanal

González-Rivas, J.A.¹; Ibarra-Escamilla, L.²; Robles-Gómez, L. M.³; Magallanes-Mendoza, J.⁴; López-Domínguez, A.⁵

Datos de Adscripción:

¹✉ José Amado Gonzáles Rivas. Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente, Docente de la academia de Ingeniería Industrial.
joseglezrivas@gmail.com <https://orcid.org/0009-0004-7245-2214>

² Leopoldo Ibarra Escamilla. Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente, Alumno de la carrera de Ingeniería Industrial.
leopoldoibarra009@gmail.com <https://orcid.org/0009-0008-3384-8880>

³Lesli Mariela Robles Gómez. Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente, Alumna de la carrera de Ingeniería Industrial.
roblesgomezleslimariela@gmail.com <https://orcid.org/0009-0000-6285-0455>

⁴Jennifer Magallanes Mendoza. Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente, Alumna de la carrera de Ingeniería Industrial.
jennimagallanesmendoza@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0004-9878-0267>

⁵Adriana López Domínguez. Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente, Docente de la academia de Ingeniería Industrial.
adriz0889@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-3325-1618>

Resumen - Este trabajo evalúa la eficiencia en la elaboración de pan dulce, específicamente la concha de vainilla, en una panadería artesanal. Se utilizan herramientas de calidad para analizar los productos, visualizando las variaciones en el proceso, priorizando defectos e identificando áreas de mejora. La metodología se basa en ingeniería aplicada partiendo del análisis de datos con una muestra de 260 piezas de pan, empleando el diagrama de relaciones para identificar problemas y sus interacciones, el diagrama de Pareto para determinar la frecuencia de los defectos, el gráfico C para contar los defectos y la tabla Dodge Roming para establecer un plan de muestreo que promueva la calidad del pan dulce. Los resultados indican que el 55.56% de los problemas se deben a la falta de supervisión, mientras que un 27.78% se relaciona con la mala higiene afectando negativamente la calidad del producto. Al identificar los principales problemas, se puede mejorar tanto la calidad como la eficiencia del proceso de fabricación proponiendo ajustes necesarios a los parámetros del departamento de producción para mantener un alto estándar de calidad de manera constante, dentro de las principales recomendaciones de acuerdo con los hallazgos se propone la formación continua del personal operativo así como el control de parámetros en productos, además se plantea la implementación de un plan de muestreo con uso de tablas, para reducir el uso de tiempo y talento humano en la inspección de piezas fabricadas dicha decisión contribuye de manera efectiva en el aumento a la productividad de la empresa.

Palabras Clave – Calidad, Control de Calidad, Diagrama de Pareto, Gráficos de control, Pan dulce, Panadería artesanal.

Abstract - This study evaluates the efficiency of sweet bread production, focusing on the vanilla “concha”, in an artisan bakery. Quality tools are applied to analyze the products, identify process variations, prioritize defects and highlight areas for improvement. The methodology is rooted

in applied engineering, beginning with data analysis based on a sample of 260 bread pieces. A relationship diagram is used to identify problems and their interactions, a Pareto chart to determine the frequency of defects, a C chart to quantify defects and the Dodge-Romig table to establish a sampling plan that supports quality in sweet bread production. The results indicate that 55.56% of the issues are due to lack of supervision, while 27.78% are related to poor hygiene, both of which negatively impact product quality. By identifying the main causes of defects, it is possible to improve both the quality and efficiency of the manufacturing process through adjustments to production parameters to maintain consistently high standards. Based on the findings, the main recommendations include ongoing training for operational staff, tighter control of product parameters, and the implementation of a structured sampling plan using control charts. These measures aim to reduce the time and human resources required for inspection while effectively increasing the company's productivity.

Keywords - Quality, Quality Control, Pareto Diagram, Control charts, Sweet bread, Artisan Bakery.

I. INTRODUCCIÓN

La principal contribución a la idea de calidad, como un tema de estudio, proviene del ámbito de la producción técnica y científica, que está mayormente relacionada con el sistema económico y de fabricación. (Flórez González, Quintero Arango, Yepes Baena, 2020) De ahí radica la importancia de realizar un análisis del cumplimiento a los parámetros de calidad en una panadería artesanal ubicada en el municipio de Sombrerete, Zacatecas, ya que en la actualidad el consumidor se ha vuelto más estricto en el cumplimiento de sus expectativas al adquirir un producto.

La calidad, percibida desde esta perspectiva, implica entonces para las empresas llevar a cabo un muestreo de control sobre los productos elaborados con el fin de impedir que productos defectuosos sean enviados al consumidor final. (Sánchez, 2023) Es por ello que se vuelve necesario para la panadería artesanal realizar una revisión minuciosa a sus procesos de producción y satisfacción del cliente, específicamente en la concha de vainilla debido a que es uno de los productos más consumidos por los clientes habituales.

Dado que se mide la eficiencia y defectos en la elaboración de un producto comestible se considera que es relevante analizar el cumplimiento a los requisitos de fabricación de la concha de vainilla, debido a que la capacidad de degustación posee un notable grado de recuerdo en los individuos cuando consumen mercancía, retienen cerca del 15% de lo que prueban. Esto lo establece como un aspecto significativo en el sector de la alimentación y hotelería. (Déleg, Llanes, 2023)

El estudio se realiza en un periodo de 3 meses en diferentes áreas del negocio como: producción, calidad, servicio al cliente, entre otros, ya que es fundamental señalar que, al referirse al manejo de procesos, se está reconociendo que cada empresa constituye un sistema, donde varias áreas operan con un mismo propósito. (Becerra, 2021)

Para iniciar el diagnóstico y contar con la visión de un panorama amplio del estado actual de la panadería artesanal se elabora un diagrama de relaciones dado que el gráfico proporciona una perspectiva general sobre la conexión entre las distintas causas, lo que facilita determinar los componentes críticos que dieron origen al problema. (López, 2016)

Asimismo, se emplea una de las herramientas básicas de calidad para priorizar los problemas con los que cuenta la panadería el cual es el diagrama de Pareto debido a que su implementación facilita la selección visual del asunto a abordar, fundamentándose en datos numéricos sustentados por evidencia. (Guillet, 2015)

Posterior a ello se aplica el gráfico de control C, con el fin de determinar la percepción del cliente y comprender no solo si el producto presenta fallas, sino también cuántos defectos tiene. (Uribe, 2021)

Para evaluar el proceso de producción se aplica el cálculo de los índices de capacidad de proceso mediante un análisis al pan tipo concha de vainilla de manera específica con la medición de parámetros como su peso en miligramos, los resultados deben ajustarse a determinaciones específicas para que el proceso de producción se considere efectivo. Evaluar la eficacia de un proceso revela el rango de variación natural de éste para una característica de calidad dada, lo cual permite saber en qué medida tal característica de calidad específica. (Florez Ramírez, Florez Rendón, Cogollo Florez, 2019)

Aunado a ello se calculan los índices de Capacidad Cp, Cpk (considerando valores medios) y Cpm (considerando una medida ideal de fabricación) como una medida de lo implantado para conseguir un aseguramiento de calidad en una empresa. (Pratt, Tort-Martorell, Grima, 2015) Estos indicadores son útiles para medir el potencial que tiene la panadería artesanal para cumplir con las especificaciones de producción en concha de vainilla.

Para el control de la calidad se propone la implementación de un plan de muestreo considerando la producción diaria mediante el uso de tablas Dodge-Roming, ya que dicha herramienta reduce costos de inspección y se consiguen resultados que son vistos como aproximaciones de los valores estadísticos, relacionados con las características de las unidades que integran la población. (Martínez, 2018)

El gestionar la calidad para medir la eficiencia, defectos y el rendimiento de la empresa permite proporcionar un nivel de confianza para conocer hasta qué punto se cumplen los requisitos del cliente al momento de fabricar un producto específico partiendo del uso de herramientas de calidad. (Meza, Zarate, Jaramillo, 2014)

II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

El análisis del proceso se lleva a cabo mediante ingeniería aplicada, empleando herramientas de control de calidad en un periodo de tres meses: octubre, noviembre y diciembre del 2024, considerando 4 personas del área de producción, 2 del área de calidad y 3 de servicio al cliente. Siendo un 80% del personal actual de la panadería artesanal.

A continuación, se detalla la metodología empleada:

1. Análisis mediante un Diagrama de Relaciones.- En colaboración con el personal de producción de la empresa, personal administrativo y gerencia, se realiza un análisis minucioso de los desafíos más significativos que enfrenta compañía, posteriormente con la información proporcionada de manera gráfica se analizan los factores que inciden en la calidad y servicio al cliente, continuado con la metodología del diagrama, se elabora una tabla de entradas y salidas para identificar los principales problemas que tiene la empresa.
2. Aplicación del Diagrama de Pareto.- Una vez que se han identificado las principales dificultades que tiene la empresa se elabora en base al registro mensual un diagrama de Pareto con el propósito de priorizar los problemas que se presentan con mayor frecuencia.
3. Determinación del tamaño de muestra.- Con el propósito de contar con información adicional del cliente, se determina un tamaño de muestra con población conocida de 168 piezas producidas, un nivel de confianza del 95% y un error permitido del .05 para registrar incidencias de insatisfacción del cliente.
4. Elaboración del gráfico c.- Tomando como base el registro mensual de respuestas no favorables por parte del cliente en cuanto a la satisfacción del producto, se procede a elaborar un gráfico c, para considerar la cantidad de quejas, así como los días en que se generan la mayor cantidad de defectos.
5. Cálculo de indicadores de capacidad de proceso.- Tras identificar los días que se generan la mayor cantidad de incidencias negativas en el producto se lleva a cabo el cálculo de indicadores de capacidad de proceso, Cp (Capacidad de proceso), Cpk (Capacidad de proceso considerando el valor medio) y Cpm (Capacidad de proceso tomando en cuenta la medida ideal del producto).
6. Plan de muestreo.- En base a la producción diaria de pan tipo concha de vainilla, se propone un plan de muestreo mediante la Tabla Dodge-Roming, se opta por seleccionar el uso de dicha herramienta ya que en base a un tamaño de población determina la cantidad de productos a inspeccionar, lo cual lo vuelve un método sencillo y práctico de aplicar en la panadería artesanal.
7. Diseño de recomendaciones de mejora. - De acuerdo con los hallazgos identificados en el estudio se generan en colaboración con personal operativo y administrativo una serie de recomendaciones con el fin de optimizar la experiencia del cliente y elevar su satisfacción.

El implementar un estudio de estos factores permite identificar y corregir defectos en el proceso de elaboración, optimizar el uso de recursos y garantizar que cada unidad de pan satisfaga los requisitos de calidad establecidos, aumentando la confianza del cliente y el prestigio de la panadería artesanal.

2.1 Fijación de los objetivos

Con el propósito de llevar a cabo un estudio exhaustivo del proceso de elaboración de la concha de vainilla los objetivos planteados son los siguientes:

Objetivo general

Realizar un análisis del proceso de elaboración de pan dulce, específicamente de concha de vainilla mediante la aplicación de diversas herramientas de calidad para analizar la variación en los productos y diseñar propuestas de mejora.

Objetivos específicos

- Implementar herramientas estadísticas para el análisis del proceso de producción de la concha de vainilla.
- Identificar los factores que afectan a la panadería.
- Priorizar los problemas que tiene la empresa.
- Analizar los defectos que se presentan.
- Identificar la variación en el proceso de producción.
- Generar una serie de recomendaciones para disminuir los defectos presentados en los productos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Diagrama de relaciones

Con la finalidad de poder identificar la principal problemática que afecta el proceso de fabricación del pan tipo concha de vainilla, se realiza una reunión con personal de producción y gerencia para elaborar un diagrama de relaciones.

Los resultados obtenidos después de haber realizado la entrevista se muestran en la tabla 1.

Tabla 1

Principales problemáticas de la panadería artesanal.

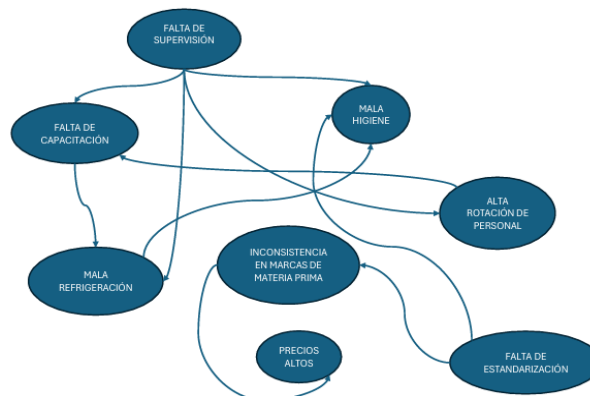
Problemas presentados en panadería artesanal
Falta de supervisión
Mala higiene
Falta de capacitación
Mala refrigeración
Alta rotación de personal
Precios altos
Marcas diferentes de materia prima
Falta de estandarización

Como se observa en la tabla 1, los retos más relevantes que apremian a la empresa son: Falta de supervisión, mala higiene, falta de capacitación, mala refrigeración, alta rotación de personal, precios altos, marcas diferentes de materia prima y la falta de estandarización.

Después de haber identificado las principales problemáticas se lleva a cabo el diagrama de relaciones en el cual se ilustran cada una de estas problemáticas, como están relacionadas entre sí y se analiza cuáles factores inciden en otros.

Figura 1

Diagrama de relaciones de las problemáticas de la panadería. Fuente: Elaboración propia.



Como se aprecia en la figura 1, al observar el diagrama se identifica que la falta de supervisión incide en la generación de más problemas en la empresa, de la misma forma se muestra que la mala higiene es ocasionada por la falta de supervisión, la falta de estandarización y la mala refrigeración.

Para hacer un análisis más minucioso del diagrama se procede a elaborar una tabla de entradas y salidas de flechas, para determinar cuál es el factor que genera la mayor cantidad de problemas.

Tabla 2

Análisis de entradas y salidas del diagrama de relaciones.

PROBLEMA	TOTAL	ENTRADAS	SALIDAS
Falta de supervisión	4	0	4
Mala higiene	3	3	0
Falta de capacitación	3	2	1
Mala refrigeración	3	2	1
Alta rotación del personal	2	1	1
Precios altos	1	1	0
Inconsistencia en marcas de materia prima	2	1	1
Falta de estandarización	2	1	1

En la tabla 2 se contabilizan las entradas y salidas de flechas del diagrama de relaciones y se llega a la conclusión de acuerdo con los indicadores que el problema que genera la mayor cantidad de incidencias es la falta de supervisión ya que genera 4 incidencias en la panadería, también se puede identificar que la mala higiene, la falta de capacitación y la mala refrigeración contribuyen en gran medida a la insatisfacción del cliente.

3.2 Diagrama de Pareto

Después de haber identificado los principales problemas que aquejan a la panadería artesanal se da continuidad con la elaboración de un diagrama de Pareto, los datos son recolectados mediante una bitácora mensual en la cual se registran las ocurrencias de dichas problemáticas, cabe mencionar que quien entrega la bitácora es recopilada por el departamento de calidad, sin embargo, quién realiza el registro es el encargado de producción.

Tabla 3

Frecuencia mensual de ocurrencia de los problemas identificados.

PROBLEMA	FRECUENCIA
Falta de supervisión	20
Mala higiene	10
Falta de capacitación	5
Mala refrigeración	1
TOTAL	36

En la tabla 3 se cuantifica que la falta de supervisión en un periodo de un mes ocurre en 20 ocasiones, seguido de 10 veces la mala higiene, la falta de capacitación tiene 5 ocurrencias, mientras que la mala refrigeración se presenta en una sola ocasión.

Después de realizar el registro de ocurrencias mensuales de cada uno de los problemas que se estudian se realiza el cálculo de los porcentajes de frecuencia y se calcula el porcentaje de frecuencia acumulada para realizar el diagrama de Pareto y así visualizar de manera gráfica los porcentajes que impactan de manera negativa en la producción del producto analizado.

Tabla 4

Frecuencias de ocurrencia.

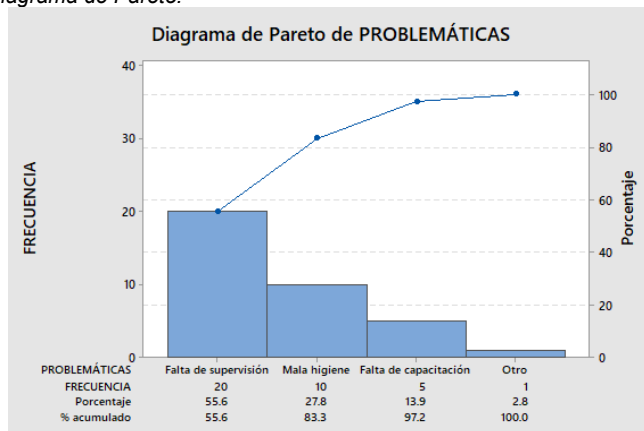
PROBLEMA	FRECUENCIA	% FREQ	% FREQ ACUM
Falta de supervisión	20	55.56%	55.56%
Mala higiene	10	27.78%	83.33%
Falta de capacitación	5	13.89%	97.22%
Mala refrigeración	1	2.78%	100%
TOTAL	36	100%	

Como se observa en la tabla 4, la falta de supervisión se presenta en un 55.56%, la mala higiene en un 27.78%, la falta de capacitación en un 13.89% y la mala refrigeración en un 2.78%. Además, se puede contabilizar que en un periodo de un mes surgen 36 defectos en la panadería artesanal.

Al haber obtenido los datos necesarios se realiza la elaboración del diagrama de Pareto para priorizar aquella incidencia que más impacta de manera negativa a la organización. El gráfico es presentado a continuación.

Gráfica 1

Diagrama de Pareto.



En la gráfica 1 se observa que el problema que tiene mayor significancia y afecta en su mayoría el proceso de fabricación del producto pan tipo concha de vainilla es la falta de supervisión, se deduce ya que representa un 55.56% de los problemas incurridos en la panadería artesanal en un periodo de un mes, por lo que se comparte la información con las personas involucradas en las decisiones de la compañía, para que se priorice resolver dicha situación.

De igual manera, si la panadería artesanal desea solucionar el 83.33% de sus problemas debe prestar atención a la mala higiene que se presenta en su proceso de producción ya que compromete de manera negativa la calidad del producto y puede ocasionar que se presenten problemas de salud en los consumidores; lo que puede derivar en quejas por parte del cliente, multas, demandas, sanciones o incluso la clausura de la empresa.

3.3 Determinación del tamaño de muestra

Para contar con información por parte del consumidor se realiza un cálculo del tamaño de muestra de los clientes a entrevistar sobre la satisfacción del pan tipo concha de vainilla, se opta por analizar la opinión que tienen los clientes sobre su experiencia de consumo en la panadería artesanal, así como se grado de satisfacción con el producto.

Para realizar el análisis se toma en cuenta la cantidad promedio de clientes que acuden a adquirir este producto al establecimiento, los cuales son de 168 clientes según datos proporcionados por los mismos propietarios del establecimiento; Se contempla realizar el estudio con un 95% de nivel de confianza, un error no mayor al 5% y con un porcentaje de ocurrencia y de no ocurrencia igual al 0.5. Por lo que se implementa la ecuación (1) para determinar el número de clientes entrevistados para realizar la carta C.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (1)$$

Sustituyendo los datos se tiene que:

$$n = \frac{168 * 1.96 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (168 - 1) + 1.96 * 0.5 * 0.5}$$

Según el resultado obtenido al sustituir los datos en la fórmula se determina que el número de clientes a encuestar es de 117 personas (1).

3.4 Gráfica C

La encuesta se realiza durante los días laborables del mes noviembre del año 2024 en el que se lleva a cabo el análisis, siendo estos 25 días en los cuales se aplica la encuesta de satisfacción con el servicio y los productos a 117 personas con el fin de conocer la opinión de estos. Con base en los resultados obtenidos de cada una de las encuestas se contabilizan las respuestas negativas para poder llevar a cabo la implementación de la carta C para determinar la calidad del servicio utilizando los datos presentes en la tabla 5.

Tabla 5.
Respuestas negativas de clientes

Días	Respuestas negativas
1	2
2	3
3	0
4	0
5	0
6	5
7	1
8	3
9	0
10	0
11	0
12	3
13	4
14	3
15	0
16	1
17	0
18	3
19	5
20	3
21	0
22	0
23	0
24	3
25	4
Total	43

En la tabla 5 se cuantifican los defectos presentados de manera numérica en un periodo de un mes los cuales son en total 43 respuestas negativas por parte del consumidor y de acuerdo con el orden de los días, se identifica que los días que más se genera insatisfacción del cliente son los días lunes, martes y sábados. Dentro de las respuestas negativas se engloban las siguientes: Insatisfacción con el peso del producto, consistencia y sabor.

Posterior a la obtención de los datos de interés se realiza la obtención del valor promedio de la muestra.

$$\bar{C} = \frac{\sum c}{k} \quad (2)$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$\bar{C} = \frac{43}{25} = 1.72$$

El valor obtenido de la media es de 1.72 al aplicar la expresión (2). Lo que se puede traducir en que en promedio se presentan por lo menos 2 insatisfacciones de clientes al día.

Luego se determinan los límites de control superior (3) e inferior (4) de la gráfica para la realización de la carta C y analizar la variación del proceso de atención al cliente, considerando las respuestas negativas del consumidor. Se emplean las siguientes fórmulas.

$$LCS = \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}} \quad (3)$$

$$LCI = \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}} \quad (4)$$

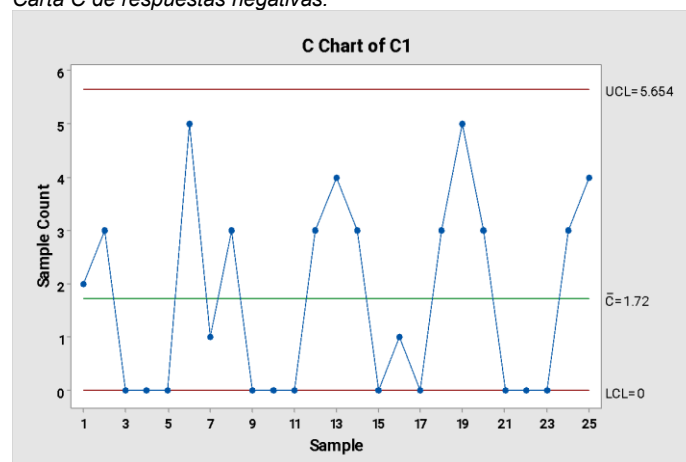
Sustituyendo las fórmulas presentadas anteriormente tenemos los siguientes resultados.

$$LCS = 1.72 + 3\sqrt{1.72} = 5.654$$

$$LCI = 1.72 - 3\sqrt{1.72} = 0$$

Después se grafican los límites de control, la media y los datos obtenidos para crear la carta C, la cual está presente en la gráfica 2.

Gráfica 2.
Carta C de respuestas negativas.



Lo que se observa en la gráfica 2 donde se visualiza la carta C es que el proceso de atención al cliente se encuentra estable, porque gran parte de los datos registrados se encuentran dentro del rango de control de proceso. Aunado a ello, se visualiza que existe una variación notoria en el proceso, hay días en que no hay ningún comentario negativo y días en que se generan 1, 2, 3, 4 y hasta 5 comentarios no favorables con el producto, por lo que se procede a entrevistar a los empleados del establecimiento los cuales mencionan que el alto número de quejas se debe a que uno de los hornos utilizados para la elaboración de los productos no está funcionando a la capacidad habitual lo que genera que no solo la disponibilidad de la concha de vainilla se vea afectada, sino también los demás productos ofrecidos.

Además, se cuantifica el promedio de insatisfacciones al mes, el cual es de 2 al día, por lo que se comenta que a pesar de que el proceso se encuentra bajo control este no cuenta con las características deseadas en el producto ofrecido por el establecimiento lo que puede generar comentarios negativos, mala publicidad y una experiencia no grata en los clientes.

3.5 Índices de capacidad de proceso

Durante el periodo en el que se realiza el estudio acude a la panadería un cliente interesado en realizar un pedido de 30 conchas de vainilla para un evento privado. Esta solicitud se utiliza como caso de análisis para determinar los diversos índices de capacidad de proceso con los que cuenta el establecimiento.

Debido al interés del dueño se realiza el pesaje de las 30 piezas de pan elaboradas con ayuda de una báscula para alimentos y con ello determinar los índices que describen la capacidad con la que cuenta su proceso de elaboración. Los datos que están disponibles para el análisis en la tabla 6.

Tabla 6.
Pesos de cada pieza de pan

Muestras (gr)				
198.983	200.013	199.454	199.598	200.672
199.592	199.492	199.593	200.119	200.123
199.709	199.425	199.98	199.993	199.873
200.386	199.457	200.26	199.596	199.157
200.916	201.145	200.51	199.861	199.658
199.58	199.721	199.425	201.073	200.392

En la tabla 7 se presenta la información requerida para el cálculo de las fórmulas específicas para cada uno de los índices de capacidad de proceso, datos que en cada uno de los apartados correspondientes se explica su obtención.

Tabla 7.
Valor de parámetros

Parámetro	Valor
LES	202
LEI	198
Media	199.95
Desviación estándar	0.53
Valor medio esperado	200
T (Distancia entre los dos límites)	4
Medida "ideal" del producto	200

3.5.1 Índice de capacidad de proceso (Cp)

Después de obtener el peso de cada una de las piezas de pan elaboradas se determinan los datos necesarios para poder realizar el cálculo de índice de capacidad de la panadería artesanal.

Haciendo uso de un software estadístico se determina el índice de la desviación estándar presentado por los valores registrados en la tabla 6, el cual arroja un resultado de 0.53 gr. Asimismo, se les pregunta a los dueños cuáles son los valores de peso ideales para cada uno de sus productos, los cuales mencionan que el límite del peso debe ser de entre 198 gramos como mínimo y 202 gramos como máximo.

De modo que con los datos presentados se determina el rango entre las especificaciones denominado con la letra T.

$$T = LES - LEI \quad (5)$$

$$T = 202 - 198 = 4$$

Luego de obtener el valor del rango entre los límites de especificación se determina el valor del índice del proceso (6).

$$Cp = \frac{T}{6S} \quad (6)$$

$$Cp = \frac{4}{6(0,53)} = 1.264$$

Figura 2.
Interpretación de los valores Cp
Fuente: (Uribe, 2021, p. 94)

Valor de Cp	Categoría o clase del proceso	Decisión
$Cp < 0,67$	4	No es adecuado para el trabajo. Requiere muy serias modificaciones.
$0,67 \leq Cp < 1$	3	No es adecuado para el trabajo. Se requiere un análisis del proceso. Requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$1 \leq Cp < 1,33$	2	Parcialmente adecuado. Requiere un control estricto.
$Cp \geq 1,33$	1	Adecuado.
$Cp \geq 2$	Clase mundial	Es un proceso de calidad. Se tiene seis sigma

De acuerdo con el valor obtenido de $Cp = 1.264$, tomando como base la figura 2 para la interpretación del cumplimiento del proceso en cuanto al pesaje de las piezas tipo concha de vainilla, se determina que el proceso es de clase 2, lo cual indica que es parcialmente adecuado para realizar el trabajo, sin embargo, se requiere llevar un control más estricto de las actividades desarrolladas para poder cumplir con el estándar métrico.

3.5.2 Índice de capacidad media del proceso (Cpk)

Se realiza el cálculo del índice de capacidad media del proceso para conocer si verdaderamente el proceso cuenta con el rendimiento que se indica en el índice anterior. Este índice se determina tomando en cuenta el valor medio esperado de las piezas de pan, así como la media presentada por los datos que se encuentran en la tabla 7 y la desviación estándar de estos datos.

Por lo que inicialmente se determina el valor del coeficiente de ajuste K (7).

$$k = \frac{|\text{valor medio esperado} - \bar{x}|}{\frac{T}{2}} \quad (7)$$

$$k = \frac{|200 - 199.95|}{\frac{4}{2}} = 0.03$$

Al obtener este coeficiente se sustituye los datos mencionados para conocer el índice de capacidad real del proceso (8).

$$Cpk = (1 - k) \frac{T}{6S} \quad (8)$$

$$Cpk = (1 - 0.3) \frac{2}{6(0,53)} = 1.22$$

Con el valor obtenido de $Cpk = 1.22$ se observa que el proceso verdaderamente pertenece a un proceso de clase 2, por lo que se puede decir que es parcialmente adecuado para realizar el proceso de elaboración del pan, pero se debe de tener un control estricto para poder cumplir con las características esperadas.

3.5.3 Índice de capacidad de proceso con medida ideal (Cpm)

De igual manera que en los índices manejados anteriormente el dueño menciona su interés en saber la capacidad con la que cuenta su proceso para que todos sus productos tengan el mismo peso el cual se busca que sea con un peso ideal de 200 gramos, a fin de poder implementar un sistema de estandarización en su proceso. Por lo que se realiza el cálculo del índice de capacidad de proceso bajo una meta (9).

$$Cpm = \frac{LES - LEI}{6 \sqrt{\frac{n-1}{n} S^2 + (T - \bar{X})^2}} \quad (9)$$

$$Cpm = \frac{202 - 198}{6 \sqrt{\frac{30-1}{30} (0.53)^2 + (200 - 199.95)^2}} = 1.27$$

Una vez calculado el índice de capacidad Cpm= 1.27 bajo una medida ideal se puede decir que el proceso que se maneja dentro de la panadería artesanal es de clase 2 al igual que en los índices que se encuentran en el apartado anterior, debido a que en su mayoría los pesos de las conchas de vainilla se encuentran en la tabla 6 son muy similares o se encuentran muy cercanos a la meta que se tiene del peso de cada uno de los productos. Además, el valor presente en la desviación estándar calculada es bajo, lo que justifica la clase a la que pertenece el proceso.

A pesar de que el proceso es parcialmente adecuado para dar cumplimiento con la medida ideal del producto establecido por el dueño de la panadería, se debe de tener un control más minucioso durante el proceso de fabricación para que se puedan alcanzar los objetivos establecidos en la panadería artesanal.

3.6 Plan de muestreo con uso de Tabla Dodge-Roming

Para contribuir con la mejora del control de calidad de la panadería artesanal en la producción de pan tipo concha de vainilla se procede a proponer un plan de muestreo con uso de la tabla Dodge – Roming presente en la figura 3, ya que se conoce que la producción mensual del pan analizado es de 180 piezas, con un nivel de calidad límite del 5% y se conoce que existe un promedio de 2% de defectos mensuales.

Luego de haber aplicado el plan de muestreo de acuerdo con la tabla Dodge – Roming se le indica a la panadería que para un nivel de producción de 180 piezas se recomienda revisar 40 unidades de pan. De la misma manera, se indica que si de las cuarenta conchas revisadas se encuentra al menos un producto en malas condiciones o que no cumpla con las características ideales que determina la panadería como peso, consistencia y sabor, el lote debería de ser descartado para su entrega al cliente, se consideran dichos factores ya que en el último registro de la gráfica C, fueron aspectos relevantes a considerar.

Figura 3

Tabla Dodge – Roming

Fuente: (Gutiérrez, De la Vara, 2009, p. 353)

TAMAÑO DE LOTE	PROMEDIO DE DEFECTUOSOS EN EL PROCESO																	
	0-0.05%			0.06-0.50%			0.51-1.0%			1.01-1.5%			1.51-2.0%			2.01-2.5%		
	n	c	LCPS	n	c	LCPS	n	c	LCPS	n	c	LCPS	n	c	LCPS	n	c	LCPS
1-30	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0
31-50	30	0	.49	30	0	.49	30	0	.49	30	0	.49	30	0	.49	30	0	.49
51-100	37	0	.63	37	0	.63	37	0	.63	37	0	.63	37	0	.63	37	0	.63
101-200	40	0	.74	40	0	.74	40	0	.74	40	0	.74	40	0	.74	40	0	.74
201-300	43	0	.74	43	0	.74	70	1	.92	70	1	.92	95	2	.99	95	2	.99
301-400	44	0	.74	44	0	.74	70	1	.99	100	2	1.0	120	3	1.1	145	4	1.1
401-500	45	0	.75	75	1	.95	100	2	1.1	100	2	1.1	125	3	1.2	150	4	1.2
501-600	45	0	.76	75	1	.98	100	2	1.1	125	3	1.2	150	4	1.3	75	5	1.3
601-800	45	0	.77	75	1	1.0	100	2	1.2	130	3	1.2	175	5	1.4	200	6	1.4
801-1000	45	0	.78	75	1	1.0	105	2	1.2	155	4	1.4	180	5	1.4	225	7	1.5
1001-2000	45	0	.80	75	1	1.0	130	3	1.4	180	5	1.6	230	7	1.7	208	9	1.8
2001-3000	75	1	1.1	105	12	1.3	135	3	1.4	210	6	1.7	280	9	1.9	370	13	2.1
3001-4000	75	1	1.1	105	12	1.3	160	4	1.5	210	6	1.7	305	10	2.0	420	15	2.2
4001-5000	75	1	1.1	105	12	1.3	160	4	1.5	235	7	1.8	330	11	2.0	440	16	2.2
5001-7000	75	1	1.1	105	12	1.3	185	5	1.7	260	8	1.9	350	12	2.2	490	18	2.4
7001-10000	75	1	1.1	105	12	1.3	185	5	1.7	260	8	1.9	380	13	2.2	535	20	2.5
10001-20000	75	1	1.1	135	3	1.4	210	6	1.8	285	9	2.0	425	15	2.3	610	23	2.6
20001-50000	75	1	1.1	135	3	1.4	235	7	1.9	305	10	2.1	470	17	2.4	700	27	2.7
50001-100000	75	1	1.1	160	4	1.6	235	7	1.9	355	12	2.2	515	19	2.5	770	30	2.8

Si se cumplen las condiciones descritas con anterioridad se genera un límite de control de calidad de salida del lote producido de 0.74 lo que promueve que el producto cuente con una calidad satisfactoria.

3.7 Recomendaciones con base en hallazgos.

Al realizar un análisis minucioso al proceso y producto, se procede a realizar las siguientes recomendaciones:

- 1) De acuerdo con el problema de la falta de supervisión, se recomienda contratar personal capacitado para que realice las funciones de inspección, verificación y control de estándares de producción.
- 2) Para el problema de la falta de higiene se propone implementar un protocolo diario de limpieza en toda la instalación, el cual se puede corroborar mediante una lista de cotejo.
- 3) Con relación a la variación en el peso del pan tipo concha de vainilla se sugiere realizar una métrica con uso de moldes, para hacer más eficiente el proceso en cuanto a tiempo y eficacia en la producción.
- 4) En respuesta al registro de la insatisfacción del cliente, se aconseja llevar un conteo a través de un software especializado, el cual puede ser monitoreado de manera mensual.
- 5) Respecto al plan de muestreo se recomienda a los administradores de la empresa dar cumplimiento al plan de muestreo para contribuir con la satisfacción del cliente.

DISCUSIÓN

Después de realizar un análisis detallado de la panadería artesanal en su proceso de producción del pan tipo concha de vainilla se logra identificar que el problema de mayor impacto en el proceso se debe a la falta de supervisión, ya que ese factor influye directamente en la generación de las demás problemáticas presentes dentro de la empresa. Al aplicar el diagrama de Pareto se determina que el impacto de la falta de supervisión, representa un 55.56% de los problemas presentes en la panadería artesanal. Los resultados también indican que si la panadería desea solucionar el 83.33% de sus problemas, debe tomar medidas en cuanto a la mala higiene que se suele presentar en la empresa.

Por otro lado, mediante el gráfico C se determina el nivel de calidad de servicio que se ofrece en el local, el cual se encuentra en un punto estable debido a que una gran parte de los datos registrados se posicionan dentro de los límites control, pero se observa que el promedio de quejas es de 2 al día, lo cual no es grato para la empresa y clientes, ya que puede influir en la reputación de la panadería.

La implementación de los índices de capacidad de proceso Cp, Cpk y Cpm indican que el proceso de elaboración de conchas de vainilla pertenece a una clase 2, lo cual muestra que es parcialmente en la elaboración del producto, sin embargo, se debe llevar un control más estricto para cumplir con las características esperadas como el peso del producto de 200 gramos.

El obtener una clasificación tipo 2 para los índices de capacidad de proceso, indica que la panadería artesanal, no cumple de manera adecuada y suficiente con las expectativas de sus clientes, lo cual puede inferir de manera negativa en la percepción del cliente, así como en la permanencia de la empresa en el mercado, ya que en la actualidad las tendencias globales señalan que los consumidores suelen ser más estrictos al momento de evaluar lo que compran y en un sentido más estricto lo que ingieren.

De acuerdo con el plan de muestreo con uso de la tabla Dodge-Roming se señala que la panadería debe revisar 40 conchas de vainilla y si encuentra con una defectuosa se recomienda que rechace el lote de producción ya que de esta forma se tiene un límite de control de salida del 0.74.

Las recomendaciones a la panadería en base a los hallazgos se realizan con la finalidad de que el proceso de producción del pan seleccionado mejore respecto a su calidad, reduciendo las quejas de los clientes, evitando problemas de salud por la falta de higiene y promoviendo la buena reputación de la panadería.

El fomentar una cultura de mejora continua para la empresa mediante la aplicación de herramientas de calidad y con la participación de todo el personal propicia un ambiente armonioso, de calidad y sostenibilidad.

Aunado a ello se propone evaluar la posibilidad de invertir en maquinaria o tecnología que optimice los procesos de producción y garantice una métrica exacta en el pesaje de su mercancía.

IV. CONCLUSIONES

El análisis del proceso productivo realizado en la panadería artesanal logra identificar variaciones que afectan tanto la calidad como la eficiencia en la elaboración de pan dulce, específicamente la concha de vainilla. Este análisis permite determinar los problemas críticos que enfrenta la empresa lo que brinda la oportunidad de priorizar las situaciones que requieren atención inmediata mediante acciones como la supervisión de actividades, de ajustar la métrica de los productos para promover la eficiencia y mejorar la satisfacción del cliente.

Al examinar detalladamente el peso en los productos, se ha podido diagnosticar que el proceso de producción es parcialmente adecuado, lo cual significa que cumple de forma irregular con las especificaciones del pan tipo concha de vainilla, por lo que es recomendable hacer un control más estricto para cumplir con los criterios que establece la empresa como el tamaño de 200 gramos, el sabor característico a vainilla y la consistencia del producto.

La implementación de herramientas de calidad no solo contribuye a identificar problemáticas en la compañía, además propicia la toma de decisiones respecto a la contratación de personal capacitado y mejora significativamente la calidad del producto terminado, así como la satisfacción del cliente. Además, al proponer un plan de muestreo se favorece la productividad y eficiencia de la empresa al ahorrar tiempo de inspección y verificación de mercancía.

Así mismo, mediante el monitoreo de indicadores clave y ajustes oportunos, se garantiza el cumplimiento a los estándares de producción y favorece la calidad, así como la sostenibilidad de la panadería artesanal.

V. AGRADECIMIENTOS

Se agradece especialmente a la panadería artesanal que nos permitió realizar el análisis de calidad del proceso de elaboración de pan, al proporcionarnos los datos y la información necesaria para llevar a cabo este análisis. Sin su colaboración y apertura no habría sido posible llevar a cabo este estudio.

De igual manera, agradecemos al TecNM campus Zacatecas Occidente por proporcionarnos las instalaciones necesarias, acceso a diversas fuentes de información y recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación. Así mismo, a la academia de Ingeniería Industrial perteneciente a esta institución por el apoyo brindado y la colaboración de los docentes que forman parte de esta.

Por último, agradecemos a todos los que han contribuido de alguna manera a este proyecto, les agradecemos su tiempo, esfuerzo y dedicación. Su colaboración ha sido fundamental para alcanzar los objetivos esperados.

VI. REFERENCIAS

- Becerra M. J. E., Cáceres T. J. & De la Torre T. J. A. (2021). *Producción y calidad, apuntes teóricos y exposición de casos*. Universidad Internacional del Ecuador. <https://elibro.net/es/ereader/itszo/198547?page=13>
- Déleg, S. Alvarracín, Á. & Llanes, J. (2023). *Neuromarketing: estrategias y herramientas en la gestión de un producto o servicio de calidad*. Instituto Superior Tecnológico American College. <https://elibro.net/es/ereader/itszo/248091?page=58>
- Flórez González, D. (Comp.), Quintero Arango, L. F. & Yepes Baena, N. (2020). *Calidad a sangre fría*. Universidad Católica Luis Amigó. <https://elibro.net/es/ereader/itszo/159450?page=11>
- Florez Ramirez, N. Florez Rendón, A. L. & Cogollo Florez, J. M. (2019). *Notas de control estadístico de la calidad*. Editorial Universitaria. <https://elibro.net/es/ereader/itszo/120109?page=84>
- Gillet Goinard, F. (2015). *La caja de herramientas: control de calidad*. Patria. <https://elibro.net/es/ereader/itszo/39347?page=109>
- López Lemos, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad: métodos para la mejora continua y la solución de problemas*. FC Editorial. <https://elibro.net/es/ereader/itszo/114213?page=135>
- Martínez Bencardino, C. (2018). *Estadística y muestreo* (13a ed.). Ecoe Ediciones. <https://elibro.net/es/ereader/itszo/131880?page=295>

- Meza Sánchez, S. Zárate, J. J. & Jaramillo Martínez, J. J. (2014). *Gestión y estadística en control de calidad*. Grupo Editorial Éxodo. <https://elibro.net/es/ereader/itszo/130326?page=17>
- Prat Bartés, A. Tort-Martorell Llabrés, X. & Grima Cintas, P. (2015). *Métodos estadísticos: control y mejora de la calidad*. Universitat Politècnica de Catalunya. <https://elibro.net/es/ereader/itszo/61421?page=255>
- Sánchez Salinas, S. (II.). (2023). *Control de calidad y Certificaciones industriales* (1a. ed.). Editorial Universidad de Almería. <https://elibro.net/es/ereader/itszo/280883?page=13>
- Torres, S. (2025). *¿Cuál es la importancia del control de calidad estadístico?* Milestoblog.com. <https://es.milestoblog.com/what-is-importance-statistical-quality-control>
- Uribe Gómez, J. A. (2021). *Fundamentos de control estadístico de procesos para gestores y administradores tecnológicos*. Instituto Tecnológico Metropolitano. <https://elibro.net/es/ereader/itszo/188150?page=94>