



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO
DE PROCESOS (CEP) PARA EL CONTROL DEL TAMAÑO DE PIEZAS DE PECHUGA
ESPECIAL PREVIO AL DESPACHO EN INDUSTRIA DE POLLO FRITO**

Hugo Daniel Pérez Morales

Asesorado por el MBA. Ing. Luis Alfredo Lemus Mayora

Guatemala, junio de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO
DE PROCESOS (CEP) PARA EL CONTROL DEL TAMAÑO DE PIEZAS DE PECHUGA
ESPECIAL PREVIO AL DESPACHO EN INDUSTRIA DE POLLO FRITO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HUGO DANIEL PÉREZ MORALES

ASESORADO POR EL MBA. ING. LUIS ALFREDO LEMUS MAYORA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, JUNIO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Victor Manuel Monzón Valdez
EXAMINADOR	Ing. Pablo Enrique Morales Paniagua
EXAMINADOR	Ing. Gerardo Ordoñez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO
DE PROCESOS (CEP) PARA EL CONTROL DEL TAMAÑO DE PIEZAS DE PECHUGA
ESPECIAL PREVIO AL DESPACHO EN INDUSTRIA DE POLLO FRITO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 04 de abril de 2022.

Hugo Daniel Pérez Morales

EEPFI-PP-0647-2022

Guatemala, 26 de abril de 2022

Director
Williams G. Álvarez Mejía
Escuela De Ingeniería Química
Presente.

Estimado Ing. Álvarez

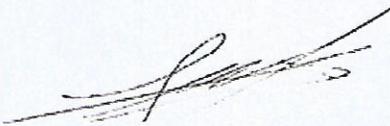
Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

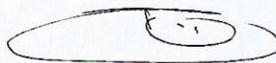
El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS (CEP) PARA EL CONTROL DEL TAMAÑO DE PIEZAS DE PECHUGA ESPECIAL PREVIO AL DESPACHO EN INDUSTRIA DE POLLO FRITO**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Sistemas Integrados de Gestión - Calidad**, presentado por el estudiante **Hugo Daniel Pérez Morales** carné número **201503690**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.

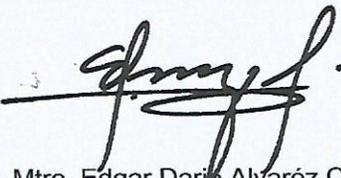
Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Mtro. Luis Alfredo Lemus Mayora
Asesor(a)


Mtro. Hugo Humberto Rivera Perez
Coordinador(a) de Maestría


Mtro. Edgar Darío Alvaréz Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP.EIQ.0647.2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Quimica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS (CEP) PARA EL CONTROL DEL TAMAÑO DE PIEZAS DE PECHUGA ESPECIAL PREVIO AL DESPACHO EN INDUSTRIA DE POLLO FRITO**, presentado por el estudiante universitario **Hugo Daniel Pérez Morales**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Williams G. Álvarez Mejía; Mg.I.Q., M.U.I.E.
Director
Escuela De Ingenieria Quimica

Guatemala, abril de 2022

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.451.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS (CEP) PARA EL CONTROL DEL TAMAÑO DE PIEZAS DE PECHUGA ESPECIAL PREVIO AL DESPACHO EN INDUSTRIA DE POLLO FRITO**, presentado por: **Hugo Daniel Pérez Morales**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, junio de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por haberme permitido alcanzar una meta más.
Mis padres	Por haberme traído al mundo y a través de él, mi eterno agradecimiento por su apoyo para hacer realidad este sueño.
Mis hermanos	Rocío y Alan Pérez Morales, por su apoyo y compañía durante mi vida.
Mis abuelos	María Virgilia Hernández y Héctor Hugo Morales (q. d. e. p.) por sus sabias enseñanzas y consejos durante toda mi vida.
Mi novia	Isis Requena, por su amor y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser el <i>alma mater</i> que me permitió nutrirme de conocimientos.
Facultad de Ingeniería	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
Empresa	Por haberme brindado la información necesaria para realizar este diseño de investigación.
Mis amigos	Por haberme acompañado durante la carrera.
Mi asesor	MBA. Ing. Luis Alfredo Lemus Mayora, por haberme guiado durante el trabajo de graduación.
Familia y amigos en general	Por su cariño y apoyo en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3.1. Contexto general	7
3.2. Descripción del problema	7
3.3. Formulación del problema	8
3.4. Delimitación del problema	9
4. JUSTIFICACIÓN	11
5. OBJETIVOS	13
5.1. General.....	13
5.2. Específicos	13
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	15
7. MARCO TEÓRICO.....	17
7.1. Calidad	17
7.1.1. Responsabilidad por la calidad.....	17

7.1.2.	Aseguramiento de la calidad	18
7.1.3.	Beneficios de la calidad.....	19
7.1.4.	Características de calidad	19
7.2.	Calidad en alimentos.....	20
7.2.1.	Calidad en alimentos fritos	20
7.2.1.1.	Contenido de aceite	20
7.2.1.2.	Textura	21
7.2.1.3.	Color.....	21
7.2.1.4.	Tamaño	21
7.3.	Administración de la calidad total.....	21
7.3.1.	Alcance de la administración de la calidad total	22
7.4.	Control estadístico de procesos	23
7.4.1.	Definición.....	23
7.4.2.	Variabilidad de los procesos.....	24
7.4.2.1.	Clasificación de las variaciones.....	24
7.4.3.	Principios del Control Estadístico de Procesos (CEP).....	25
7.4.4.	Gráficos de control	26
7.4.4.1.	Límites de control	27
7.4.4.2.	Tipos de gráficos de control	28
7.4.4.3.	Gráficos de control por variables.....	29
7.4.4.4.	Condiciones para aplicar el gráfico de control.....	29
7.4.5.	Análisis de capacidad de proceso	31
7.4.5.1.	Índices de capacidad de proceso	33
7.5.	Técnicas de análisis.....	35
7.5.1.	Herramientas de calidad: Capacidad de proceso	35
7.5.2.	Gráficos de control	36
7.5.3.	KPI's.....	37

8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	39
9.	METODOLOGÍA.....	43
9.1.	Características de estudio	43
9.2.	Unidades de análisis	44
9.3.	Variables.....	44
9.4.	Fases del estudio	45
9.4.1.	Fase 1: recopilación de datos	45
9.4.2.	Fase 2: análisis estadístico.....	46
9.4.3.	Fase 3: validación de método de clasificación.....	47
9.4.4.	Fase 4: comparación de cantidad de reclamos previo y posterior al control propuesto.....	47
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	49
11.	CRONOGRAMA.....	51
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	53
12.1.	Recursos necesarios	53
13.	REFERENCIAS.....	55
14.	APÉNDICE	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Áreas responsables de la calidad	18
2.	Alcance de la actividad de administración de calidad total.....	22
3.	Índices de capacidad de proceso.....	33
4.	Ejemplo de gráfico de control.....	37
5.	Cronograma de actividades	51

TABLAS

I.	Esquema de la solución	16
II.	Clasificación de las variaciones	24
III.	Valores de C_p y su interpretación	35
IV.	Variables del estudio	44
V.	Mediciones de ancho y largo de pechugas especiales	46
VI.	Presupuesto	54

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetros
σ	Desviación estándar
σ_w	Desviación estándar de característica de calidad
S	Gráfico de control de desviación estándar
\bar{X}	Gráfico de control de medias
X	Gráfico de control de medidas individuales
R	Gráfico de control de rangos
=	Igual que
C_p	Índice de capacidad potencial de proceso
>	Mayor que
μ	Media/promedio
μ_w	Media/promedio de característica de calidad
<	Menor que
Q	Quetzales
Sem	Semana
W	Variable/característica de calidad

GLOSARIO

Atributo	Tipo de dato que procede de observaciones de tipo cualitativo.
Causa asignable	Fuente de variación que puede ser identificada y eliminada.
Causa común	Fuente de variación aleatoria, no identificable, imposible de evitar.
CEP	Control Estadístico de Procesos.
Control	Proceso que analiza el rendimiento mediante su comparación con las especificaciones establecidas.
Desviación estándar	Medida que aporta información sobre la variación y dispersión media de una variable.
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organización Internacional de Normalización)
KPI	<i>Key Performance Indicators</i> (Indicador Clave de Rendimiento)
LC	Línea Central.

LCI	Límite de Control Inferior.
LCS	Límite de Control Superior.
LEI	Límite de Especificación Inferior.
LES	Límite de Especificación Superior.
Media	Valor promedio de datos numéricos, definida como la suma del conjunto de valores entre la cantidad total de valores.
Pechuga especial	Pieza relacionada al pecho del pollo, que posee un tamaño más grande de lo común.
Pechuga tradicional	Pieza relacionada al pecho del pollo, que posee un tamaño común.
Proceso	Secuencia de acciones interrelacionadas que en conjunto transforman las entradas en salidas.
TQM	<i>Total Quality Management</i> (Gestión de la calidad total).
Variable	Tipo de dato que procede de observaciones de tipo cuantitativo.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, en la industria es común que existan problemas relacionados a calidad, debido a la falta de controles a lo largo de los procesos. Estos controles pueden referirse a variables que influyen, para obtener las especificaciones adecuadas en el producto final. Cuando no se tiene un control adecuado sobre dichas variables, los efectos pueden verse reflejados en quejas o reclamos derivados de la insatisfacción causada en el cliente.

Con el paso del tiempo se han evidenciado distintas técnicas o herramientas que han adquirido relevancia ya que permiten gestionar óptimamente la calidad y la mejora continua. Entre estas, sobresale el control estadístico de procesos, pues es de gran utilidad para identificar las causas de la variación, y a su vez permite reducirla.

La presente investigación pretende aplicar esta herramienta estadística para controlar un parámetro de calidad, específicamente el tamaño de las piezas pechuga especial de pollo frito, con el propósito de evaluar la factibilidad de la clasificación de dichas piezas según el tamaño, antes de ser despachadas. Esto con la intención de ofrecer un producto de tamaño justo en función al precio establecido, lo cual permite reducir la variabilidad del proceso y establecer que éste se mantenga controlado.

El desarrollo del proyecto consta de 4 fases para obtener resultados, llevando a cabo la recopilación de datos correspondiente para realizar el análisis estadístico, la prueba piloto de la validación de la clasificación por tamaño de

pechugas de pollo y la comparación de la cantidad de reclamos antes y después del control propuesto.

Al tomar en cuenta lo anterior, se pretende obtener una disminución en la cantidad de reclamos generados por tamaño de producto pechuga especial, así como mantener la satisfacción del cliente y evitar costos extras por seguimientos a dichos reclamos, los cuales implican reposición de producto o bien reintegro de efectivo.

2. ANTECEDENTES

Para las empresas, se torna necesario ofrecer mejores productos a los consumidores por la existencia de sus competidores; así como, para cumplir con las expectativas de los clientes, es sumamente importante que se logre obtener la mejor calidad. Derivado de lo anterior se desarrolló un estudio de investigación para optimizar la administración de la calidad de la compañía, con el fin de determinar los problemas y reducir los reprocesos, por medio del control estadístico de procesos. Se logró optimizar la calidad del producto con el método propuesto, así como disminuir costos de fabricación. (Ramos, 2017)

En las organizaciones, es vital contar con procesos que mejoren continuamente, esto con el fin de tener una mejor competitividad, lo cual implica cierta objetividad en los problemas que se deben de tratar, en cada fase de los procesos productivos. Para ello existen distintas herramientas de diagnóstico que potencian las decisiones correctas y en tiempo, para tratar los inconvenientes en cuestión. En ese sentido, se realizó una investigación que consistió en crear un modelo multivariado de control estadístico de calidad, donde se buscó localizar las causas de variabilidad en los métodos de crédito de una empresa financiera, logrando la implementación del modelo en la sección de vehículos para caracterizar los rasgos de calidad definidos. (Pérez, 2012)

A partir de estudios realizados, se ha definido que las tácticas de control estadístico pueden optimizar la calidad de los bienes ya que la variabilidad en el proceso se reduce y los defectos se minimizan. En la Universidades de Manchester y de Londres se publicó un artículo científico, que propone un modelo predictivo de control, para reducir los niveles de variación del rendimiento en la

producción por lotes en una industria farmacéutica, generada por defectos en las propiedades de la materia prima. Se pretende emplear el control estadístico de procesos multivariable de un simulador de alimentación por lotes a escala industrial. (Duran-Villalobos, Goldrick y Lennox, 2019)

Se han evidenciado investigaciones que hacen referencia al empleo del control estadístico de procesos, no obstante, no se ha comprobado la existencia de algún documento que recopile conceptos y la utilización de esta metodología en empresas de servicios. En la Fundación Universidad de América se realizó un estudio plasmado en un artículo científico, el cual se publicó en *Respuestas of Journal Engineering Sciences*, con el propósito de emplear el control estadístico de procesos en empresas dedicadas a servicios. Se realizó una recopilación de documentos para sintetizar los conceptos correspondientes y determinar que el control estadístico de procesos puede ser adaptado en cualquier ámbito del sector económico, incluso en instituciones que ofrecen servicios. (Ortiz y González, 2018)

En empresas que pertenecen al sector de servicios, existen diversos modelos novedosos de calidad y formas de medir la satisfacción del cliente, así como herramientas de control estadístico que se pueden aplicar en dicho sector. Con base a ello, se llevó a cabo una investigación que consistió en establecer y validar un modelo de control estadístico, para analizar los procesos en empresas del sector mencionado anteriormente, pertenecientes al giro restaurantero, con el propósito de incrementar la satisfacción de los clientes. (Sánchez, 2001)

Comúnmente, en la industria surge la necesidad de controlar simultáneamente dos o más variables de calidad en el proceso. En las Universidades de Oriente y de Los Andes, se desarrolló un estudio de investigación plasmado en un artículo científico, en donde se busca implementar

el control estadístico de procesos multivariable en una planta procesadora de alimentos, determinando la factibilidad que esta conlleva. (Fermín, Valdiviezo, Orlandoni y Barreto, 2009)

El uso del control estadístico de procesos ha sido exitoso en industrias de manufactura y de servicios, y es posible verlo reflejado tanto en beneficios financieros como en ampliación de mercado. En las Universidades de la Costa y de la Salle se realizó un artículo científico, donde se expuso una investigación enfocada en empezar a emplear el control estadístico de procesos usando la metodología miceps (*Methodology for integrating customer expectations and production systems*) donde se busca que se facilite la traducción de expectativas de clientes en metodologías de control de calidad en una institución que elabora vidrio templado. (Ortiz y Felizzola, 2014)

Al emplear el control estadístico de procesos se requiere que se delimiten las variables críticas tanto de entrada como de salida, y para desempeñarse cumpliendo con los parámetros deseados en la salida es necesario controlar los de entrada. En el Instituto Mexicano del Petróleo, se desarrolló una investigación que presenta sus resultados en un artículo científico, mediante la implementación en el control estadístico de procesos, para un sistema de endulzamiento de gas amargo, definiendo variables críticas, utilizando análisis estadístico y evaluando límites de control y de especificación. (Lara-Hernández, et. al., 2011).

En la Universidad Técnica de Valencia se llevó a cabo un estudio de tesis de posgrado que tenía como objetivo analizar el impacto de la inyección de un contaminante en un punto de una red de distribución de agua, mediante el control estadístico de procesos, utilizando gráficos de control que ilustran la variación en la calidad del agua por presencia del contaminante (Gutiérrez, 2010). Para diagnosticar y cuantificar desajustes relevantes de una variable definida

conforme pasa el tiempo, las técnicas estadísticas del control de procesos son de gran utilidad.

El control estadístico de procesos permite la estandarización de un proceso, lo cual es vital en todas y cada una de las fases, para que éste pueda mantenerse controlado. Así, se puede reducir la variación dentro de un período de tiempo. En la Universidad Cesar Vallejo se planteó una investigación con el propósito de uniformizar el proceso de reparación de presas utilizadas para extrusión, a través del control estadístico de procesos. Se logró la estandarización del proceso a partir de indicadores utilizados para identificar la diferencia luego de aplicar la técnica. (Chira, 2017)

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto general

La empresa en la que se desarrolla la presente investigación se dedica a ofrecer pollo frito, para llevar a clientes finales a nivel nacional en la República de Guatemala. Actualmente existe un control ineficiente en el tamaño de las piezas pechuga antes de ser despachadas, lo cual genera una reincidencia en reclamos por tamaño de producto, específicamente en pechuga especial, la cual es mayor en tamaño a la pechuga tradicional y por lo tanto más cara.

El inconveniente es que los clientes reclaman que cuando solicitan una pechuga especial, reciben un producto con tamaño menor. Esto acontece en varios puntos de venta de distintas áreas del país. Definitivamente los afectados son el cliente; ya que, según su percepción pagan más por un producto similar al tamaño tradicional, y a su vez la empresa se ve afectada, pues los reclamos pueden representar pérdidas de clientes, pérdidas económicas, mala imagen e incluso hasta problemas legales. Es un tema que se ha presentado desde tiempo atrás, por lo cual se busca controlar el proceso para disminuir dichos reclamos.

3.2. Descripción del problema

La deficiencia en el control del tamaño de producto provoca una cantidad de reclamos, los cuales se generan debido a que el cliente se muestra insatisfecho por el tamaño de sus piezas pechuga especial, siendo este menor al esperado. Este inconveniente es de suma relevancia ya que podría representar la pérdida de clientes. Estos reclamos son un tema delicado ya que muchas

veces los clientes toman acciones al respecto y puede llegar a terminar en asuntos legales, lo cual perjudica claramente a la empresa. De la misma manera, algunas veces los clientes por su disgusto buscan hacer quedar mal a la empresa y como consecuencia dañan la imagen de esta.

3.3. Formulación del problema

Con el propósito de esclarecer el problema detectado, el cual consiste en un control inadecuado en el tamaño de las piezas de pechuga especial antes del despacho, surgen las siguientes preguntas.

- **Pregunta central**

¿Cuáles son los pasos a seguir para mejorar el control en el tamaño de las piezas pechuga especial previo a su despacho?

- **Preguntas auxiliares**

- ¿Cómo se puede obtener datos del tamaño de las piezas pechuga especial para saber cómo están saliendo?
- ¿Cómo se puede determinar si el proceso actual está controlado?
- ¿Qué alternativa se puede desarrollar para mitigar la insatisfacción de los clientes generada por tamaño de producto?
- ¿Cómo se puede identificar si existe una disminución en los reclamos por tamaño de producto?

3.4. Delimitación del problema

La presente investigación pretende abarcar cinco puntos de venta en la ciudad de Guatemala durante tres meses, realizando visitas periódicas diarias para la obtención de datos que serán sometidos a un análisis estadístico.

4. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación forma parte del campo de los sistemas de control de calidad, pues la propuesta tiene un enfoque relacionado a establecer el control de uno de los parámetros de calidad de las piezas de pollo pechugas, a través de herramientas estadísticas, específicamente del tamaño de estas.

El desarrollo de este estudio es derivado porque para la empresa es vital operar enfocándose en el cliente, entregando productos de calidad, lo cual es de suma importancia para toda organización. Al considerar la propuesta de control del tamaño de las pechugas grandes se contribuirá a asegurar la calidad de estos productos, y para mapear la situación es necesario generar datos de las dimensiones de las pechugas grandes, los cuales deben someterse a un análisis estadístico para determinar si el proceso está controlado.

Teniendo esto en cuenta, la implementación del control en el tamaño de pechugas grandes, a través del control estadístico de procesos busca cumplir con la satisfacción del cliente, asegurando la calidad mediante el despacho de piezas con tamaño correcto, y de esta manera, reducir los reclamos relacionados al disgusto en los clientes por tamaño de producto.

Con este nuevo control se espera un incremento en el nivel de satisfacción de los clientes y a su vez una disminución en la cantidad de reclamos presentados por tamaño de producto. De la misma manera, se puede obtener un impacto económico positivo, ya que el seguimiento de reclamos muchas veces repercute en la reposición de producto o bien reintegro en efectivo, y esto puede mitigarse controlando el tamaño de las piezas en cuestión.

Con el escenario planteado, los beneficios se reparten entre la empresa y los clientes, pues para la empresa puede representar la disminución de reclamos por tamaño de producto y con ello evitar consecuencias como pérdida de clientes, una mala imagen, problemas legales, entre otros; y a su vez el cliente paga lo justo en relación con la cantidad de producto que se despacha, en este caso, al tamaño de producto correcto.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Implementar el control en el tamaño de las piezas pechuga especial de pollo, previo a su despacho a través del control estadístico de procesos (CEP) con el propósito de clasificarlas por tamaño.

5.2. Específicos

1. Cuantificar las mediciones del tamaño de las pechugas especiales de pollo durante un período de dos meses utilizando un análisis descriptivo para caracterizar las piezas.
2. Analizar estadísticamente los datos recopilados de las mediciones del tamaño de pechuga especial de pollo a través de la capacidad de proceso para determinar si el proceso está controlado.
3. Proponer un método de clasificación de pechugas de pollo en función al tamaño para su venta y validarlo a través de una prueba piloto.
4. Identificar el comportamiento de los reclamos por tamaño de producto previo y posterior al control propuesto, comparándolos gráficamente para determinar si existe una disminución en estos.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

En muchas ocasiones surge la necesidad de controlar variables relacionadas con la calidad de los productos, ya sea a lo largo del proceso o bien al final de este, con el propósito de asegurar que los productos obtenidos se encuentren dentro de las especificaciones adecuadas. Para ello, el control estadístico de procesos es de gran utilidad y aporta significativamente para promover la mejora continua de calidad.

Al no establecer un control específico es muy probable que empiecen a surgir insatisfacciones y quejas por parte de los clientes, como es el caso de la empresa en estudio ya que existe una reincidencia en los reclamos por tamaño de producto pechuga especial.

Tomando en consideración de lo anterior, la investigación en curso pretende optimizar el control en el tamaño de las piezas de pechuga especial de pollo, para clasificarlas a partir de este parámetro, previo a la etapa de despacho. Un control efectivo sobre el tamaño de las piezas en cuestión permite mantener la satisfacción del cliente, ofreciendo un producto con tamaño adecuado en función al precio establecido. Esto radica en la posibilidad de disminución de reclamos por insatisfacción derivada a tamaño de producto, y potencialmente en beneficio económico al ahorrarse el seguimiento respectivo de quejas.

A continuación, se presenta el esquema de solución para el control del tamaño de piezas de pechuga especial de pollo frito mediante el control estadístico de procesos.

Tabla I. Esquema de la solución

No.	Fase	Metodología	Herramientas	Tiempo
1	Recopilación de datos de tamaños de pechugas especiales de pollo para caracterizar las piezas	Cuantificación de mediciones de tamaños de pechugas especiales de pollo	Instrumentos de medición: regla, metro, vernier Análisis descriptivo: síntesis de información, aclarar y ordenar datos	8 semanas
2	Análisis estadístico y determinación de la capacidad de proceso para definir si el proceso está controlado	Control estadístico de procesos	Capacidad de proceso: índice Cp para evaluar si el proceso es capaz de cumplir con especificaciones Gráficos de control: analizar el comportamiento del proceso	2 semanas
3	Validación de método de clasificación por tamaño de pechugas de pollo, clasificando las pechugas especiales con tamaño menor como pechugas tradicionales	Prueba piloto	Observación: viabilidad operativa Encuestas: a colaboradores para determinar si es favorable 5 porqués	4 semanas
4	Comparación de cantidad de reclamos antes y después del control propuesto para verificar si el mismo ayuda a mejorar la calidad de los productos y disminuir la cantidad de reclamos	Análisis gráfico de comportamientos	Gráficas de Cantidad de reclamos en tiempos determinados para identificar los comportamientos	1 semana

Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Calidad

El término calidad suele relacionarse con un producto o servicio excepcional, que satisface las precisiones y cumple notablemente con las expectativas, las cuales surgen a partir del uso al que está destinado y del precio. En casos en los que estos aspectos son beneficiosos, e incluso sobrepasan estas posibilidades, a eso se le considera calidad. (Besterfield, 2009)

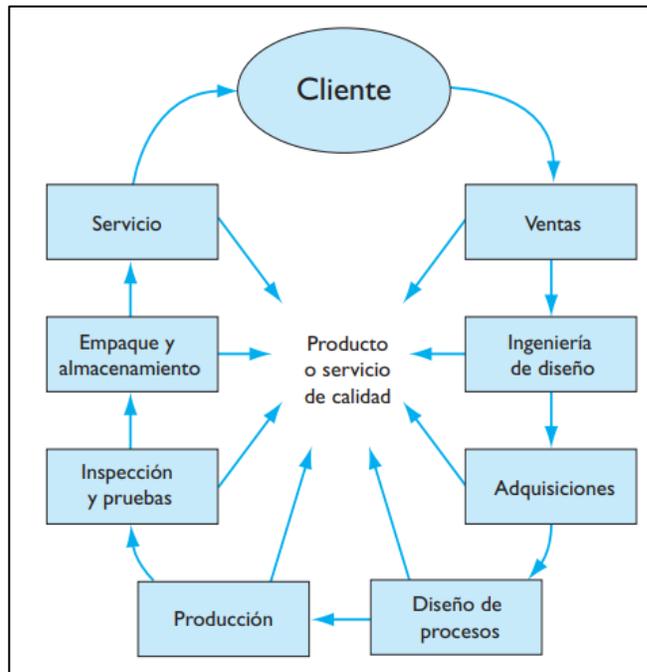
La calidad implica conceptos como productividad, rentabilidad, presencia en el mercado, entre otros, y representa un conjunto de factores que se agrupan de manera ordenada y que, una vez vinculados, pueden aportar significativamente para conseguir el éxito empresarial. (Maldonado, 2018)

7.1.1. Responsabilidad por la calidad

La calidad no debe de ser tomada como compromiso de una persona o departamento determinado, más bien se debe comprender como una responsabilidad en conjunto de los involucrados en el proceso, cada uno teniendo que poner de su parte. (Maldonado, 2018)

Todas las áreas que participan en el proceso son responsables de que la calidad prevalezca, ya sea en un producto o en un servicio. Estas se ilustran como sigue en la figura 1:

Figura 1. **Áreas responsables de la calidad**



Fuente: Besterfield. (2009). *Control de calidad*.

7.1.2. **Aseguramiento de la calidad**

El aseguramiento de la calidad, también llamado control de la calidad no influye directamente con relación a la responsabilidad sobre la calidad, por lo cual no se muestra en la figura 1, sin embargo, sí apoya y respalda a las demás áreas o departamentos, para posesionarse en la responsabilidad del control de calidad. (Besterfield, 2009)

Por su parte el control o aseguramiento de calidad, sí tiene influencia directa sobre la evaluación continua porque determina que tan eficaz es el sistema de calidad. Se enfoca en determinar dicha eficacia, evaluar la calidad, identificar las oportunidades de mejora o áreas potenciales de trabajo, y es una

herramienta que es utilizada para eliminar los problemas o reducirlos a niveles aceptables (Besterfield, 2009). En términos generales, se busca mejorar la calidad en conjunto con las áreas involucradas.

7.1.3. Beneficios de la calidad

La calidad que supera las expectativas puede generar varios beneficios:

- Mejora la productividad
- Genera fidelidad en clientes
- Asegura un segmento de mercado para la compañía
- Permite que la organización se mantenga fiel a sus objetivos

Todas las empresas buscan cumplir con un objetivo principal: identificar aquello que precisan los clientes, y satisfacerlas. A su vez, este objetivo da lugar a otros secundarios: desarrollar productos o servicios de calidad, con costos competitivos. (Maldonado, 2018)

7.1.4. Características de calidad

Las características de calidad son todas las propiedades y/o especificaciones, que cumplan con las necesidades que el cliente busca en lo que compra. Por lo tanto, el cliente busca esencialmente la utilidad que ese producto o servicio le aporta, y no tanto el producto o servicio como tal. (Maldonado, 2018)

Con frecuencia, la calidad de un producto se evalúa en el nivel en que cumple con la información especificada y cuenta con las peculiaridades que se buscan en él, es decir, en el nivel en que es funcional.

7.2. Calidad en alimentos

En el sector de alimentos, los consumidores exigen no sólo que los productos cumplan con los datos de especificación y características relacionadas a las necesidades nutricionales, sino también que sean saludables, apetitosos y seguros. (Gallego, 2012)

Los alimentos se pueden describir mediante un conjunto de parámetros que posteriormente se vuelven propiedades por la percepción, y por consiguiente, la preferencia del consumidor. Una propiedad no negociable de cualquier producto es la calidad sanitaria e higiénica, de la mano con la seguridad alimentaria. (Gallego, 2012)

7.2.1. Calidad en alimentos fritos

Un indicador importante de calidad en un alimento frito es la cantidad de humedad, pues de él dependen otros parámetros como el color, la textura, el tamaño, entre otros. (Lucas, Quintero, Vasco y Cuellar, 2011)

7.2.1.1. Contenido de aceite

También se toma en cuenta el contenido de aceite, y se ha comprobado que la mayor cantidad de aceite absorbido se encuentra en la superficie de los productos (Lucas et al., 2011). Asimismo, se ha evidenciado que luego de la fritura, el aceite es absorbido en mayor cantidad, cuando el producto se encuentra en enfriamiento.

7.2.1.2. Textura

La textura consta de una serie de parámetros que dependen de la estructura del alimento, y se relaciona con la desintegración, deformación y el flujo propio del alimento sometido a una fuerza. (Lucas et al., 2011)

7.2.1.3. Color

Este aspecto depende directamente de la reacción de Maillard, dada entre los azúcares reductores y aminoácidos, lo cual tiene su efecto en el proceso de coloración oscura. (Lucas et al., 2011)

7.2.1.4. Tamaño

En conjunto con el color, es de los principales factores en los que se basa el consumidor para decidir si el producto será aprobado o rechazado. De la mano, se incluye también la relación precio-cantidad de producto, que, para el caso que se trata sería precio-tamaño de producto.

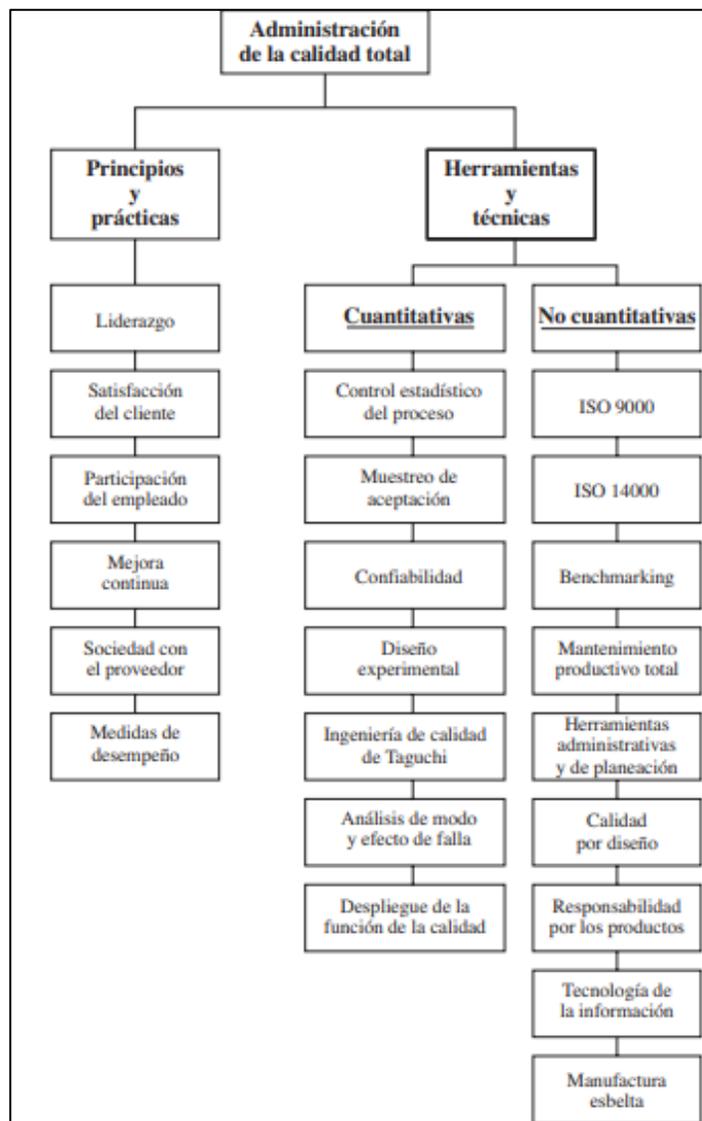
7.3. Administración de la calidad total

La administración de la calidad total, también conocida como *Total Quality Management* (TQM), es una metodología funcional para asegurar un lugar en la competencia mundial. Si se cambian las operaciones administrativas, se puede transformar la cultura y, por ende, las labores de toda una compañía. (Besterfield, 2009)

7.3.1. Alcance de la administración de la calidad total

En la figura 2 se ilustra el alcance de los procedimientos de administración de la calidad total.

Figura 2. Alcance de la actividad de administración de calidad total



Fuente: Besterfield. (2009). *Control de calidad*.

7.4. Control estadístico de procesos

El control estadístico de procesos se incluye, como uno de los instrumentos que puede aportar mucho en la actualidad, para los sistemas de calidad que están en buscar de mejorar continuamente los procesos, pero especialmente para aquellas compañías que orientan su operación hacia la complacencia al cliente y a su vez, enfatizan las áreas con potencial mejora. (Madrigal, 2021)

7.4.1. Definición

El control estadístico de procesos se puede describir como la acción de usar métodos estadísticos aplicables a procesos productivos; que involucran la manufactura, material con que se fabrica, máquinas, equipos y entorno ambiental, procesos del sector de servicios, o bien, procesos administrativos, para poder comprobar si cada parte del proceso es capaz de desempeñarse para cumplir con las características de calidad y ayudar a cumplirlas, tomando como calidad la probabilidad del producto/servicio de ser útil. (Palacios y Gisbert, 2018)

Con el propósito de que un producto sea capaz de cumplir las necesidades del cliente, este debe de fabricarse con la suficiente estabilidad en el proceso, con una variabilidad reducida con relación a las especificaciones de calidad del producto en cuestión. (Vives, 2008)

El control estadístico de procesos es parte del conjunto de instrumentos útiles para resolver problemas, ya que es posible conseguir estabilidad y también perfeccionar la capacidad del proceso, al reducir considerablemente la variabilidad. (Vives, 2008)

7.4.2. Variabilidad de los procesos

Un proceso se ve influenciado por un conjunto de elementos aleatorios, que impiden la obtención de dos productos con características exactamente iguales. Es decir, las particularidades del producto obtenido no poseen uniformidad, por lo cual presentan una variabilidad. (Ruiz-Falcó, 2006)

Estas eventualidades se pueden ver reflejadas en la inconformidad del mercado respecto a los productos obtenidos, al no cumplir con los requerimientos correspondientes (Palacios y Gisbert, 2018). Dicho escenario se desea evitar, y como efecto surge la necesidad de disminuir la variabilidad en la mayor cantidad posible, o bien, mantenerla dentro de límites. Para lograr esto último, el control estadístico de procesos adquiere relevancia por lo que puede ser de gran utilidad. (Ruiz-Falcó, 2006)

7.4.2.1. Clasificación de las variaciones

Las variaciones pueden ser clasificadas como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla II. **Clasificación de las variaciones**

Comunes	Asignables
Son inevitables y actúan de forma insignificante, obteniendo como resultado una variación aleatoria complicada de corregir.	También conocidas como esporádicas, son de fácil detección y corrección, pues son asignadas a una o varias causas concretas.
Aparecen en varios momentos	Aparecen en momentos aislados
Tienen estabilidad	Presentan irregularidad
Se pueden prever	Se dificulta preverlas
Surgen de muchas fuentes pequeñas	Surgen de pocas fuentes importantes
	Vuelven a aparecer si no se toman medidas correctivas

Fuente: Palacios y Gisbert. (2018). *Control estadístico de la calidad: una aplicación práctica*.

7.4.3. Principios del Control Estadístico de Procesos (CEP)

Como cualquier técnica estadística, el control estadístico de procesos suele fundamentarse en la estadística y en el conjunto de desviaciones estándar a los que, en los gráficos, se fijan los límites de control (Madrigal, 2021). Se consideran tres sigmas, que abarcan el 99.7 % del área bajo la curva en una distribución normal, y se consideran los siguientes principios:

- Toma de decisiones estadísticas. La información que provee el gráfico construido a partir de las desviaciones estándar de la curva normal es útil para un CEP, y se utiliza para guiar el camino de la organización.
- Medio de resolución de problemas. El uso del CEP contribuye a detectar los errores en los procesos, y por lo tanto se puede identificar la solución del origen al tomar acciones correctivas para no incidir en los mismos errores.
- Eficiencia de procesos. Cuando, en los gráficos, son fijados los límites de control, con base en el promedio y en las desviaciones estándar, así como cuando se monitorea y se actualiza la información de este, es posible determinar si la manera en que actúa el proceso se acerca a la línea central, que implicaría una mejora. En contraparte, las salidas de los límites de control representan una mayor variación.
- Minimización de desperdicios. Si el proceso muestra una tendencia descontrolada, se deben tomar acciones correctivas para evitar reprocesos o desperdicios generados por insatisfacción del cliente.

- Aseguramiento de la calidad. Los gráficos de control aseguran que los requerimientos del cliente o especificaciones se mantengan dentro de parámetros. (Madrigal, 2021)

7.4.4. Gráficos de control

Un gráfico de control consta de una representación gráfica de la calidad; donde es posible encontrar unos puntos llamados límites de control, los cuales son funcionales para interpretar el origen de las diferenciaciones de la calidad adoptando una perspectiva general. (Palacios y Gisbert, 2018)

También se les suele llamar cartas de control, y Gutiérrez y de la Vara (2009) indican que “son gráficas que sirven para observar y analizar la variabilidad y el comportamiento de un proceso a través del tiempo” (p. 186).

Los gráficos de control son herramientas comúnmente utilizadas para describir y dar visibilidad del estado de un proceso, lo que puede representar ventajas en las organizaciones, debido a que con estas técnicas se torna sencillo determinar si se cuenta con un proceso controlado, y en especial, ayuda a identificar si las causas son comunes o asignables, de manera que se consideren acciones correctivas para mejorar. (Izar, 2004)

Generalmente al analizar un proceso, se suele tomar en cuenta en principio a las variables dependientes o especificaciones de calidad, sin embargo, los gráficos de control son igualmente aplicables para el análisis de variabilidad de las variables independientes. (Gutiérrez y de la Vara, 2009)

7.4.4.1. Límites de control

Es necesario recalcar que cuando se mencionan los límites de control, no se trata de los límites de especificación, ni los requerimientos o aspiraciones que el proceso demanda. En contraparte, son los que se calculan en base a la forma en que varían los datos representados en el gráfico de control. (Gutiérrez y de la Vara, 2009)

Una forma sencilla de calcularlos es mediante la relación que guarda el promedio con la desviación estándar del rasgo de calidad. Cuando los datos se distribuyen normalmente, donde se muestra un promedio μ y una desviación estándar σ , se define que entre $\mu - 3\sigma$ y $\mu + 3\sigma$ se halla el 99.73 % de los valores potenciales de la especificación. (Gutiérrez y de la Vara, 2009)

En consecuencia, cuando se generaliza un modelo para un gráfico de control se obtiene lo siguiente: sea W el rasgo de calidad que se desea representar gráficamente en la carta, siendo su media μ_w y con una desviación estándar σ_w , tanto el límite de control inferior como el límite de control superior (LCI y LCS, respectivamente), así como la línea céntrica, están representados como sigue: (Gutiérrez y de la Vara, 2009)

$$LCI = \mu_w - 3\sigma_w$$

$$\text{Línea central} = \mu_w$$

$$LCS = \mu_w + 3\sigma_w$$

Con dichos límites y en escenarios que se caracterizan por encontrarse bajo control estadístico, la posibilidad de que los datos de W se encuentren intrínsecamente en el rango que ellos definen, aumenta. Si W posee una distribución normal, dicha probabilidad será de 99.73 %, y por lo mismo se espera

que sólo 27 de 10,000 puntos se encuentren fuera de los límites. Este tipo de gráficos de control los propuso el doctor Walter A. Shewhart, por lo tanto, son conocidas como gráficos de control de Shewhart. (Gutiérrez y de la Vara, 2009)

Cuando un valor se encuentra fuera de estos límites, es posible determinar la existencia de una alguna razón que provoque variación, la cual debe ser investigada. El gráfico de control sirve precisamente para localizar aquellas causas que se pueden asignar y llevar a cabo correcciones para poder descartarlas. (Palacios y Gisbert, 2018)

Si en un proceso es probable eliminar en su totalidad las causas asignables, quedando únicamente las aleatorias o comunes, se puede establecer que el proceso podría estar controlado o bien, bajo control. (Palacios y Gisbert, 2018)

7.4.4.2. Tipos de gráficos de control

En las cartas o gráficos de control se puede ilustrar tanto información cualitativa como cuantitativa, basada en el tipo de producto a monitorear. Por lo tanto, existen dos diferentes tipos de gráficos: (Madrigal, 2021)

- Gráfico de control por variables. En este gráfico se representan aquellas variables que son medibles, cuantificables y que son obtenidas a partir de una herramienta de medición conveniente.
- Gráfico de control por atributos. En él se representan las variables que son medidas a través de técnicas cualitativas. En función del patrón, los resultados de la evaluación generalmente se reducen a se acepta o se rechaza.

7.4.4.3. Gráficos de control por variables

Este tipo de gráficas son aplicables a especificaciones de calidad, que se caracterizan por tener continuidad. Entre los gráficos para variables tipo Shewhart, se pueden mencionar los más conocidos: (Gutiérrez y de la Vara, 2009)

- \bar{X} (de medias)
- R (de rangos)
- S (de desviación estándar)
- X (de medidas individuales)

7.4.4.4. Condiciones para aplicar el gráfico de control

Si se desea realizar una aplicación adecuada de los instrumentos en cuestión se debe contar con cierta estabilidad, necesaria para desarrollar el proceso, el cual pueda permitir cierto nivel de predicción, aún en condiciones aleatorias. (Ruiz-Falcó, 2006)

Cuando se habla de un proceso caótico, se dice que éste no puede ser previsto ni controlado, por lo cual, para estos se complica poder aplicar los gráficos de control, y por su parte es ilógico involucrar el significado de capacidad. Un proceso con esta naturaleza suele analizarse por medio de herramientas estadísticas más avanzadas, de manera que se pueda determinar qué causa la estabilidad y la manera de poder eliminarlo. (Ruiz-Falcó, 2006)

Derivado de lo anterior se puede considerar que los procesos son estables en cierto grado. Se destacan dos casos:

- Cuando el proceso se basa primordialmente en una probabilidad donde los parámetros no se modifican con el paso del tiempo (Ruiz-Falcó, 2006). Consiste en un proceso normal, en el que tanto la media como la desviación estándar no cambian conforme pasa el tiempo. Este sería idealmente el escenario deseado, ya que es viable aplicar los gráficos de control con el propósito de identificar las causas asignables (Ruiz-Falcó, 2006).
- Cuando el proceso se basa principalmente en una probabilidad en la que los parámetros presentan cierta variación con el paso del tiempo (Ruiz-Falcó, 2006). De igual forma consiste en un proceso normal, donde la media sufre variaciones con el paso del tiempo (Ruiz-Falcó, 2006).

Es probable que las características del proceso tengan influencia sobre los elementos de variabilidad propios del mismo, cause un efecto considerable, de tal manera que la distribución ya no se considerará normal. (Ruiz-Falcó, 2006)

Recopilar cuanta más información sea posible, respecto a los elementos tecnológicos del proceso, puede tomar importancia y relevancia; ya que, eventualmente se puede emplear para determinar la forma en la que los valores serán distribuidos (Ruiz-Falcó, 2006). Como especifica Ruiz-Falcó (2006), “En ningún caso debe darse la normalidad por supuesta. Debe comprobarse y en caso de que los datos no sean normales, deben aplicarse métodos especiales” (p. 11).

7.4.5. Análisis de capacidad de proceso

La capacidad de proceso suele definirse como el modo en que se ejecuta una comparación, entre la variabilidad inevitable del mismo con los requerimientos o especificaciones de un bien. (Vives, 2008)

Ciertas técnicas estadísticas pueden ser útiles en el ciclo de un producto, especialmente para dimensionar qué tanto varía un proceso, analizar dicha variación con relación a los requerimientos del producto y, finalmente, apoyar a que el personal operativo pueda eliminar esa variación o bien reducirla a niveles considerables, incluyendo todas las actividades previas al proceso productivo. Este procedimiento general suele exponerse como análisis de capacidad del proceso. (Vives, 2008)

La variabilidad de un proceso frecuentemente es tomada en cuenta, como una representación de cuantificar lo uniforme que es la salida, y según Vives (2008), existen dos modos de especificar esta variabilidad:

- La variabilidad natural o inherente en un tiempo especificado; la variabilidad instantánea.
- La variabilidad con el tiempo.

El análisis de capacidad de proceso está descrito como el estudio de ingeniería, con propósito de determinar la capacidad del proceso. Esta evaluación puede encontrarse en condiciones donde la distribución de probabilidad posea una forma, media y desviación estándar establecidos. (Vives, 2008)

Por otro lado, es posible representar la capacidad de proceso como un porcentaje fuera de los parámetros. No obstante, dichos parámetros son fundamentales para dar lugar al desarrollo del estudio de capacidad de proceso. (Vives, 2008)

Este análisis se torna primordial en la gestión integral para optimizar la calidad. Vives (2008) resalta principales usos que se les puede dar a los datos de dicho estudio, entre los que sobresalen los siguientes:

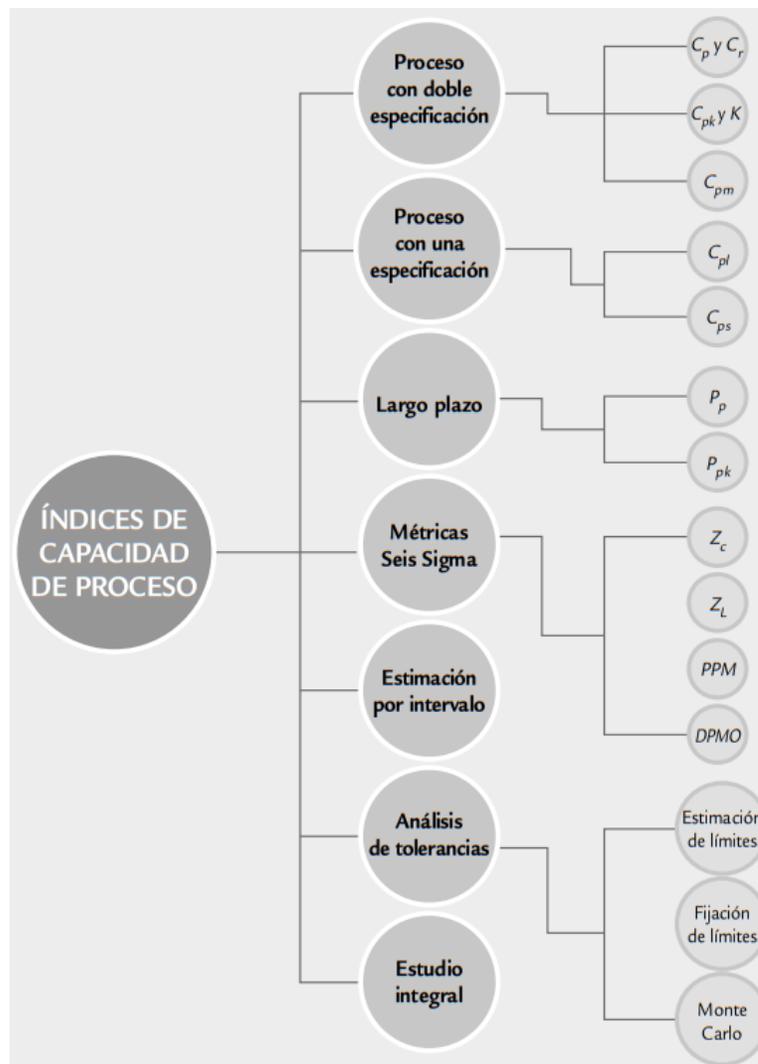
- Predicción del grado de variación de los procesos. Puede proveer información útil para la delimitación de especificaciones reales.
- Selección del proceso más recomendado para cumplir con las tolerancias.
- Planeación de la interrelación entre procesos consecutivos. La determinación de la capacidad de proceso puede eventualmente identificar vías para encontrar soluciones.
- Provisión de bases cuantitativas que permitan crear un sistema de verificación frecuente de control del proceso.
- Esclarecimiento respecto a las máquinas según el tipo de trabajo para los que más se adecúan.
- Desarrollo de pruebas para determinar las causas de defectos en los programas de mejoras de calidad.
- Fundamentar bases de referencia en cuanto a los parámetros de calidad en la compra de máquinas.

Derivado de lo anterior, se concreta que el estudio de capacidad de proceso se considera como una técnica aplicable en diversas etapas del ciclo de un producto, tomando en cuenta el diseño y procesos, los proveedores, la planificación de la manufactura e incluso hasta la misma producción. (Vives, 2008)

7.4.5.1. Índices de capacidad de proceso

En la figura 3, están ilustrados los distintos índices para medir la capacidad de proceso.

Figura 3. Índices de capacidad de proceso



Fuente: Gutiérrez y de la Vara. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*.

Cuando se hace referencia a los índices de capacidad aplicados a procesos con doble especificación, comúnmente sale a luz la suposición de tener una variable dependiente o especificación de calidad de algún bien, donde las cuantificaciones deben ser equivalentes a algún dato ideal, o bien se deben mantener en el rango que forman los límites de especificación. (Gutiérrez y de la Vara, 2009)

Consecuentemente, surge el índice C_p , el cual puede definirse como el modo de representar la capacidad potencial de un proceso; surge como efecto de la relación existente entre la dimensión de los requerimientos y el modo en el que el proceso varía naturalmente. (Gutiérrez y de la Vara, 2009) Se puede representar como sigue:

$$C_p = \frac{\textit{Variación tolerada}}{\textit{Variación real}}$$

Para considerar que un proceso está capacitado para desempeñarse de manera que cumpla con los requerimientos, es necesario que el modo en el que el proceso varía naturalmente sea siempre menor que la dimensión de los requerimientos o variación tolerada (Gutiérrez y de la Vara, 2009). Es decir, se busca que el índice C_p tenga un valor superior a 1, pues si se cuenta con un valor inferior a 1, representa la incapacidad del proceso de consumir los requerimientos. (Gutiérrez y de la Vara, 2009)

En la tabla se observa con mayor detalle la interpretación del índice C_p , con base en la suposición de tener un proceso centrado.

Tabla III. **Valores de C_p y su interpretación**

VALOR DEL ÍNDICE C_p	CLASE O CATEGORÍA DEL PROCESO	DECISIÓN (SI EL PROCESO ESTÁ CENTRADO)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma.
$C_p > 1.33$	1	Adecuado.
$1 < C_p < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

Fuente: Gutiérrez y de la Vara. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*.

7.5. Técnicas de análisis

La etapa de análisis de los datos es esencial para una investigación, especialmente cuando ésta consta de un enfoque cuantitativo. Por ello, las herramientas de calidad toman relevancia al facilitar dicho proceso de análisis.

7.5.1. Herramientas de calidad: Capacidad de proceso

El índice de capacidad de proceso C_p puede expresarse como sigue: (Gutiérrez y de la Vara, 2009)

$$C_p = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

Donde σ es la desviación estándar, y LEI y LES representan los límites de especificación inferior y superior respectivamente, establecidos hacia la particularidad de calidad que se pretende monitorear. (Gutiérrez y de la Vara, 2009)

Se dice que 6σ o seis desviaciones estándar, simboliza el modo en el que el proceso varía naturalmente en función de la distribución normal, lo cual representa que en el área de $\mu \pm 3\sigma$ están el 99.73 % de los datos cuantificables de una especificación de calidad, en la que éstos se distribuyen de forma normal. (Gutiérrez y de la Vara, 2009)

En casos en los que la presencia de normalidad en la distribución no se evidencia, en $\mu \pm 3\sigma$ está presente un porcentaje considerable de la misma, a razón de dos factores: la desigualdad de Chebyshev y por la regla empírica. (Gutiérrez y de la Vara, 2009)

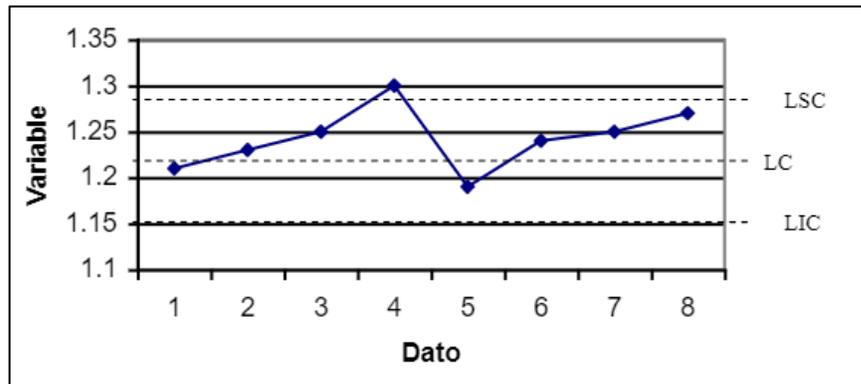
Un proceso que es capaz de desempeñarse de manera que pueda cumplir con las especificaciones y que tiene un rango de especificación de $\pm 3\sigma$ posee un C_p de 1. Como indica Vives (2008), “Lo crítico de muchas aplicaciones y la realidad de que el promedio del proceso no permanecerá en el punto medio del rango de especificación sugiere que C_p debe ser al menos 1.33”. (p. 27)

7.5.2. Gráficos de control

Los gráficos de control constan, en resumen, de una línea céntrica, representada por la media del rasgo de calidad en evaluación, y dos líneas marcadas por límites, que son los límites de control superior e inferior, y son quienes indican los valores que definen el rango relacionado al área donde se espera encontrar la variable o característica, con el propósito de que el proceso esté controlado. (Izar, 2004)

A continuación, se ejemplifica un gráfico de control, con las líneas anteriormente descritas:

Figura 4. Ejemplo de gráfico de control



Fuente: Izar. (2004). Las 7 Herramientas Básicas de la Calidad.

7.5.3. KPI's

KPI, que significa *Key Performance Indicators*, o bien, indicadores clave de desempeño, y como lo indica Rodríguez (2017), “Los KPI son métricas que se utilizan para cuantificar los resultados de una determinada acción o estrategia en función de unos objetivos predeterminados; es decir, indicadores que nos permiten medir el éxito de nuestras acciones.” (p. 9)

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Calidad

1.1.1. Responsables por la calidad

1.1.2. Aseguramiento de la calidad

1.1.3. Beneficios de la calidad

1.1.4. Características de calidad

1.2. Calidad en alimentos

1.2.1. Calidad en alimentos fritos

1.2.1.1. Contenido de aceite

1.2.1.2. Textura

1.2.1.3. Color

1.2.1.4. Tamaño

1.3. Administración de la calidad total

1.3.1. Alcance de la administración de la calidad total

1.4. Control estadístico de procesos

- 1.4.1. Definición
- 1.4.2. Variabilidad de los procesos
 - 1.4.2.1. Clasificación de las variaciones
- 1.4.3. Principios del Control Estadístico de Procesos (CEP)
- 1.4.4. Gráficos de control
 - 1.4.4.1. Límites de control
 - 1.4.4.2. Tipos de gráficos de control
 - 1.4.4.3. Gráficos de control por variables
 - 1.4.4.4. Condiciones para aplicar el gráfico de control
- 1.4.5. Análisis de capacidad de proceso
 - 1.4.5.1. Índices de capacidad de proceso
- 1.5. Técnicas de análisis
 - 1.5.1. Herramientas de calidad: Capacidad de proceso
 - 1.5.2. Gráficos de control
 - 1.5.3. KPI's

2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

- 2.1. Cuantificación de mediciones de dimensiones de pechugas especiales
- 2.2. Análisis estadístico y capacidad de proceso
- 2.3. Validación de método de clasificación de pechugas en función al tamaño
- 2.4. Comparación de la cantidad de reclamos previo y posterior al control propuesto

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 3.1. Cuantificación de mediciones de dimensiones de pechugas especiales

- 3.2. Análisis estadístico y capacidad de proceso
- 3.3. Validación de método de clasificación de pechugas en función al tamaño
- 3.4. Comparación de la cantidad de reclamos previo y posterior al control propuesto

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

La investigación en cuestión pretende adoptar un enfoque cuantitativo, tiene un alcance descriptivo-correlacional y un diseño no experimental.

9.1. Características de estudio

La investigación en cuestión consta de un enfoque cuantitativo, ya que, a través de la estadística, se pretende determinar si el proceso de verificación del tamaño de pechugas especiales previo al despacho está controlado.

El alcance es descriptivo, ya que en principio se pretende analizar la satisfacción del cliente y determinar la situación relacionada a la cantidad de reclamos, presentados a partir del tamaño de las pechugas especiales. Asimismo, se considera correlacional, pues se busca establecer una relación entre el tamaño de las pechugas especiales y la cantidad de reclamos que surgen al respecto, de manera que se defina si es posible que la cantidad de reclamos se reduzca al clasificar las pechugas en función de su tamaño, previo a ser despachadas.

El diseño adecuado al presente estudio será no experimental, pues las pechugas especiales se reciben sin poder manipular el tamaño, por lo cual depende del proveedor correspondiente. De la misma manera, el tamaño se ve influenciado por la fritura, específicamente en una reducción en éste, por lo tanto, se puede concretar que en el estudio el tamaño no es manipulable.

9.2. Unidades de análisis

El estudio pretende centrarse en el ancho y el largo de las pechugas, especiales de pollo frito en 5 puntos de venta de la ciudad capital. El muestreo será aleatorio al analizar 2 piezas por cada bandeja de 14 que se someta a fritura, tomando un estimado de 2 bandejas diarias, durante un período de dos meses.

9.3. Variables

Las variables en estudio se describen a continuación:

Tabla IV. **Variables del estudio**

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Tiempo de fritura	Lapso definido en el que las piezas se someten a fritura para su cocción.	Se estará monitoreando que se cumpla con el tiempo establecido de fritura para no tener repercusiones en las características de calidad de las piezas de pollo.
Temperatura de fritura	Escala establecida para representar la transferencia de calor dada en la operación de fritura.	Se estará monitoreando que la operación se lleve a cabo dentro del rango de temperatura establecido para no repercutir en las características de calidad de las piezas de pollo.
Porcentaje de compuestos polares en aceite	Medida de desgaste o degradación del aceite.	Se estará monitoreando el estado del aceite a través del medidor del porcentaje de compuestos polares, para verificar su efecto en la calidad de los productos.
Ancho de las pechugas especiales	Medida propia de la pieza pechuga especial que representa una dimensión de su tamaño con relación a su amplitud o extensión.	Se realizarán mediciones del ancho de las pechugas especiales con ayuda de instrumentos de medición como regla/vernier, para obtener datos en unidades de centímetros.
Largo de las pechugas especiales	Medida propia de la pieza pechuga especial que representa una dimensión de su tamaño con relación a su longitud.	Se realizarán mediciones del largo de las pechugas especiales con ayuda de instrumentos de medición como regla/vernier, para obtener datos en unidades de centímetros.

Continuación de la tabla IV.

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Cantidad de reclamos	Número puntual de quejas o reclamos originados debido al incumplimiento en el tamaño de las piezas pechuga especial de pollo frito.	Se pretende analizar el comportamiento de la cantidad de reclamos, tanto antes como después de desarrollar el control relacionado a la clasificación de las pechugas en función a su tamaño.

Fuente: elaboración propia.

9.4. Fases del estudio

Se describirán a continuación las cuatro fases del estudio.

9.4.1. Fase 1: recopilación de datos

En la primera fase, se realizará la recopilación de datos de los tamaños de las pechugas especiales para caracterizar las piezas, a través de la cuantificación de mediciones del ancho y largo de las mismas. Se utilizarán instrumentos de medición como reglas/vernier para determinar las dimensiones de las piezas.

Con base en la investigación realizada, se pretende realizar un análisis descriptivo donde se sintetice la información recopilada, con el fin de aclarar y ordenar los datos correspondientes a las dimensiones del tamaño de las pechugas especiales de pollo frito.

Para realizar esta medición, se tomarán datos en condiciones iguales para cada uno de los escenarios y se llenará la siguiente tabla para documentar los resultados:

Tabla V. **Mediciones de ancho y largo de pechugas especiales**

Punto de venta	Número	Tamaño	
		Ancho (cm)	Largo (cm)
	1		
	2		
	3		
	4		
	1		
	2		
	3		
	4		
	1		
	2		
	3		
	4		

Fuente: elaboración propia.

9.4.2. Fase 2: análisis estadístico

En esta fase toda la información recopilada en la fase anterior se someterá a un análisis estadístico, mediante el control estadístico de procesos. Se realizará el estudio de la capacidad de proceso, utilizando el índice Cp para determinar si el proceso de verificación del tamaño de las pechugas especiales, previo al despacho está controlado.

De la misma manera, se pretende analizar gráficamente el comportamiento del proceso a través de gráficos de control, ilustrando las dimensiones de las muestras de pechugas especiales, para definir la cantidad de piezas que se encuentran fuera de parámetros de especificación.

9.4.3. Fase 3: validación de método de clasificación

Para la tercera fase, se propone un método de clasificación de pechugas de pollo frito en función a su tamaño, previo a ser despachadas. La idea es categorizar a las pechugas especiales con incumplimiento en tamaño, específicamente con tamaño menor, como pechugas tradicionales y poder venderlas como tales.

Para el desarrollo se pondrá en práctica la observación, con el fin de establecer si es viable operativamente. Esto tomando en cuenta la hora pico y considerando todas las actividades que el personal del punto de venta debe cubrir. De igual manera, se realizarán encuestas a los colaboradores para determinar si este procedimiento es favorable, utilizando herramientas como los 5 porqués.

9.4.4. Fase 4: comparación de cantidad de reclamos previo y posterior al control propuesto

En esta cuarta y última fase, será necesario representar el comportamiento de la cantidad de reclamos tanto antes como después del control propuesto, para determinar si existe una mejora al promover la calidad de los productos y disminuir la cantidad de reclamos, originados por incumplimiento en tamaño de pechuga especial.

Derivado de lo anterior, se propone analizar gráficamente los comportamientos mencionados y poder concluir sobre el aporte que puede ofrecer este método de control propuesto.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para la obtención de los datos se hará uso de un análisis descriptivo, donde se sintetice la información recopilada, con el fin de aclarar y ordenar los datos correspondientes a las dimensiones del tamaño de las pechugas especiales de pollo frito.

Con los datos anteriormente mencionados, se procederá a realizar un análisis estadístico, para determinar si el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones, utilizando las siguientes herramientas:

- Capacidad de proceso: a través del índice C_p , que utiliza los límites de especificación, la media y desviación estándar de los datos, y en base a los criterios de interpretación, determinar si el proceso es adecuado y controlado.
- Gráficos de control: tomando en cuenta la media y la desviación estándar de los datos para calcular los límites de control, para analizar gráficamente el comportamiento del proceso; así como, identificar la cantidad de datos fuera de especificaciones y las causas asignables.

Asimismo, para analizar el comportamiento de la cantidad de reclamos se utilizarán las siguientes herramientas:

- Gráficas de Cantidad de reclamos vs. Tiempo: para determinar si existe una disminución en los reclamos con el control propuesto.

- KPI: relacionados al número de reclamos por un tiempo establecido, antes y después del método de control propuesto.

Finalmente, para determinar si el método de clasificación de pechugas en función al tamaño es válido, se pretende recolectar datos a través de la observación, especialmente en horarios de alto movimiento para definir si es viable operativamente, y mediante entrevistas a los colaboradores para analizar si es favorable.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Para el desarrollo de la presente investigación se cuenta con acceso a la información, y se realizará con los recursos necesarios por parte de la empresa. Se tendrán en cuenta los siguientes recursos:

12.1. Recursos necesarios

La ejecución de la investigación se realizará al gestionar la autorización de la empresa, contando con los siguientes recursos:

- Humanos: colaboradores de puntos de venta partícipes de la operación, con disposición para desempeñar las funciones requeridas en la investigación.
- Tecnológicos: Herramientas para ordenamiento y tratamiento de datos, acceso a internet.
- Informativos: acceso a la información correspondiente propia de la empresa, respetando la confidencialidad del caso.
- Infraestructura y equipo: facilidad de desarrollo de investigación propiamente en puntos de venta de localidades, así como la utilización de equipos e instrumentos de medición.

Los recursos financieros serán aportados propiamente por el investigador, los cuales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla VI. **Presupuesto**

Recurso	Costo	
Regla Mitutoyo (instrumento de medición para ancho y largo de pechugas especiales)	Q.	230.00
Viáticos (combustible, pruebas, alimentación, parqueos)	Q.	4,400.00
Block de notas (recopilación de datos de forma escrita en las visitas)	Q.	20.00
Asesor	Q.	2,500.00
TOTAL	Q.	7,150.00

Fuente: elaboración propia.

Al ser suficientes los recursos ilustrados para la investigación, se considera que es factible la realización del estudio.

13. REFERENCIAS

1. Besterfield, D. (2009). *Control de calidad*. México: PEARSON EDUCACIÓN. Recuperado de <http://190.57.147.202:90/jspui/bitstream/123456789/528/1/Control%20de%20Calidad%20H.%20Besterfield.pdf>.
2. Chira, K. (2017). *Control Estadístico para la estandarización del proceso de reparación de prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C. 2017* (Tesis de licenciatura). Universidad César Vallejo, Perú. Recuerado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/17059/chira_ok.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
3. Duran-Villalobos, C., Goldrick, S. y Lennox, B. (enero, 2019). *Multivariate statistical process control of an industrial-scale fed-batch simulator. Computers & Chemical Engineering* 132. 1-13. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098135419304375>.
4. Fermín, J., Valdiviezo, M., Orlandoni, G. y Barreto, S. (junio, 2009). *Control estadístico de procesos multivariantes en la industria Alimentaria: implementación a través del estadístico t^2 -hotelling. Agroalimentaria* 15(28). 91-105. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-03542009000100009&script=sci_arttext.

5. Gallego, A. (enero, 2012). *Características de los alimentos y control de calidad. Aldaba: revista del Centro Asociado a la UNED de Melilla*, 36, 13-34. Recuperado de http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:Aldaba-2012-36-5005/Caracteristicas_alimentos.pdf.
6. Gutiérrez, H. y de la Vara, R. (2009). *Control estadístico de calidad y Seis Sigma*. México: McGrawHill/Interamericana Editores. Recuperado de <https://www.uv.mx/personal/ermeneses/files/2018/05/6-control-estadistico-de-la-calidad-y-seis-sigma-gutierrez-2da.pdf>.
7. Gutiérrez, J. (2010). *Detección de eventos de contaminación en redes de abastecimiento de agua mediante el Control Estadístico de Procesos* (Tesis de maestría). Universidad Politécnica de Valencia, España. Recuperado de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14054/TESINA_Master.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
8. Izar, J. (2004). *Las 7 Herramientas Básicas de la Calidad*. México: Editorial Universitaria Potosina. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/303876925_CAPITULO_I_X_Graficos_de_Control_A
9. Lara-Hernández, C., Melo-González, R., Herrera-Ruiz, D. y Valdez-Gómez, J. (diciembre, 2011). Control estadístico de procesos en tiempo real de un sistema de endulzamiento de gas amargo. Metodología y resultados. *Tecnol. Ciencia Ed. (IMIQ)* 26(2). 57-74. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/482/48221175002.pdf>

10. Lucas, J., Quintero, V., Vasco, J. y Cuellar, L. (agosto, 2011). *Evaluación de los parámetros de calidad durante la fritura de rebanadas de papa criolla*. *Scientia et Technica Año XVI* 48. 299-304. Recuperado de <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/1317/905>.
11. Madrigal, R. (2021). *Control Estadístico de la Calidad. Un enfoque creativo*. México: Grupo Editorial Patria. Recuperado de <https://acortar.link/CtKgaN>.
12. Maldonado, J. (2018). *Fundamentos de calidad total*. Honduras: MDC, Recuperado de <https://acortar.link/UXs7Vc>.
13. Ortiz, Y. y González, I. (julio, 2018). *Control estadístico de procesos en organizaciones del sector servicios*. *Respuestas* 23(S1). 42-49. Recuperado de <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/respuestas/article/view/1500>.
14. Ortiz, M., y Felizzola, H. (junio, 2014). *Metodología miceps para control estadístico de procesos: caso aplicado al proceso de producción de vidrio templado*. *Prospectiva* 12(2). 73-81. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-82612014000200008.
15. Palacios, M., y Gisbert, V. (2018). *Control estadístico de la calidad: Una aplicación práctica*. España: Editorial Área de Innovación y Desarrollo, S.L. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.17993/EcoOrgyCso.2018.44>.

16. Pérez, P. (2012). *Control estadístico de calidad multivariado, para el monitoreo e identificación de causas de variabilidad en procesos de crédito del sector financiero* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10931/8910504.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
17. Ramos, A. (2017). *Mejora de la gestión de calidad en el proceso de impresión offset empleando el control estadístico de procesos en la empresa editora y comercializadora Cartolán E.I.R.L. de la ciudad de Lima* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/1673>.
18. Rodríguez, J. (2017). *Indicadores Clave de Proceso (KPIs) y generador de reportes para integración Sistemas CBTC* (Tesis de maestría). Universidad Pontificia Comillas, Madrid. Recuperado de <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/23623/TFM000730.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
19. Ruiz-Falcó, A. (2006). *Control estadístico de procesos*. Madrid: Universidad Pontificia. Recuperado de <https://acortar.link/NX0azw>
20. Sánchez, E. (2001). *Aplicación del control estadístico de procesos como herramienta para incrementar la satisfacción al cliente en empresas de servicios* (Tesis de maestría). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México. Recuperado de <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/569897>.

21. Vives, E. (2008). *CONTROL DE CALIDAD: control estadístico de procesos. Diseño de Experimentos*, 4, 2-3. Recuperado de <https://acortar.link/H45UGZ>

14. APÉNDICE

Apéndice 1. Matriz de coherencia

MATRIZ DE COHERENCIA		
ELEMENTOS DEL PROBLEMA	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS
GENERAL	Control ineficiente en el tamaño de las piezas pechuga especial previo a su despacho	¿Cuáles son los pasos a seguir para mejorar el control en el tamaño de las piezas pechuga especial previo a su despacho? Implementar el control en el tamaño de las piezas pechuga especial de pollo previo a su despacho a través del control estadístico de procesos (CEP) con el propósito de clasificarlas por tamaño.
ESPECÍFICOS	Inexistencia de un mapeo respecto al tamaño de las piezas pechuga especial para saber cómo están saliendo	1. ¿Cómo se puede obtener datos del tamaño de las piezas pechuga especial para saber cómo están saliendo? Cuantificar las mediciones del tamaño de las pechugas especiales de pollo durante un período de 3 meses utilizando un análisis descriptivo para caracterizar las piezas.
	Variación en el proceso	2. ¿Cómo se puede determinar si el proceso actual está controlado? Analizar estadísticamente los datos recopilados de las mediciones del tamaño de pechuga especial de pollo a través de la capacidad de proceso para determinar si el proceso está controlado.
	Clasificación de pechugas especiales con oportunidad de mejora en relación a tamaño	3. ¿Qué alternativa se puede desarrollar para mitigar la insatisfacción de los clientes generada por tamaño de producto? Proponer un método de clasificación de pechugas de pollo en función al tamaño para su venta y validarlo a través de una prueba piloto.
ESPECÍFICOS	Reincidencia en reclamos por tamaño de producto pechuga especial	4. ¿Cómo se puede identificar si existe una disminución en los reclamos por tamaño de producto? Identificar el comportamiento de los reclamos por tamaño de producto previo y posterior al control propuesto, comparándolos gráficamente para determinar si existe una disminución en estos.

Fuente: elaboración propia.

