



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

**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PROCESO DE UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE
SAZONADORES SABOR POLLO EN FORMA DE CUBITO, POR MEDIO DEL CONTROL DE
LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN EL PROCESO DE MEZCLADO, A NIVEL
INDUSTRIAL**

Edgar Joaquín Us Tumax

Asesorado por Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez

Guatemala, octubre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PROCESO DE UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE
SAZONADORES SABOR POLLO EN FORMA DE CUBITO, POR MEDIO DEL CONTROL DE
LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN EL PROCESO DE MEZCLADO, A NIVEL
INDUSTRIAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDGAR JOAQUÍN US TUMAX

ASESORADO POR ING. VÍCTOR MANUEL MONZÓN VALDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019

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. Luis Diego Aguilar Ralón |
| VOCAL V | Br. Christian Daniel Estrada Santizo |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|------------------------------------|
| DECANO | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| EXAMINADOR | Ing. Carlos Salvador Wong Davi |
| EXAMINADOR | Ing. César Ariel Villela Rodas |
| EXAMINADOR | Ing. Gerardo Ordoñez |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López |

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:

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PROCESO DE UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE SAZONADORES SABOR POLLO EN FORMA DE CUBITO, POR MEDIO DEL CONTROL DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN EL PROCESO DE MEZCLADO, A NIVEL INDUSTRIAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 28 de enero de 2019.



Edgar Joaquín Us Tumax

Guatemala, 03 de julio del 2019

Ingeniero
Williams Guillermo Alvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

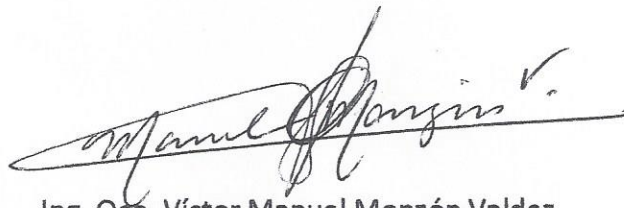
Respetable Ingeniero Alvarez Mejía

Esperando que tenga éxitos en sus actividades laborales, por este medio hago de su conocimiento que, en mi calidad de asesor del trabajo de graduación, del estudiante de la carrera de Ingeniería Química **EDGAR JOAQUÍN US TUMAX** quien se identifica con registro académico **201313711**, y número de DPI **2514947990301** he revisado el Informe Final de Trabajo de Graduación, titulado "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PROCESO DE UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE SAZONADORES SABOR POLLO EN FORMA DE CUBITO, POR MEDIO DEL CONTROL DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN EL PROCESO DE MEZCLADO, A NIVEL INDUSTRIAL".

Por lo que considero que el presente informe cumple con los requisitos necesarios para ser presentado ante las autoridades de la Escuela de Ingeniería Química y lo doy por **aprobado**. Dejo a su consideración que el estudiante **US TUMAX** continúe con los trámites pertinentes para la defensa y aprobación de este ante la terna evaluadora y su persona.

Sin otro particular me despido de usted.

Atentamente



Ing. Qco. Víctor Manuel Monzón Valdez
Asesor de Trabajo de Graduación
Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería

Ing. Qco. Víctor Manuel Monzón Valdez
Colegiado No. 658



Guatemala, 18 de julio de 2019.
Ref. EIQ.TG-IF.025.2019.

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Álvarez Mejía:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQ-PRO-REG-007 correlativo **083-2018** le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
-Modalidad Seminario de Investigación-**

Solicitado por el estudiante universitario: **Edgar Joaquín Us Tumax.**
Identificado con número de carné: **2514 94799 0301.**
Identificado con registro académico: **2013 13711.**
Previo a optar al título de **INGENIERO QUÍMICO.**

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PROCESO DE UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN
DE SAZONADORES SABOR POLLO EN FORMA DE CUBITO, POR MEDIO DEL
CONTROL DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN EL PROCESO DE
MEZCLADO, A NIVEL INDUSTRIAL**

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por el profesional: **Ingeniero Químico Víctor Manuel Monzón Valdez.**

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Carlos Salvador Wong Davi
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo

Ing. Carlos Salvador Wong Davi
COLEGIADO. No. 561

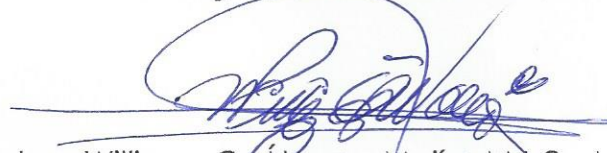




Ref.EIQ.TG.058.2019

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación, de la carrera de Ingeniería Química, del estudiante, **EDGAR JOAQUÍN US TUMAX** titulado: **“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PROCESO DE UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE SAZONADORES SABOR POLLO EN FORMA DE CUBITO, POR MEDIO DEL CONTROL DE LOS PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS EN EL PROCESO DE MEZCLADO, A NIVEL INDUSTRIAL”**. Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

“Id y Enseñad a Todos”



Ing. Williams G. Álvarez Mejía; M.I.Q., M.U.I.E
 DIRECTOR
 Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, octubre de 2019

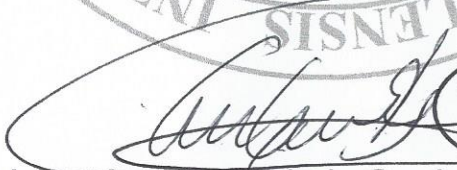
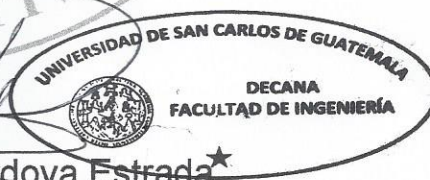
Cc: Archivo
 WGAM/ale





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: **EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PROCESO DE UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE SAZONADORES SABOR POLLO EN FORMA DE CUBITO, POR MEDIO DEL CONTROL DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN EL PROCESO DE MEZCLADO, A NIVEL INDUSTRIAL**, presentado por el estudiante universitario: **Edgar Joaquín Us Tumax**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada★
Decana

Guatemala, Octubre de 2019

AACE/asga
cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por brindarme sabiduría para tomar el camino correcto, por ser mi fortaleza para alcanzar mis metas, por su infinito amor que ha quedado demostrado a lo largo de mi vida.
- Mi madre** Estela Carolina Tumax Sierra, por su amor incondicional, que siempre ha creído en mí y nunca me ha dejado solo.
- Mi padre** Pacífico Us Sirín, por su ejemplo de vida, por guiarme en este camino y compartir su sabiduría conmigo.
- Mis hermanos** Pacifico Javier y Rodrigo José Us Tumax, por su amor y apoyo incondicional, por ser la fuente de mi alegría.
- Rosa María del Rosario Patzán Sarazúa** Por su amor y amistad, por ser parte importante de mi vida en este proceso.

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|---|--|
| Dios | Señor todopoderoso que me ha permitido llegar hasta este momento. |
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Por ser mi casa de estudios, la institución que me dio la oportunidad de adquirir el conocimiento necesario para hacer de mi un profesional al servicio del pueblo de Guatemala. |
| Mis padres | Les agradezco su apoyo en cada etapa de mi vida, por ser mi ejemplo en todo momento y llevarme por el camino correcto. |
| Mis hermanos | Por motivarme a ser mejor cada día y aprender a levantarme de las caídas. |
| Rosa María del Rosario Patzán Sarazúa | Por no dejarme vencer en esta etapa de la carrera. |
| Mis abuelos | Gracias por su ejemplo y apoyo durante mi vida. |
| Mis tíos | Gracias por su cariño y sus consejos. |
| Mis primos | Gracias por su comprensión y amistad. |

Mis amigos

Gracias por su apoyo en los momentos más importantes de mi vida.

Mis asesores

Por el tiempo dedicado a la revisión de mi proyecto.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | V |
| LISTA DE SÍMBOLOS | IX |
| GLOSARIO | XI |
| RESUMEN..... | XIII |
| OBJETIVOS..... | XV |
| HIPÓTESIS..... | XVI |
| INTRODUCCIÓN | XVII |
| | |
| 1. ANTECEDENTES | 1 |
| 1.1. Antecedentes en la industria | 1 |
| 1.1.1. En la empresa de deshidratados culinarios | 1 |
| 1.1.2. Evaluación de procesos..... | 2 |
| 1.2. Justificación | 3 |
| 1.3. Determinación del problema..... | 3 |
| 1.3.1. Definición | 4 |
| 1.3.2. Delimitación | 4 |
| | |
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| 2.1. Propiedades de los sólidos..... | 5 |
| 2.2. Mezclado de sólidos | 6 |
| 2.2.1. Mecanismos de mezclado | 7 |
| 2.2.1.1. Mezclado difusivo | 7 |
| 2.2.1.2. Mezclado convectivo | 8 |
| 2.2.1.3. Mezclado por cortes | 8 |
| 2.3. Equipo de mezclado | 8 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.3.1. | Mezclador de agitación | 9 |
| 2.4. | Productos deshidratados..... | 11 |
| 2.4.1. | Transporte de sólidos..... | 12 |
| 2.4.2. | Partículas sólidas | 13 |
| 2.4.3. | Deformación plástica y deformación elástica | 13 |
| 2.4.4. | Humedad de las partículas..... | 14 |
| 2.4.5. | Fluidez de polvos | 14 |
| 2.5. | Glutamato..... | 14 |
| 2.5.1. | Propiedades que realza el sabor..... | 15 |
| 2.6. | Normatividad | 16 |
| 2.6.1. | FAO..... | 16 |
| 2.6.2. | ISO 22000 | 17 |
| 2.7. | Evaluación de procesos | 17 |
| 2.7.1. | Cartas o diagramas de control | 18 |
| 2.7.2. | Índices de capacidad de procesos | 19 |
| 2.8. | Proceso de evaluación de un proceso | 19 |
| 2.8.1. | Análisis de riesgos (RA) | 19 |
| 2.9. | Análisis gráfico de datos multivariados | 21 |
| 2.9.1. | Caras de Chernoff (multidimensional) | 21 |
| 2.9.2. | Diagrama de estrellas (multidimensional)..... | 21 |
| 3. | DISEÑO METODOLÓGICO..... | 23 |
| 3.1. | Variables | 23 |
| 3.2. | Delimitación de campo de estudio | 23 |
| 3.3. | Recursos humanos disponibles | 24 |
| 3.4. | Recursos materiales disponibles..... | 24 |
| 3.4.1. | Materiales..... | 24 |
| 3.4.2. | Equipo | 24 |
| 3.4.3. | Reactivos..... | 25 |

| | | |
|---------|--|----|
| 3.5. | Técnica cuantitativa | 25 |
| 3.5.1. | Medición del porcentaje de humedad de sal fina.... | 26 |
| 3.5.2. | Medición de la granulometría de sal fina | 26 |
| 3.5.3. | Medición del porcentaje de humedad del semielaborado del sazonador sabor pollo | 27 |
| 3.5.4. | Medición de la densidad del semielaborado del sazonador sabor pollo | 27 |
| 3.5.5. | Medición de la granulometría de la grasa vegetal en polvo | 28 |
| 3.5.6. | Medición de la dureza del sazonador en forma de cubo con sabor pollo..... | 29 |
| 3.5.7. | Medición del peso neto del sazonador en forma de cubo con sabor pollo..... | 30 |
| 3.5.8. | Medición de la altura del sazonador en forma de cubo con sabor pollo..... | 30 |
| 3.5.9. | Parámetros del proceso de mezclado | 31 |
| 3.5.10. | Límites de control de los parámetros fisicoquímicos | 32 |
| 3.5.11. | Control de condiciones del área de almacenaje del semielaborado de sazonador con sabor pollo... | 32 |
| 3.6. | Recolección y ordenamiento de la información | 33 |
| 3.7. | Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información | 40 |
| 3.8. | Análisis estadístico | 47 |
| 3.8.1. | Media de una muestra | 47 |
| 3.8.2. | Desviación estándar de una muestra | 47 |
| 3.8.3. | Análisis de varianza de las características final del cubo | 48 |
| 3.8.4. | Correlación | 49 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 3.8.5. | Test de hipótesis de r | 50 |
| 3.8.6. | Muestreo | 51 |
| 3.8.7. | Estadística multivariada descriptiva | 52 |
| 3.8.8. | Media muestral | 53 |
| 3.8.9. | Varianza muestral | 54 |
| 3.8.10. | Correlación muestral | 55 |
| 3.8.11. | Capacidad de proceso | 55 |
| 4. | RESULTADOS..... | 59 |
| 5. | INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS | 67 |
| | CONCLUSIONES..... | 73 |
| | RECOMENDACIONES | 75 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 77 |
| | APÉNDICES | 81 |
| | ANEXOS..... | 123 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|---|----|
| 1. | Gráfico de control de la masa del cubito del sazónador sabor a pollo..... | 60 |
| 2. | .Gráfico de control de la altura del cubito del sazónador sabor a pollo..... | 60 |
| 3. | Gráfico de control de la dureza del cubito del sazónador sabor a pollo..... | 61 |
| 4. | Gráfico de control de la humedad de sal como materia prima del sazónador sabor a pollo | 61 |
| 5. | Gráfico de control de la granulometría de sal como materia prima del sazónador sabor a pollo | 62 |
| 6. | Gráfico de control de la granulometría de la grasa vegetal como materia prima del sazónador sabor a pollo | 62 |
| 7. | Gráfico de control de la humedad del semielaborado del sazónador sabor a pollo..... | 63 |
| 8. | Gráfico de control de la densidad del semielaborado del sazónador sabor a pollo..... | 63 |

TABLAS

| | | |
|------|---|----|
| I. | Variables | 23 |
| II. | Receta del sazónador sabor pollo | 31 |
| III. | Límites de control de los parámetros fisicoquímicos | 32 |
| IV. | Porcentaje de humedad, sal fina | 34 |

| | | |
|--------|---|----|
| V. | Granulometría, sal fina..... | 35 |
| VI. | Humedad semielaborado del sazonador sabor a pollo | 36 |
| VII. | Densidad semielaborado del sazonador sabor a pollo | 37 |
| VIII. | Granulometría, grasa vegetal | 38 |
| IX. | Propiedades del producto final | 39 |
| X. | Porcentaje de humedad, sal fina..... | 41 |
| XI. | Granulometría, sal fina..... | 42 |
| XII. | Humedad semielaborado del sazonador sabor a pollo | 43 |
| XIII. | Densidad semielaborado, el sazonador sabor a pollo | 44 |
| XIV. | Granulometría, grasa vegetal | 45 |
| XV. | Propiedades del producto final | 46 |
| XVI. | Análisis de varianza de las características final del cubo | 48 |
| XVII. | Análisis de correlación de variables..... | 50 |
| XVIII. | Análisis de muestra de variables de variables | 52 |
| XIX. | Índice de capacidad de proceso en la fabricación de sazonador sabor pollo en forma de cubito..... | 59 |
| XX. | Variabilidad de proceso | 64 |
| XXI. | Condiciones de materia prima con mejores resultados en el producto final | 64 |
| XXII. | Condiciones de semielaborado con mejores resultados en el producto final | 65 |
| XXIII. | Condiciones de ambiente con mejores resultados en el producto final | 65 |
| XXIV. | Condiciones de almacenaje de semielaborado con mejores resultados en el producto final | 65 |
| XXV. | Correlación entre los parámetros fisicoquímicos de la materia prima y las propiedades del cubito | 66 |
| XXVI. | Significancia de los parámetros del cubito en función de la materia prima..... | 66 |

XXVII. Significancia de los parámetros del cubito en función de las condiciones de almacenamiento 66

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------|--------------------|
| °C | Grado Celsius |
| cm | Centímetro |
| g | Gramo |
| kg | Kilogramo |
| mm | Milímetro |
| N | Newton |
| % | Porcentaje |

GLOSARIO

| | |
|----------------------|--|
| Cp | Índice de capacidad potencial del proceso. |
| Cpk | Índice de capacidad real del proceso. |
| Cubito | Presentación de 4 gramos del sazonador sabor pollo. |
| Dureza | Oposición que ofrece un cuerpo a alteraciones físicas como la penetración. |
| Durómetro | Aparato que mide la dureza de un cuerpo. |
| Granulometría | Medición y graduación de los granos de una formación sedimentaria. |
| LCI | Límite de control inferior. |
| LCS | Límite de control superior. |
| Línea | Proceso que consta de varios pasos con un orden establecido y consecuente. |
| Lote | Conjunto de piezas producidas a gran escala. |

| | |
|----------------------|--|
| Muestra | Cantidad definida de objetos en una población a estudiar. |
| Semielaborado | Masa que resulta luego del proceso de mezclado de los ingredientes del sazonador de pollo. |
| Variabilidad | Cambios inevitables que modifican el proceso que afectan posteriormente al producto. |

RESUMEN

Por medio de los índices de capacidad del proceso, se buscó centrar las variables que impactan en gran magnitud, la fabricación del sazón con sabor a pollo en su presentación en forma de cubito, por medio de las condiciones de almacenaje y ambientales; además de los parámetros establecidos en sus materia primas.

Se buscó identificar los parámetros fisicoquímicos del sazón con sabor a pollo que inciden directamente en las características del producto final. La multinacional de deshidratados culinarios, ubicada en Antigua Guatemala, Sacatepéquez, tiene una producción actual del cubito con sabor a pollo en esta planta, que representa más del 80 % de la línea de sazones, con una cantidad de 460 mil kilogramos al mes; lo cual demuestra así la importancia de controlar este proceso.

En el tiempo establecido para el estudio se siguió una metodología cuantitativa correlacional basada en el control de los parámetros de las cuatro principales materias primas, las cuales aportan los mayores porcentajes en la fabricación del semielaborado. Estas son: sal fina, Malla 30, y grasa vegetal en polvo; para las cuales se midió el porcentaje de humedad y granulometría. Para el semielaborado del sazón se midió la humedad y densidad.

Asimismo, se trabajó en conjunto con las líneas de llenado para llevar un control en el peso, altura y dureza del sazón con sabor a pollo, ya que estos tienen rangos definidos por la fábrica. De esta manera se evidenció la

forma como afectan los parámetros fisicoquímicos de la materia prima en la calidad del producto final.

Se estudió la correlación entre los parámetros fisicoquímicos de la materia prima y las propiedades del sazón en forma de cubo sabor a pollo, relacionados con el índice de capacidad de proceso.

En el estudio del producto final, se obtuvo que exista una baja variabilidad y el proceso está dentro de las especificaciones. Se observó que el parámetro que tiene mayor variabilidad es la granulometría de la grasa vegetal, lo que muestra un proceso no controlado en la materia prima, esto debido a la composición de la grasa vegetal.

Se evaluaron las condiciones existentes de temperatura y humedad relativa en el ambiente de la planta para la obtención de la mejor capacidad de proceso, reflejado en el producto final. Además, se definieron las condiciones de materia prima que cumplen de mejor manera los estándares fijados por el control de calidad.

OBJETIVOS

General

Evaluar la capacidad de proceso de una línea de fabricación de sazonadores sabor pollo en forma de cubito, por medio del control de los parámetros fisicoquímicos en el proceso de mezclado, a nivel industrial.

Específicos

1. Analizar la variabilidad de los parámetros fisicoquímicos de la materia prima del semielaborado del sazonador con sabor a pollo, para determinar el efecto en los resultados de dureza, peso neto y altura del cubito sabor a pollo.
2. Definir las condiciones de materia prima para la elaboración del sazonador en forma de cubo sabor a pollo, que cumplan con los estándares, mediante la determinación de los resultados de dureza, peso neto y altura del cubito sabor a pollo.
3. Evaluar las condiciones de temperatura y humedad existentes en planta, en el almacenaje del semielaborado del sazonador con sabor a pollo, para obtener la mejor capacidad de proceso de la línea de producción.
4. Analizar la correlación entre los parámetros fisicoquímicos de la materia prima y las propiedades del sazonador en forma de cubo sabor a pollo, en su presentación final relacionados a la capacidad de proceso.

HIPÓTESIS

- Hipótesis de investigación

La dureza, la altura y el peso del sazónador en forma de cubito se ven afectados significativamente por la variabilidad en los parámetros fisicoquímicos de la materia prima que lo componen.

- Hipótesis nula 1

La dureza, la altura y el peso del sazónador en forma de cubito no se ven afectados significativamente por la variabilidad en los parámetros fisicoquímicos de la materia prima que lo compone.

- Hipótesis alternativa 1

La dureza, la altura y el peso del sazónador en forma de cubito se ven afectados significativamente por la variabilidad de las condiciones de almacenaje del semielaborado.

- Hipótesis nula 2

La dureza, la altura y el peso del sazónador en forma de cubiro no se ven afectados significativamente por la variabilidad de las condiciones de almacenaje del semielaborado.

INTRODUCCIÓN

La industria de sazonadores en polvo deshidratados ha presentado un auge en los últimos años debido a la facilidad con la que pueden elaborarse diversos platillos a partir de las diferentes variedades utilizadas al cocinar. Tal es el caso del sazonador con sabor a pollo, ya que presenta una alta demanda en el mercado nacional e internacional.

Las materias primas utilizadas para su elaboración son proveídas bajo estrictos estándares de calidad ya que deben regirse bajo ciertos parámetros para optimizar el proceso de fabricación y garantizar la calidad que se ofrece al consumidor final. Sin embargo, la fábrica de deshidratados culinarios, en Antigua Guatemala, ha presentado cierta variación en el proceso general de elaboración de sazonador en forma de cubito ya que su peso neto no se mantiene constante como producto final.

Es por ello que en el siguiente estudio se evaluarán los parámetros de las principales materias primas, con lo que se pretende identificar cuál de estos es el que tiene mayor incidencia en la variabilidad del proceso de fabricación. A continuación, se describen de forma detallada las bases de dicha investigación y los objetivos planteados para así proponer condiciones ambientales y de almacenaje que presenten mejores resultados en el producto final del sazonador con sabor a pollo.

1. ANTECEDENTES

1.1. Antecedentes en la industria

Es una empresa transnacional, líder en la elaboración de productos alimenticios. En la actualidad, está presente en los cinco continentes y en más de sesenta países. Por esta razón toda la información aquí presentada, ha sido limitada por concepto de confidencialidad.

1.1.1. En la empresa de deshidratados culinarios

En el proceso de fabricación de sazónadores el control de calidad de la empresa de deshidratados culinarios, se utilizan distintos métodos establecidos por la compañía para determinar la calidad de distintos compuestos que tiene la materia prima y la operación de mezclado.

Algunos de estos métodos han sido modificados con el tiempo y en otros no se ha realizado la verificación correspondiente para determinar si bajo las condiciones a las que trabaja el proceso se cumplen todas las especificaciones de dichos métodos; se crea de esa manera datos de baja confiabilidad que repercuten en las decisiones tomadas diariamente para mejorar la calidad del producto y por ende ponen en riesgo las condiciones de la calidad del producto. Con la evaluación se determinan las limitaciones de los métodos y se consigue en un alto grado de seguridad la obtención de resultados precisos y exactos dentro de las especificaciones y atributos de calidad establecidos en los criterios de aceptación.

1.1.2. Evaluación de procesos

En la Universidad de San Carlos de Guatemala, se estudió la medición del peso neto del cubito de pollo durante el cambio de uso de grasa en polvo a grasa fundida dentro de una industria de alimentos culinarios en el trabajo *Medición del peso neto del cubito de pollo elaborado con grasa fundida en Nestlé fábrica Antigua*. Su estudio muestra las características principales de un sazónador y su dependencia de la composición de la materia prima.

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, se han realizado como trabajos de graduación diversas validaciones de procesos dentro de la industria. Para obtener el título de ingeniero químico se realizó el trabajo de graduación *Validación de metodología analítica para la cuantificación de cloruro de sodio en un sazónador industrial basado en la norma ISO 17025*. En el trabajo mencionado se detallan las características generales que debe poseer un sazónador, producido de forma industrial.

En la Universidad de San Carlos de Guatemala, el estudio *Propuesta para reducir el nivel de control de peligros físicos en el plan HACCP del sazónador automatizado en la línea de culinarios de la planta Malher, S. A.*, en la Facultad de Agronomía. En dicho trabajo se describe cómo analizar las fases del proceso de fabricación de alimentos deshidratados y sus posibles riesgos, dentro de un plan HACCP. Además, describe las herramientas utilizadas por una fábrica nacional para el control de calidad en el proceso de un sazónador.

1.2. Justificación

Evaluar el proceso de fabricación de sazonadores en su producto cubitos, para asegurar la calidad, por medio de los parámetros del producto terminado como altura, dureza y peso; además de las características de la materia prima como humedad, granulometría y porcentaje de la materia prima en la receta.

Mantener un proceso con poca variabilidad por medio del control de sus parámetros fisicoquímicos, es una opción para tener un producto final con las características deseadas, sin la necesidad de desperdiciar el material invertido. La finalidad de cualquier proceso es mantener sus variables dependientes de una forma estable, por lo que el estudio busca determinar esos puntos que se pueden optimizar. La reducción de reclamos por parte de los consumidores es un índice de mejora en la línea de producción, porque refleja un proceso estable.

De esta forma se busca que la planta de alimentos sea eficiente, competitiva y mantenga su compromiso con la calidad, por medio de los parámetros del producto terminado como altura, dureza y peso; además de las características de la materia prima como humedad, granulometría y porcentaje de la materia prima en la receta.

1.3. Determinación del problema

La industria de alimentos se dedica a la producción de alimentos deshidratados que cumplen con estándares de higiene, calidad y seguridad de tal forma que se garantiza la inocuidad en los alimentos elaborados, los cuales son distribuidos a Centro América, Panamá, El Caribe, México y Estados Unidos.

1.3.1. Definición

En la actualidad, la línea de sazonadores presenta una variación en la consistencia de su producto en forma de cubitos con sabor a pollo, por ser un producto líder dentro de la empresa, por lo que se necesita determinar las condiciones para no tener una diferencia significativa en la calidad de este.

1.3.2. Delimitación

El plan está enfocado en la línea de sazonadores para su presentación en cubitos con sabor a pollo, por ser una de las variedades más representativas de esta industria y una de las que presenta mayor demanda; analizando las propiedades de la materia prima, el proceso de fabricación, las condiciones de almacenaje y las propiedades del cubito.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Propiedades de los sólidos

Las masas de partículas sólidas, especialmente cuando las partículas están secas y no se pegan, poseen muchas de las propiedades de un fluido. Ejercen presión sobre las paredes de un contenedor, fluyen a través de un orificio o descienden por una tolva. No obstante, se diferencian de los gases y los líquidos, ya que las partículas se entrecruzan y adhieren por efecto de la presión y no pueden deslizar unas sobre otras hasta que la fuerza aplicada no alcanza cierto valor.

Contrario a los fluidos, los sólidos granulares y las masas sólidas resisten permanentemente la distorsión cuando se le somete a una fuerza distorsionante moderada. Cuando la fuerza es suficientemente grande se produce la rotura y una capa de partículas se desliza sobre otra, pero entre las capas situadas a ambos lados de la fisura hay una considerable fricción.

Las propiedades características de los sólidos son:

- La presión aplicada en una dirección genera alguna presión en otras direcciones, pero siempre es más pequeña que la presión aplicada, siendo la presión mínima aquella que está en la dirección normal a la de la presión aplicada.

- Un esfuerzo cortante aplicado en la superficie de una masa se transmite a través de toda una masa estática de partículas mientras no se produzca rotura.
- La variación de la densidad de la masa está en función del grado de empaquetamiento de los granos.

2.2. Mezclado de sólidos

Mezcla es la interposición, conseguida por medio del movimiento, de minúsculas partículas de diversas sustancias de tal manera que el cuerpo obtenido por la operación, la mezcla, forme un conjunto lo más homogéneo posible; este es un criterio para conocer el resultado de una mezcla.

Como puede deducirse de estas breves indicaciones, el estado de agregación del cuerpo es decisivo para elegir el procedimiento y los equipos.

Hay diferentes condiciones de mezcla, se pueden mezclar:

- Cuerpos sólidos entre sí (mezcla, agitación)
- Cuerpos sólidos con pequeña cantidad de líquido (amasadura)
- Cuerpos sólidos con grandes cantidades de líquido (agitación)
- Líquidos entre sí (agitación)
- Cuerpos gaseosos o vapores con líquidos
- Cuerpos gaseosos o vapores entre sí

2.2.1. Mecanismos de mezclado

Todo proceso de mezcla descansa sobre un movimiento apropiado de las distintas partículas componentes de la mezcla. En el caso particular de los gases, la energía cinética es la que proporciona el mezclado; es de similar forma en el caso de los líquidos.

En el caso particular de los sólidos, este factor y otros son los influyentes para que se dé un movimiento aleatorio; no obstante, debe tomarse en cuenta que no siempre la distribución aleatoria significará el logro de una mezcla perfecta.

2.2.1.1. Mezclado difusivo

Es el que se verifica por el cambio de lugar de partículas adyacentes individuales. Este mecanismo tiene especial importancia en equipos de tipo rotativo en los que existe un deslizamiento de polvo a lo largo de una superficie expuesta al aire. En este caso se dice que el movimiento aleatorio es a pequeña escala.

Los movimientos que incrementan la movilidad de las partículas individuales promueven el mezclado difusivo. Si no hay efectos opuestos de segregación, este difusivo con el tiempo conducirá a un alto grado de homogeneidad. Un mezclador de tipo tambor provee el mecanismo difusivo. Para este mecanismo puede desarrollarse un coeficiente para determinar las condiciones de mezclado.

2.2.1.2. Mezclado convectivo

Este tipo de mezclado se da por transporte de grupos en particular de un punto a otro del mezclador. Este mecanismo predomina en los equipos en los que el mezclado lo realiza algún elemento móvil dentro del mezclador; el ejemplo típico son los mezcladores de cinta simples o de doble helicoide.

En el caso del mezclado convectivo, se dice que el movimiento aleatorio se verifica a gran escala. Adicionándole movimiento difusivo al convectivo se logra un mezclado más rápido.

2.2.1.3. Mezclado por cortes

Este tercer mecanismo de mezclado puede denominarse mezclado por cortes o fallas. En este se hace una repartición proporcional de un sólido en otro de tal modo que se busca homogeneidad en la mezcla, es un mecanismo difícil de tratar por medios matemáticos.

2.3. Equipo de mezclado

La decisión que se toma en la elección de un equipo de mezclado se basa en una serie de factores que permitirán o impedirán el logro de una mezcla adecuada a los fines que se buscan.

Entre más movilidad tenga una mezcla, se requerirá menos fuerza para su agitación; para el caso específico de los sólidos se aprovecha generalmente la gravedad como fuerza motriz a todo el lote del material en mezcla.

Ningún equipo de mezclado se considera ideal dado que para cada tipo de mezcla a realizar es preciso conocer las propiedades de los materiales a mezclar; las características de construcción del equipo tales como forma de carga y descarga, requerimiento de potencia, limpieza entre otros; y sumado a lo anterior se requiere

pruebas en equipos de laboratorio con semejanzas en las condiciones de trabajo que permitan predecir con un mayor grado de certeza estas últimas.¹

2.3.1. Mezclador de agitación

Los mezcladores rotativos de agitación, agitan el material para lograr el mezclado, los mezcladores están disponibles en varias formas geométricas, que afectan cada movimiento de las unidades del material, que mezclan eficientemente, y facilitan la limpieza entre lotes. Estos son mejores y se ajustan más a mezclas de polvos secos y granulados y permiten incluir una adición de componentes líquidos para revestimientos y aplicaciones similares.

Sin embargo, la humedad excesiva puede causar que el material se aglomere y forme grumos que impedirán el mezclado, para deshacer los grumos, las unidades pueden ser equipadas con componentes tales como deflectores internos o agitadores. Para la forma de descargar, el lote puede ser descargado vía un manto opcional retractable dentro de cilindros o contenedores para envíos.

Un mezclador de agitación puede ser uno de estos tres tipos básicos que se describen a continuación:

- Mezcladores de doble cono: consisten en secciones de dos conos generalmente, con 45 grados de inclinación. Las secciones del cono están unidas a sus extremos angostos a su banda central. El mezclador está fijo entre dos bases que permiten que la unidad se agite.

El acceso a la limpieza es a través de la salida. La unidad puede ser equipada con una línea de spray para agregar el líquido y un agitador para la mezcla de la masa. En la operación, el material es vaciado para llevar el nivel típicamente de 50 por ciento a 65 por ciento de capacidad del mezclador.

Al 50 por ciento o 65 por ciento del nivel total lleno, el batidor típico alcanza una mezcla en 5 a 10 minutos con un 95 por ciento o mejor homogeneidad. El

¹ MARROQUÍN ROLDÁN, Lucrecia Estefanía. *Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del sazónador con sabor pollo que generan una desviación en el proceso de llenado en la fábrica de Nestlé, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.* p. 12.

mezclador es ideal para polvos suaves o granulados que se degradan por reducción. A un nivel de 5 por ciento o más el agitador puede amasar el material aglomerado durante el mezclado.

- Mezcladores en forma de V

Son similares a una unidad de cono doble, pero consiste en dos tubos con diámetros largos con un corte en las secciones a 45 grados y que están soldados juntos para formar una V. Las tapaderas están generalmente localizadas en la parte superior de ambas piernas de la V. Otra tapadera está localizada en la parte baja del punto de la V. La unidad está también montada sobre dos bases que permiten una agitación y puede estar equipada con una línea que permita agregar líquido y un agitador para descargar. El acceso a la limpieza es a través de ambas tapaderas.

En la operación, el material está cargado para llenar el nivel del 50 por ciento al 60 por ciento de la capacidad del contenedor. La unidad de agitación final sobre el fondo del mezclador de doble cono; pero la acción de la mezcla es diferente a causa de la forma del vaso contenedor. Por la agitación del mezclador, el material constantemente se desintegra y se remezcla, la mezcla 15 se forma a causa del material libre y al azar dentro del contenedor. El mezclado es alcanzado en 5 a 15 minutos con 95 por ciento o mejor homogeneidad. La caída libre combinada con un aumento en el contacto friccional entre el material y el largo del vaso, los lados rectos resultan en un mezclado menor que en una unidad de cono doble. Esto puede crear un ligero compartimiento produciendo alguna reducción del tamaño de la partícula a través del desgaste.

Este mezclado es más conveniente para polvos y es frecuentemente usado para farmacéuticos, pero la acción del mezclado es ligera para compartir los límites del mezclador usado para polvos finos o granulados. La línea de spray opcional y agitador puede disminuir completamente la descarga. La limpieza entre lotes es más larga en este mezclador que en una unidad de doble cono.

- Mezclador cilíndrico

Tiene un vaso tubular montado sobre unas bases. Los desbarates internos o barras de levantamiento están montados entre las paredes internas de los vasos. La entrada es comúnmente localizada en el centro del vaso y la salida está en el fondo del centro pero en algunos casos una abertura es usada para ambos (entrada y salida). El mezclador puede ser equipado con una línea de spray, la cual correrá a través de una unión entre los vasos. El acceso a la limpieza es generalmente a través de la salida.

En la operación, el material es llenado generalmente solo hasta menos del 50 por ciento de la capacidad del mezclador, los movimientos del mezclador y las cuchillas internas gentilmente elevan y ventilan el material evitando que el material vaya de lado a lado y de abajo del mezclador. Las cuchillas también separan el material. El mezclado es alcanzado de 5 a 10 minutos con un 95 por ciento o mejor homogeneidad. El mezclador se ajusta mejor a polvos, pero los movimientos y las cuchillas internas hacen la unidad no ajustable para algunos polvos finos o granulados. La acción del mezclado minimiza el desgaste de las partículas.

Sin embargo, las cuchillas internas hacen la limpieza del mezclador más difícil y aumenta el riesgo de contaminación cruzada entre lotes.²

2.4. Productos deshidratados

Los cubitos son sazonadores deshidratados que realzan el sabor de todas las comidas y mejoran el sabor de los caldos que se han preparado en el hogar. Son de uso instantáneo, evitando el trabajo de pelar y triturar; son económicos y evitan el desperdicio, ya que se usa solo lo que se necesita.

El origen de los sazonadores deshidratados es muy antiguo y su elaboración tiene como principio una de las primeras y más elementales técnicas de cocción: sumergir los alimentos en agua hirviendo con el fin de ablandarlos y luego consumirlos junto con el líquido humeante, colmado de sabor y nutrientes.

Su valor alimenticio depende completamente de los ingredientes con los que se prepare. Normalmente suelen utilizarse cereales (arroz, trigo, cebada), leguminosas (lentejas, frijoles, habas, soya), vegetales frescos, carnes e incluso huevo. Puede que estos sazonadores no tengan todo el sabor de una elaborada en casa a la manera tradicional, pero leyendo las etiquetas nutrimentales se pueden encontrar opciones de fácil preparación y con una buena calidad nutrimental, ya que los ingredientes de los sazonadores deshidratados tipo caldo son prácticamente los mismos que se usan en casa.

Los principales ingredientes en los sazonadores tienen una función específica, para otorgar textura, sabor, composición o color; estos son las principales materias primas en la fabricación de productos deshidratados:

- Producto a base de cereales. Actualmente, en el mercado encontramos una gran variedad de sopas instantáneas, muchas tienen como base cereales. Podemos encontrar arroz precocido o una gran cantidad de sopas a base de pasta, desde las típicas mexicanas como el fideo, algunas un poco más elaboradas como espagueti o macarrones en alguna salsa, e incluso las famosas sopas de vasito con pasta, que comúnmente se elabora de sémola de trigo.
- Vegetales deshidratados. La mayoría de estas sopas presentan una gran variedad de vegetales deshidratados, comúnmente en cubos, para asemejar más el sabor casero o tradicional, estos vegetales se rehidratan con el agua caliente y se vuelven más suaves y fáciles de comer.
- Grasa animal en polvo. Para dar el sabor del caldo de res o pollo a las sopas se utiliza grasa animal en polvo, la cual aporta un sabor característico y familiar para nuestro paladar.

² MARROQUÍN ROLDÁN, Lucrecia Estefanía. *Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del sazonador con sabor pollo que generan una desviación en el proceso de llenado en la fábrica de Nestlé, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.* p. 12.

- Especias. Proporcionan sabor y aroma a estas sopas. Pueden ser tan comunes como la pimienta o incorporar hierbas que se agregarían en fresco a las sopas como el cilantro, el perejil o la yerbabuena en polvo.

Por extraño que parezca, este tipo de sopas no utilizan conservadores, ya que al tener todos sus ingredientes deshidratados no corren riesgos de crecimiento microbiano. El uso de aditivos es importante en la elaboración de productos deshidratados porque le da características organolépticas al producto; estas son sus funciones:

- Colorantes. Dan una apariencia agradable al caldo o la salsa de las sopas, y logran los colores a los que estamos acostumbrados, por ejemplo, un rojo intenso en las sopas con caldillo de jitomate o un tenue amarillo en los caldos de pollo. Los más representativos son el color caramelo y la cúrcuma.
- Antioxidantes. Debido a la presencia de grasas en polvo, se agregan antioxidantes para evitar su deterioro y enranciamiento.
- Acentuadores de sabor. Estas sustancias intensifican los sabores en nuestras papilas; los más utilizados son aquellos que aumentan los sabores similares a las carnes y los condimentos salados. El más utilizado en esta industria es el glutamato monosódico.
- Emulsiones. Ayudan a integrar las grasas en el agua que serán disueltas al prepararse la sopa, además aseguran una mejor incorporación de los demás ingredientes y condimentos.
- Espesantes. Se usan para dar más cuerpo a la sopa, es decir para que sea ligeramente más espesa, asemejando la consistencia de un caldo.³

2.4.1. Transporte de sólidos

El transporte de sólidos es considerablemente más complejo que el transporte de gases y líquidos. A continuación, se muestran algunos dispositivos que permiten transportar sólidos de modo continuo desde su ubicación hasta el equipo de proceso en el que tengan que ser tratados.

El transporte de sólidos suele pasar primero desde la zona de almacenado (hangares, silos, *big-bags*, otros) a la tolva de descarga, y finalmente al equipo de proceso.

Si el sólido tiene un precio unitario bajo y es inalterable a la acción de agentes atmosféricos y se procesa en grandes cantidades, se suele almacenar en grandes pilas a la intemperie o en hangares sin mucha protección. En el caso de sólidos

³ BUENROSTRO, Ruth. *¿Qué hay en mi alimento? Sopa instantánea/sopa deshidratada.* <http://hablemosclaro.org/que-hay-en-mi-alimento-sopa-instantaneasopa-deshidratada/>. Consulta: 15 de abril de 2018.

alterables se almacenan en hangares cerrados o en silos. Un silo es una estructura con diseño cilíndrico para almacenar sólidos.

Suelen ser de madera, hormigón o acero inoxidable. Los más habituales en la industria son los silos de torre. La descarga suele realizarse desde la parte superior, bien con transporte neumático bien con elevadores de cangilones y cinta transportadora.⁴

2.4.2. Partículas sólidas

Los sistemas de partículas sólidas están formados por partículas sueltas, aisladas con un tamaño más o menos uniforme. Según el tamaño de las partículas que forman el sólido se pueden distinguir en:

- Sólidos rotos: partículas de tamaño superior a 3 milímetros
- Sólidos granulares: partículas entre 0,1 y 3 milímetros
- Sólidos polvorientos: partículas de hasta 0,1 milímetros

Los sólidos polvorientos se pueden subdividir a su vez en:

- Superfinos: partículas entre 1 y 10 micras
- Ultra-finos: partículas entre 0,1 y 1 micras

Y según su comportamiento reológico se puede clasificar como:

- Free flowin: no se apelmazan durante el almacenamiento
- Cohesivos: se apelmaza durante el almacenamiento⁵

2.4.3. Deformación plástica y deformación elástica

La deformación elástica ocurre cuando al sólido (polvos) se le aplica una carga y la deformación producto de la carga que se aplicó, desaparece completamente después que se retira la carga (generalmente, no juega un papel muy importante en la tecnología de sólidos).

La deformación plástica ocurre cuando la tensión de la carga es suficiente para deformar de manera permanente el material. En sólidos a granel la deformación plástica hace referencia a la deformación del elemento sólido a causa del movimiento de las partículas unas contra otras.⁶

⁴ MARROQUÍN ROLDÁN, Lucrecia Estefanía. *Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del sazónador con sabor pollo que generan una desviación en el proceso de llenado en la fábrica de Nestlé, Antigua Guatemala, Sacatepéquez*. p. 19.

⁵ *Ibíd.*

⁶ MORALES BATZ, Walter Ignacio. *Medición del peso neto del cubito de pollo elaborado con grasa fundida en Nestlé fábrica Antigua*. p. 35.

2.4.4. Humedad de las partículas

Cuando se habla de polvos, la humedad es uno de los factores de control más importante, ya que puede provocar dificultades para el manejo y transporte. El contenido de humedad en polvos dependerá de las características higroscópicas que presente cada uno de los mismos.

En cuanto a los problemas que pueden provocarse a causa del contenido de humedad es importante resaltar el efecto que la humedad provoca sobre las fuerzas de adhesión en los polvos, ya que afecta la acción de adhesión entre las partículas de los polvos.

2.4.5. Fluidez de polvos

Flujo se define como el movimiento relativo de una mayor parte de las partículas entre un grupo de partículas, a lo largo de una superficie. Las características de flujo en los polvos a granel en la industria, como es el caso de la fabricación de culinarios deshidratados, tienen una alta importancia puesto que la manipulación, mezcla y procesamiento impactará las características del transporte de los mismos.

Lo más importante para el comportamiento del flujo de los sólidos a granel con respecto a la humedad son las fuerzas debido a los puentes de hidrogeno (humedad presente) y fuerzas de van der Waals (fuerza dominante en un polvo seco).

2.5. Glutamato

Debido a que la ciencia está en constante evolución, es muy extraño que los investigadores dejen de estudiar los diferentes alimentos o sus ingredientes. Ese

es el caso del glutamato monosódico. Aunque se ha estado usando ampliamente durante casi un siglo, continúa siendo objeto de estudio a la luz de los conocimientos científicos actuales y los métodos de prueba. Durante los últimos años, especialistas en los campos de la pediatría, alergias, farmacología, psicología médica, toxicología y ciencias alimenticias se han dedicado a revisar los datos científicos sobre el glutamato. En esta edición, el informe IFIC examina las investigaciones científicas que se realizaron sobre el glutamato y el glutamato monosódico y resume los hallazgos más recientes.

El glutamato es uno de los aminoácidos más comunes en la naturaleza. Es el principal componente de muchas proteínas y péptidos, y está presente en la mayoría de los tejidos. El cuerpo también produce glutamato y este elemento juega un papel esencial en el metabolismo humano. Prácticamente, todos los alimentos contienen glutamato. Es uno de los principales componentes en la mayoría de los alimentos proteicos naturales como por ejemplo, la carne vacuna, el pescado, la leche y algunas verduras.

El glutamato monosódico es la sal de sodio del ácido glutámico, y es simplemente glutamato, agua y sodio. A principios del siglo XX los científicos aislaron al ingrediente (glutamato) en las plantas y llegaron a la conclusión de que se trataba del componente esencial que aportaba gusto y que servía para realzar el sabor. En las primeras décadas del siglo XX, se extrajo el glutamato monosódico de las algas marinas y de otras fuentes vegetales. En la actualidad, el glutamato monosódico se produce en muchos países del mundo por medio de un proceso de fermentación natural que usa la melaza de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera, almidón y azúcar del maíz.⁷

2.5.1. Propiedades que realza el sabor

Cuando se presenta en su forma libre y no unido a otros aminoácidos de las proteínas, el glutamato realza el sabor de los alimentos. Cuando se agrega glutamato monosódico a los alimentos, se está aportando una función saborizante similar a la que produce el glutamato libre. El glutamato monosódico se usa para realzar los sabores naturales de las carnes vacunas, carne de ave, mariscos, botanas, sopas y guisos.

Los experimentos de escala multidimensional, que se utilizan en las investigaciones sensoriales, indican que el sabor del glutamato monosódico no puede clasificarse ni como dulce, ácido, salado o amargo. Este sabor distintivo se conoce con el nombre de “umami”, palabra acuñada por los japoneses para describir el sabor impartido por el glutamato. A menudo, los occidentales describen este sabor como sabroso, similar al caldo o carne. Hace poco tiempo, el Dr. Chaudhari y sus colegas de la Facultad de Medicina de la Universidad de Miami identificaron un receptor específico del sabor del glutamato en la lengua.

Las investigaciones dietéticas resaltan el potencial que tiene el glutamato monosódico para aumentar el consumo de alimentos en los ancianos. A través de

⁷ TARKA, Matthew. *Food Insight*. <https://www.foodinsight.org/articles/el-glutamato-y-el-glutamato-monosodico-analicemos-los-mitos>. Consulta: 23 de mayo de 2014.

los años, las investigaciones han demostrado que la pérdida de los sentidos del gusto y del olfato es un elemento que contribuye al pobre estado nutricional de los ancianos que, en algunos casos, conduce directamente a la anorexia. La pérdida de los sentidos del gusto y del olfato se produce aproximadamente a los 60 años, aunque es más común en personas de más de 70 años de edad. Hay estudios que prueban que agregar niveles moderados de glutamato monosódico a algunos alimentos, como por ejemplo, la sopa de champiñones y el puré de papas, puede aumentar el consumo de alimentos en una población mayor institucionalizada, y de paso aumentar el consumo de las vitaminas, minerales y proteínas necesarios de los alimentos.⁸

2.6. Normatividad

Con el objetivo de la política de calidad de establecer altosestándares de producción de los alimentos elaborados en la industria Transnacional de Productos Deshidratados se poseen normativas para estos.

2.6.1. FAO

Entre los requisitos generales que se deben cumplir en higiene alimenticia según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), se halla el control de operaciones, en el cual se explica algunos parámetros necesarios a seguir por quien desee producir alimentos inocuos y aptos para el consumo humano; uno de ellos es la prevención que se debe tener frente a la contaminación física, donde se explica que debe haber sistemas que permitan reducir el riesgo.

Con el diseño de un procedimiento de vigilancia y control de estos materiales se estará adoptando medidas correspondientes al sistema de autocontrol de análisis de peligros y control de puntos críticos, (HACCP por sus siglas en inglés), ya que la presencia de partículas de estos materiales en productos alimenticios, representan una grave alteración a la inocuidad de los mismos, además de ser un peligro latente para la salud de quien lo consuma. Igualmente, la norma BRC (British Retail Consortium), establece como un requisito implementar procedimientos documentados para la manipulación de materiales como vidrio y plástico.⁹

⁸ TARKA, Matthew. *Food Insight*. <https://www.foodinsight.org/articles/el-glutamato-y-el-glutamato-monosodico-analicemos-los-mitos>. Consulta: 23 de mayo de 2014.

⁹ FAO. *Requisitos generales (higiene de alimentos). suplemento al volumen 1B*. <http://www.fao.org/3/W6419S/w6419s00.htm>. Consulta: 15 de abril de 2018

2.6.2. ISO 22000

La norma ISO 22000 es un estándar de carácter voluntario, el cual está referido específicamente al área de seguridad alimentaria, por lo que se pueden usar las siguientes especificaciones.

En la sección sistema de gestión de seguridad alimentaria, se enfatiza sobre el establecimiento, documentación, implantación y mantenimiento de un sistema de gestión de seguridad alimentaria efectivo, con los procedimientos y registros requeridos y que son necesarios para asegurar su desarrollo, implantación y actualización.

Un sistema de gestión de seguridad alimentaria implantado de manera efectiva requiere que la alta dirección de la organización, proporcione los recursos necesarios, tanto en medios materiales como de personal. Dentro de la sección de gestión de recursos se establecen requisitos relacionados a la programación de las actuaciones de formación y adiestramiento, la evaluación del personal clave, y el mantenimiento de un ambiente de trabajo y unas infraestructuras adecuadas para los procesos realizados.¹⁰

2.7. Evaluación de procesos

La evaluación se encarga de verificar el proceso en cuestión y las condiciones en que este se lleva a cabo con el propósito de probar que el proceso y el sistema se encuentran estables y en control. Posterior a la validación siempre se debe verificar que todo el proceso y el sistema estén bajo control en las condiciones especificadas, tomando en cuenta que si se realiza algún cambio en el procedimiento esto puede cambiar los demás factores. Se debe tomar en cuenta que los cambios a realizar podrían ser modificaciones en equipos, debido a problemas o mejoras o bien la reubicación del lugar de fabricación, lo que haría necesario llevar a cabo una revalidación.

En el inciso 3.8.5: sistemas de gestión de la calidad fundamentos y vocabulario, la validación es una confirmación mediante el suministro de evidencia objetiva (datos que respaldan la existencia o veracidad de algo,) de

¹⁰ PALÚ, Eduardo. *Introducción a la Norma ISO 22000 - Sistemas de gestión de seguridad alimentaria*. <https://www.bsigroup.com/es-ES/ISO-22000-Seguridad-Alimentaria/>. Consulta: 3 de mayo de 2018.

que se han cumplido los requisitos (necesidades o expectativas establecidas, generalmente implícitas u obligatorias) para una utilización o aplicación específica prevista.

En el inciso 7.5.2 de la norma se indica que la organización debe realizar una evaluación de los procesos de la producción y de la prestación del servicio, donde los productos resultantes de los mismos no puedan verificarse mediante actividades de seguimiento o medición posteriores. La validación, en este caso, debe demostrar la capacidad de estos procesos para alcanzar los resultados planificados y se deben establecer disposiciones para estos procesos, incluyendo, cuando sea aplicable:

- Criterios definidos para la revisión y aprobación de los procesos
- Aprobación de equipos y calificación del personal
- Uso de métodos y procedimientos específicos
- Requisitos de los registros para cumplir con la norma
- Revalidación

2.7.1. Cartas o diagramas de control

Las cartas de control son la herramienta más poderosa para analizar la variación en la mayoría de los procesos. Las cartas de control enfocan la atención hacia las causas especiales de variación cuando estas aparecen y reflejan la magnitud de la variación debida a las causas comunes.

Las causas comunes o aleatorias se deben a la variación natural del proceso. Las causas especiales o atribuibles son por ejemplo: un mal ajuste de máquina, errores del operador, defectos en materias primas. Se dice que un

proceso está bajo control estadístico cuando presenta causas comunes únicamente.

Cuando ocurre esto se tiene un proceso estable y predecible. Cuando existen causas especiales el proceso está fuera de control estadístico; las gráficas de control detectan la existencia de estas causas en el momento en que se dan, lo cual permite tomar acciones al momento.

2.7.2. Índices de capacidad de procesos

El índice de capacidad del proceso, C_p y C_{pk} , son cálculos estadísticos sobre la capacidad del proceso. La capacidad de un proceso para producir un resultado dentro de unos límites predefinidos (TS , tolerancia superior y TI , tolerancia inferior). El concepto de capacidad del proceso es solo válido para procesos que están sometidos a control estadístico. Este índice juega un papel fundamental en las plantas de producción a la hora de demostrar que un proceso es fiable y está bajo control.

2.8. Proceso de evaluación de un proceso

El primer paso que se realiza antes de la evaluación de un proceso de producción es un análisis de riesgo (RA). El propósito del análisis es identificar las partes críticas y no críticas del proceso y del equipo que requiere validación. Además, se identifican las actividades necesarias para el mantenimiento y calibración del sistema. Es necesario involucrar en el análisis a personal calificado con diferentes especializaciones.¹¹

2.8.1. Análisis de riesgos (RA)

El primer paso que se realiza antes de la evaluación de un proceso de producción es un análisis de riesgo (RA). El propósito del análisis de riesgos es identificar las

¹¹ MORALES BATZ, Walter Ignacio. *Medición del peso neto del cubito de pollo elaborado con grasa fundida en Nestlé fábrica Antigua*. p. 35.

partes críticas y no críticas del proceso y del equipo que requiere validación. Además, se identifican las actividades necesarias para el mantenimiento y calibración del sistema. Es necesario involucrar en el análisis a personal calificado con diferentes especializaciones.

Los pasos por seguir durante el procedimiento para la realización del RA son:

- Listar todas las partes del proceso, equipo y sus funciones.
- Determinar su posible influencia sobre los parámetros de calidad.
- Estimar la probabilidad de situación no conforme.
- Desarrollar una lista de las mediciones que deben tomarse en el proceso o equipo.
- Documentar la razón para la clasificación.
- Incluir el programa de mantenimiento preventivo para asegurar la fiabilidad de las mediciones.

Se determina a través de este análisis, la prioridad (alta, moderada o baja) de evaluación de cada línea, a través de una escala de puntuación. La puntuación resulta tomando en cuenta dos componentes de riesgo:

- La probabilidad de una no conformidad puede ser alta, moderadamente alta, moderada, moderadamente baja o baja dependiendo del desempeño, en términos de capacidad de proceso, de la línea:
 - En el caso de ser una línea instalada con bastante historial se determina cómo ha estado su desempeño histórico.
 - De ser una línea instalada con poco historial, es posible usar el historial desempeño de líneas de producción que tenga componentes similares para predecir su futuro desempeño.
 - Si el caso de ser una línea que está siendo instalada o en pruebas de operación, es posible tomar en cuenta si se han instalado líneas parecidas para deducir su potencial desempeño futuro.
- El impacto de una no conformidad puede ser alta, moderadamente alta, moderada, moderadamente baja o baja y depende de varios factores, entre ellos, impacto sobre el negocio, efecto sobre la percepción de la marca y calidad del producto por los clientes y consumidores finales y costos de corrección de defectos detectados ya sea antes o después de ser entregados los productos a los clientes. En este paso se determina el tipo de evaluación a realizar según el estatus de la línea y las fases de evaluación a realizar:
 - En el caso de ser una línea instalada con bastante historial de toda la producción que se hace en ella, se hace una evaluación retrospectiva con una calificación del desempeño, como mínimo.
 - Si es una línea instalada con poco historial de producción de algunos productos o instalada recientemente, se hace una evaluación concurrente con calificaciones de la operación y desempeño, como mínimo.

- De ser el caso una línea que está siendo instalada, en pruebas de operación o que está siendo o ha sido modificada significativamente, se hace una evaluación prospectiva con calificaciones de la instalación, operación y desempeño.¹²

2.9. Análisis gráfico de datos multivariados

El análisis multivariados está relacionado con conjuntos de datos que incluyen más de una variable para cada objeto.

2.9.1. Caras de Chernoff (multidimensional)

Este tipo de diagrama consiste en graficar un conjunto multivariado de variables en forma de caras, asociando características faciales diferentes a variables diferentes. Por ejemplo, una variable se podría asociar con el ancho vertical del ojo, la segunda con el ancho horizontal, la tercera con el tamaño del iris, y las otras se podrían asociar con el espaciamiento de los ojos, la altura de los ojos, la longitud de la nariz, en ancho de la nariz, la longitud de las cejas, el ancho de las cejas. La inclinación de las cejas, el ancho de las orejas, la longitud de las orejas, la abertura de la boca, la sonrisa, entre otros.

2.9.2. Diagrama de estrellas (multidimensional)

Este tipo de diagrama se aplica cuando todas las variables toman valores positivos y consisten en graficar rayos o ejes que parten de un punto central. La longitud del rayo corresponde al valor de la variable y se tiene un rayo para cada variable. Por ejemplo, vectores de datos con 5 variables requerirán 5 rayos separados entre sí por un ángulo de 72 grados. La primera variable generalmente corresponde con el rayo que apunta hacia el norte y las otras variables se representan sobre los otros rayos en el orden del sentido del movimiento de las manecillas del reloj.¹³

¹² CAJAS VALDEZ, Edy Alberto. *Validación de metodología analítica para la cuantificación de cloruro de sodio en un sazonador industrial basado en la Norma ISO 17025*. p. 15.

¹³ NIETO BARAJAS, Luis Enrique. *Análisis multivariado*. <http://allman.rhon.itam.mx/~lnieto>. Consulta: 20 de marzo de 2019.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Variables

Objeto, proceso o característica que está presente, o supuestamente presente en el fenómeno que el científico quiere estudiar. Los objetos, procesos o características reciben el nombre de variables en la medida en que su modificación provoca una modificación en otro objeto, proceso o característica.

Tabla I. Variables

| Variable | Independiente | Dependiente | No constante | Constante |
|--|---------------|-------------|--------------|-----------|
| Porcentaje de humedad de sal fina | | X | X | |
| Granulometría de sal fina | | X | X | |
| Porcentaje de humedad de semielaborado del sazónador | | X | X | |
| Densidad del semielaborado del sazónador | | X | X | |
| Granulometría grasa vegetal en polvo | | X | X | |
| Dureza del cubo como producto final | | X | X | |
| Peso neto cubo de sazónador de pollo | | X | X | |
| Altura cubo de sazónador de pollo | | X | X | |
| Temperatura del ambiente del almacenaje | | X | X | |
| Humedad del ambiente del almacenaje | | X | X | |

Fuente: elaboración propia.

3.2. Delimitación de campo de estudio

El estudio se basa en la evaluación de las líneas de producción de sazónadores en presentación en forma de cubitos en una empresa de alimentos deshidratados ubicada en Antigua Guatemala, Sacatepéquez, orientado a

obtener una mejor calidad de producto terminado por medio del análisis del proceso. Se desea conocer los parámetros de control de esta variedad de sazónador, por ser el producto líder dentro de esta industria, por lo tanto, una de las mayores inversiones de producción.

3.3. Recursos humanos disponibles

Los recursos humanos disponibles son los integrantes del Departamento de Aseguramiento de Calidad, con la asesoría del experto en inocuidad, ingeniero químico Henry Aroldo Villatoro Palma y el experto en el proceso de sazónador en forma de cubitos, ingeniero químico Juan Diego Regalado. Además del apoyo del asesor investigador, ingeniero químico Víctor Manuel Monzón Valdez.

3.4. Recursos materiales disponibles

Los recursos materiales fueron todos aquellos equipos, cristalería, reactivos y la infraestructura de lo que se dispone para el desarrollo de toda la investigación. Estos se detallan a continuación.

3.4.1. Materiales

- Equipo de protección personal
- Instructivos de operación dentro de la planta de producción

3.4.2. Equipo

- Balanza analítica de precisión para laboratorio (control de calibración diaria)

- Balanza de humedad (control de calibración diaria)
- Equipo para medición de granulometría a nivel laboratorio (calibración semanal del proceso)
- Equipo para medición de densidad
- Durómetro
- Vernier

3.4.3. Reactivos

- Muestras de sal malla 30
- Muestras de grasa vegetal
- Muestras de sazónador semielaborado
- Muestras de sazónador en forma de cubito

3.5. Técnica cuantitativa

En este estudio se analizarán diferentes etapas del proceso de fabricación de un sazónador, por medio del control y la cuantificación de las variables planteadas.

- Porcentaje de humedad de sal fina con balanza de humedad.
- Granulometría de sal fina con torre de tamices.
- Porcentaje de humedad de semielaborado del sazónador con balanza de humedad.
- Densidad del semielaborado del sazónador con equipo propio para la medición del producto.
- Granulometría de la grasa vegetal en polvo con torre de tamices.
- Dureza del cubo como producto final con durómetro.
- Peso neto del cubo como producto final con balanza analítica.

- Altura del cubo como producto final con vernier.
- Parámetro del proceso de mezclado con el análisis de recetas.

3.5.1. Medición del porcentaje de humedad de sal fina

El porcentaje de humedad hace mención a la cantidad de agua relativa que pueda estar contenida en la muestra, esto se realiza mediante una termobalanza. El cloruro de sodio es una sal, de la cual puede ser evaporada dicha agua.

- Volver a cero la balanza mediante el botón de tara.
- Colocar 10 gramos de muestra sobre el plato.
- Colocar un tiempo de secado de 4 minutos.
- Colocar una temperatura de secado de 140 °C.
- Encender la balanza.
- Al terminar los 4 minutos de secado, anotar el porcentaje de humedad que aparece en la pantalla de la balanza de humedad.

3.5.2. Medición de la granulometría de sal fina

La granulometría determina el tamaño de las partículas sólidas. Por medio de la retención que el instrumento mantenga de estos, así será la clasificación de estos. En esta medición se utiliza una torre de tamices para determinar la granulometría de la sal fina.

- Armar la torre de tamices en orden ascendente en cuanto al tamaño de la apertura del mesh.
- Colocar la muestra de sólido en la parte superior de la torre de tamices y cerrarla.

- Colocar la torre de tamices en la tamizadora.
- Encender durante 15 minutos y esperar el ciclo.
- Al terminar recolectar la cantidad de sólido en cada tamiz.
- Medir la masa del sólido atrapada en cada tamiz y calcular el porcentaje en base a la masa inicial.

3.5.3. Medición del porcentaje de humedad del semielaborado del sazónador sabor pollo

El porcentaje de humedad hace mención a la cantidad de agua relativa que pueda estar contenida en la muestra, esto se realiza mediante una termobalanza. El semielaborado de sazónador se presenta en forma de polvo, lo cual permite que el agua pueda ser evaporada.

- Volver a cero la balanza mediante el botón de tara.
- Colocar 10 gramos de muestra sobre el plato.
- Colocar un tiempo de secado de 2 minutos.
- Colocar una temperatura de secado de 140 °C.
- Encender la balanza.
- Al terminar los 2 minutos de secado, anotar el porcentaje de humedad que aparece en la pantalla de la balanza de humedad.

3.5.4. Medición de la densidad del semielaborado del sazónador sabor pollo

La densidad es la relación que existe a la cantidad de masa que ocupa cierto volumen. El semielaborado de sazónador es una mezcla de polvos, por lo que, se mide su densidad introduciendo una cantidad determinada dentro de un cilindro rígido para ser agitada, luego tomar la cantidad de masa que representa

para conocer su densidad. Este método está basado en el comportamiento de la densidad aparente, muestra de eso es lo expresado en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SSA1-2010, en su prueba publicada por la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos sobre la densidad aparente y densidad compacta de polvos, 2010.

- Tomar una muestra de un lote de semielaborado de sazónador sabor pollo, dentro del área de fabricación.
- Tarar el cilindro en la balanza.
- Agregar en abundancia la muestra dentro del cilindro, auxiliándose del collarín del aparato.
- Colocar sobre el aparato vibrador, para que el polvo se acomode dentro del cilindro. Esperar un ciclo.
- Retirar el collarín y retirar el exceso de semielaborado, dejándolo al ras del cilindro, que tiene una capacidad de 500 centímetros cúbicos.
- Tomar la medida de la cantidad de masa dentro del cilindro.
- Realizar la relación de masa y volumen.

3.5.5. Medición de la granulometría de la grasa vegetal en polvo

La granulometría determina el tamaño de las partículas sólidas, permitidas en un material. Por medio de la retención que el instrumento mantenga de

estos, así será la clasificación de estos. En esta medición se utiliza una torre de tamices para determinar la granulometría de la grasa vegetal en polvo.

- Armar la torre de tamices en orden ascendente en cuanto al tamaño de la apertura del mesh.
- Colocar la muestra de 100g de grasa vegetal en la parte superior de la torre de tamices y cerrarla.
- Colocar la torre de tamices en la tamizadora.
- Encender durante 5 minutos y esperar el ciclo.
- Al terminar recolectar la cantidad de sólido en cada tamiz.
- Medir la masa del sólido atrapada en cada tamiz y calcular el porcentaje en base a la masa inicial.

3.5.6. Medición de la dureza del sazónador en forma de cubo con sabor pollo

La rigidez de un sazónador en forma de cubo es un estándar que permite dar una buena presentación del producto. Es necesario determinar la dureza que presenta este producto, por medio de la medición en el área de llenado. El durómetro utilizado en la medición es sometido a una verificación periódica por parte de la marca proveedora.

- Tomar 30 muestra del sazónador en forma de cubo sabor pollo en la línea de llenado.

- Medir la dureza de cada cubo por medio de un durómetro.
- Anotar la dureza promedio de la línea.
- Realizar el procedimiento de forma continua durante el turno laboral.

3.5.7. Medición del peso neto del sazónador en forma de cubo con sabor pollo

El peso de un producto final es un parámetro importante que debe ser controlado, porque es el valor que se ofrece al consumidor final. La masa que debe presentar un sazónador en forma de cubo con sabor a pollo es de 4 g, manejando cierto porcentaje de incertidumbre.

- Tomar 30 muestra del sazónador en forma de cubo sabor pollo en la línea de llenado.
- Pesar las muestras en la balanza del área.
- Anotar el peso promedio de la línea.
- Realizar el procedimiento de forma continua durante el turno laboral.

3.5.8. Medición de la altura del sazónador en forma de cubo con sabor pollo

La altura de un sazónador en forma de cubo es un estándar que permite dar una buena presentación del producto. Es necesario determinar la altura que presenta este producto, por medio de la medición en el área de llenado. El vernier utilizado en la medición es sometido a una verificación periódica por parte de la marca proveedora.

- Tomar 30 muestra del sazónador en forma de cubo sabor pollo en la línea de llenado.
- Medir la altura de cada cubo por medio de un vernier.
- Anotar la altura promedio de la línea.
- Realizar el procedimiento de forma continua durante el turno laboral.

3.5.9. Parámetros del proceso de mezclado

La receta del sazónador en forma de cubito con sabor a pollo debe presentar los siguientes valores; los más representativos son la sal y la grasa vegetal en polvo. Estos son los principales ingredientes:

Tabla II. Receta del sazónador sabor pollo

| Fase 1 | | |
|--------------------------|-------------------------|--------------|
| Ingrediente | Porcentaje en la receta | Variabilidad |
| Sal fina | 63,417 % | ± 2 % |
| Potenciador de sabor | 5,000 % | ± 2 % |
| Azúcar | 10,667 % | ± 2 % |
| Fase 2 | | |
| Ingrediente | Porcentaje en la receta | Variabilidad |
| Grasa animal | 0,650 % | ± 5 % |
| Agua potable | 0,667 % | ± 5 % |
| Fase 3 | | |
| Ingrediente | Porcentaje en la receta | Variabilidad |
| Almidón de maíz en polvo | 7,833 % | ± 2 % |
| Ingrediente A | 0,200 % | ± 5 % |
| Ingrediente B | 0,667 % | ± 5 % |
| Ingrediente C | 0,450 % | ± 5 % |
| Ingrediente D | 0,067 % | ± 5 % |
| Ingrediente E | 0,450 % | ± 5 % |
| Ingrediente F | 0,283 % | ± 5 % |
| Ingrediente G | 0,117 % | ± 5 % |
| Ingrediente H | 0,400 % | ± 5 % |
| Fase 4 | | |
| Ingrediente | Porcentaje en la receta | Variabilidad |
| Grasa vegetal en polvo | 9,133 % | ± 2 % |

Fuente: elaboración propia.

3.5.10. Límites de control de los parámetros fisicoquímicos

Cada materia prima debes estar controlada por un valor que es el requerido en cada proceso, están dados por el límite de control inferior (LCI) y el límite de control superior (LCS). Los cuales son presentados en la siguiente tabla.

Tabla III. Límites de control de los parámetros fisicoquímicos

| Sal fina | | |
|--------------------------------------|------|------|
| Parámetro | LCI | LCS |
| Porcentaje de humedad (%) | 0,02 | 0,12 |
| Granulometría (% retención 6mm) | 15 | 30 |
| Grasa vegetal | | |
| Parámetro | LCI | LCS |
| Granulometría (% retención 10mm) | 15 | 30 |
| Semielaborado del sazónador de pollo | | |
| Parámetro | LCI | LCS |
| Porcentaje de humedad (%) | 1,50 | 3,50 |
| Densidad (g/cm ³) | 0,90 | 1,10 |
| Sazónador de pollo en forma de cubo | | |
| Parámetro | LCI | LCS |
| Dureza (N) | 50 | 200 |
| Peso (g) | 4,00 | 4,15 |
| Altura (mm) | 12,8 | 13,2 |

Fuente: elaboración propia.

3.5.11. Control de condiciones del área de almacenaje del semielaborado de sazónador con sabor pollo

El proceso de fabricación del sazónador en forma de cubo, tiene varias fases, y cada una se realiza en diferente área, por lo que es necesario cumplir con las condiciones requeridas por el estado de la materia. Para el fin de esta evaluación se analizarán tres cuartos de refrigeración, en dos ocasiones por jornada, tomando datos de temperatura y porcentaje de humedad del ambiente.

Los ambientes controlados a monitorear son: maquetas de grasa, grasa vegetal en polvo y semielaborado de sazonador con sabor pollo.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

El procedimiento de recolección consiste en la obtención y medición de las variables descritas para este proceso. Para un análisis correcto de datos, se tomarán muestras de 30 lotes diferentes de sazonador en forma de cubito sabor pollo. Para un mejor análisis del proceso, se usarán datos retrospectivos de los meses anteriores al estudio, de esta forma se conocerán las condiciones de trabajo promedio.

El muestreo de la información debe evaluar de una forma real los datos generados en la línea de producción del sazonador sabor pollo en forma de cubito, por lo que, se debe realizar la muestra en todos los turnos de producción, en un tiempo de un mes. Esta empresa maneja tres turnos de trabajo, para producir las 24 horas del día. Los turnos son los siguientes: turno B, 5:30 – 13:00; turno C, 13:00-21:00; turno D, 21:00-5:30.

Tabla IV. **Porcentaje de humedad, sal fina**

| Medición | Lote | Porcentaje de humedad (%) |
|-----------------|-------------|----------------------------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |
| 12 | | |
| 13 | | |
| 14 | | |
| 15 | | |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |
| 21 | | |
| 22 | | |
| 23 | | |
| 24 | | |
| 25 | | |
| 26 | | |
| 27 | | |
| 28 | | |
| 29 | | |
| 30 | | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Granulometría, sal fina**

| Medición | Lote | Porcentaje de granulometría (%) |
|-----------------|-------------|--|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |
| 12 | | |
| 13 | | |
| 14 | | |
| 15 | | |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |
| 21 | | |
| 22 | | |
| 23 | | |
| 24 | | |
| 25 | | |
| 26 | | |
| 27 | | |
| 28 | | |
| 29 | | |
| 30 | | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Humedad semielaborado del sazónador sabor a pollo**

| Medición | Lote | Humedad (%) |
|-----------------|-------------|--------------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |
| 12 | | |
| 13 | | |
| 14 | | |
| 15 | | |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |
| 21 | | |
| 22 | | |
| 23 | | |
| 24 | | |
| 25 | | |
| 26 | | |
| 27 | | |
| 28 | | |
| 29 | | |
| 30 | | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Densidad semielaborado del sazonador sabor a pollo**

| Medición | Lote | Densidad (kg/cm³) |
|-----------------|-------------|-------------------------------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |
| 12 | | |
| 13 | | |
| 14 | | |
| 15 | | |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |
| 21 | | |
| 22 | | |
| 23 | | |
| 24 | | |
| 25 | | |
| 26 | | |
| 27 | | |
| 28 | | |
| 29 | | |
| 30 | | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Granulometría, grasa vegetal**

| Medición | Lote | Porcentaje de granulometría (%) |
|-----------------|-------------|--|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |
| 12 | | |
| 13 | | |
| 14 | | |
| 15 | | |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |
| 21 | | |
| 22 | | |
| 23 | | |
| 24 | | |
| 25 | | |
| 26 | | |
| 27 | | |
| 28 | | |
| 29 | | |
| 30 | | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Propiedades del producto final**

| Fecha | | Hora | |
|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| Turno | | Lote | |
| Medición | Dureza (N) | Altura (mm) | Peso (g) |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | |
| 18 | | | |
| 19 | | | |
| 20 | | | |
| 21 | | | |
| 22 | | | |
| 23 | | | |
| 24 | | | |
| 25 | | | |
| 26 | | | |
| 27 | | | |
| 28 | | | |
| 29 | | | |
| 30 | | | |

Fuente: elaboración propia.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

Los datos cuantitativos recolectados serán organizados con cartas de control y la información será organizada en diagramas o matrices. Las matrices ayudarán en la recolección de información de las medidas de los análisis realizados; en esta sección se presenta una propuesta de una tabla para la recolección de datos de los parámetros del producto final, sazónador en forma de cubo sabor a pollo.

Tabla X. **Porcentaje de humedad, sal fina**

| Medición | Lote | Porcentaje de humedad (%) |
|---------------------|-------------|----------------------------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |
| 12 | | |
| 13 | | |
| 14 | | |
| 15 | | |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |
| 21 | | |
| 22 | | |
| 23 | | |
| 24 | | |
| 25 | | |
| 26 | | |
| 27 | | |
| 28 | | |
| 29 | | |
| 30 | | |
| Media aritmética | | |
| Desviación estándar | | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Granulometría, sal fina**

| Medición | Lote | Porcentaje de granulometría (%) |
|---------------------|-------------|--|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |
| 12 | | |
| 13 | | |
| 14 | | |
| 15 | | |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |
| 21 | | |
| 22 | | |
| 23 | | |
| 24 | | |
| 25 | | |
| 26 | | |
| 27 | | |
| 28 | | |
| 29 | | |
| 30 | | |
| Media aritmética | | |
| Desviación estándar | | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Humedad semielaborado del sazonador sabor a pollo**

| Medición | Lote | Humedad (%) |
|---------------------|------|-------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |
| 12 | | |
| 13 | | |
| 14 | | |
| 15 | | |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |
| 21 | | |
| 22 | | |
| 23 | | |
| 24 | | |
| 25 | | |
| 26 | | |
| 27 | | |
| 28 | | |
| 29 | | |
| 30 | | |
| Media aritmética | | |
| Desviación estándar | | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Densidad semielaborado, el sazónador sabor a pollo**

| Medición | Lote | Densidad (kg/cm3) |
|---------------------|-------------|--------------------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |
| 12 | | |
| 13 | | |
| 14 | | |
| 15 | | |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |
| 21 | | |
| 22 | | |
| 23 | | |
| 24 | | |
| 25 | | |
| 26 | | |
| 27 | | |
| 28 | | |
| 29 | | |
| 30 | | |
| Media aritmética | | |
| Desviación estándar | | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Granulometría, grasa vegetal**

| Medición | Lote | Porcentaje de granulometría (%) |
|---------------------|-------------|--|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |
| 12 | | |
| 13 | | |
| 14 | | |
| 15 | | |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |
| 21 | | |
| 22 | | |
| 23 | | |
| 24 | | |
| 25 | | |
| 26 | | |
| 27 | | |
| 28 | | |
| 29 | | |
| 30 | | |
| Media aritmética | | |
| Desviación estándar | | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Propiedades del producto final**

| Fecha | | Hora | |
|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| Turno | | Lote | |
| Medición | Dureza (N) | Altura (mm) | Peso (g) |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | |
| 18 | | | |
| 19 | | | |
| 20 | | | |
| 21 | | | |
| 22 | | | |
| 23 | | | |
| 24 | | | |
| 25 | | | |
| 26 | | | |
| 27 | | | |
| 28 | | | |
| 29 | | | |
| 30 | | | |
| Media aritmética | | | |
| Desviación estándar | | | |

Fuente: elaboración propia.

3.8. Análisis estadístico

El análisis estadístico es una herramienta para evaluar la validez de los resultados y comparar los métodos a utilizar en la investigación, por lo que se utilizarán las siguientes ecuaciones y técnicas.

3.8.1. Media de una muestra

Es un parámetro estadístico importante, porque no se puede tener un valor único como referencia de alguna propiedad o características, por lo que se trabajará con el valor medio de los datos encontrados.

$$\bar{x} = \frac{\sum_0^i x_i}{n} \quad [\text{Ec. 1}]$$

Donde:

- \bar{x} : media aritmética
- x_i : dato iesimo
- n : número de datos

3.8.2. Desviación estándar de una muestra

Esta es una medida de la dispersión de los resultados obtenidos de las repeticiones de un procedimiento experimental con respecto al valor promedio, representa el error aleatorio.

$$s = \sqrt{\sum_i \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad [\text{Ec. 2}]$$

Donde:

- s : desviación estándar de la muestra
- \bar{x} : media aritmética
- x_i : dato i ésimo
- n : número de datos

3.8.3. Análisis de varianza de las características final del cubo

Este parámetro establece si los valores de una variable dependiente dependen de los niveles de variación de dos factores o de la interacción entre ambos. En esta investigación este análisis permite analizar como variable dependiente las características finales del cubo y los factores son la granulometría, humedad y peso específico de la materia prima que se identifique como incidente en la variación del mismo.

Tabla XVI. Análisis de varianza de las características final del cubo

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Media aritmética | F |
|---------------------|--|--------------------|----------------------------|-----------------------|
| Entre muestras | $SSA = n \sum_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2$ | k-1 | $s_1^2 = \frac{SSA}{k-1}$ | $\frac{s_1^2}{s_1^2}$ |
| En las muestras | $SSA = n \sum_j \sum_i (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_i)^2$ | k(n-1) | $s^2 = \frac{SSA}{k(n-1)}$ | |
| Total | $SSA = n \sum_j \sum_i (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_i)^2$ | kn-1 | | |

Fuente: elaboración propia.

Donde:

- \bar{x}_i : media de las muestras por tratamiento

- \bar{x}_{ij} : valor del i-esimo tratamiento y j-esima muestra
- s : desviación estándar de la muestra
- \bar{x} : media aritmética
- n: número de datos
- k: cantidad de muestras por tratamiento

3.8.4. Correlación

La cuantificación de la fuerza de la relación lineal entre dos variables cuantitativas, se estudia por medio del cálculo del coeficiente de correlación de Pearson. Dicho coeficiente oscila entre -1 y $+1$. Un valor de -1 indica una relación lineal o línea recta positiva perfecta. Una correlación próxima a cero indica que no hay relación lineal entre las dos variables.

El realizar la representación gráfica de los datos para demostrar la relación entre el valor del coeficiente de correlación y la forma de la gráfica es fundamental ya que existen relaciones no lineales.

$$Covarianza = \frac{\sum(\bar{X}-X)*(\bar{Y}-Y)}{n-1} \quad [\text{Ec. 3}]$$

Donde:

- n: número de muestras
- \bar{X}, \bar{Y} : promedio de muestras
- X, Y: muestras

$$r = \frac{Covarianza}{S_x * S_y} \quad [\text{Ec. 4}]$$

Donde:

- r: coeficiente de determinación
- S_x, S_y : desviación típica

Tabla XVII. **Análisis de correlación de variables**

| | | Propiedades del sazónador en forma de cubito sabor pollo | | |
|-------------|--|--|----------|-------------|
| | | Dureza (N) | Peso (g) | Altura (mm) |
| Correlación | Parámetros fisicoquímicos de materia prima | | | |
| | Porcentaje de humedad de sal (%) | | | |
| | Granulometría sal (% retención 6mm) | | | |
| | Granulometría grasa vegetal (% retención 10mm) | | | |
| | Porcentaje de humedad de semielaborado (%) | | | |
| | Densidad de semielaborado (g/cm ³) | | | |

Fuente: elaboración propia.

3.8.5. Test de hipótesis de r

Tras realizar el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson (r) se debe determinar si dicho coeficiente es estadísticamente diferente de cero. Para dicho cálculo se aplica un test basado en la distribución de la t de student.

Si el valor del r calculado supera al valor del error estándar multiplicado por la t de Student con n-2 grados de libertad, el coeficiente de correlación es significativo. El nivel de significación viene dado por la decisión que adoptemos al buscar el valor en la tabla de la t de Student.

$$\text{Error estándar de } r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}} \quad [\text{Ec. 5}]$$

Donde:

- r: coeficiente de determinación
- n: número de muestras

3.8.6. Muestreo

El error estándar es la desviación estándar de la distribución muestral de un estadístico muestral. El término se refiere también a una estimación de la desviación estándar, derivada de una muestra particular usada para computar la estimación.

$$EE = Z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{x}} \quad [\text{Ec. 6}]$$

Donde:

- EE: incertidumbre del instrumento
- $Z_{\alpha/2}$: nivel de confianza al 80 %, con 1,28
- $\sigma_{\bar{x}}$: error estándar

Al elegir una muestra aleatoria se espera conseguir que sus propiedades sean extrapolables a la población. Este proceso permite ahorrar recursos, y a la vez obtener resultados parecidos a los que se alcanzarían si se realizase un estudio de toda la población.

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{(N-n)}{(N-1)}} \quad [\text{Ec. 7}]$$

Donde:

- σ : desviación estándar de la muestra
- n : número de muestra
- N : número población total, aproximadamente 250 000 cubos por lote
- $\sigma_{\bar{x}}$: error estándar

Tabla XVIII. **Análisis de muestra de variables de variables**

| Muestreo en producto final | | | | | | |
|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|----------------|--------------------|
| Medición | Incertidumbre del instrumento | Desviación estándar medida | Cantidad de cubos por lote | Nivel de confianza | Error estándar | Número de muestras |
| Dureza (N) | 0,05 | 8,32 | 250 000 | 80 % | 0,0255 | 45 476 |
| Altura (mm) | 0,005 | 0,08 | 250 000 | 80 % | 0,0026 | 420 |
| Masa (g) | 0,005 | 0,02 | 250 000 | 80 % | 0,0026 | 26 |

Fuente: elaboración propia.

Para este análisis se tendrá una muestra de 26 piezas, del total del lote de producto final de cubito. Es el valor que corresponde a un nivel de confianza del 80 % en el análisis de datos, por ser la cantidad que represente un menor costo a la industria.

3.8.7. Estadística multivariada descriptiva

Las estadísticas descriptivas, multivariadas, como su nombre lo indica, sirven para describir el comportamiento de un conjunto de datos. Formalmente, un conjunto de datos es una realización de una muestra aleatoria X_1, X_2, \dots, X_n de una distribución multivariada. Es decir, para $i=1, \dots, n$. En otras palabras, cada X_i es una variable aleatoria multivariada de dimensión p .

$$X_i = \begin{pmatrix} X_{i1} \\ X_{i2} \\ \vdots \\ \vdots \\ X_{ip} \end{pmatrix} \quad [\text{Ec. 8}]$$

En otras palabras, cada X_i es una variable aleatoria multivariada de dimensión p . Por lo tanto, un conjunto de datos está formado por n realizaciones de p variables aleatorias.

$$X_i = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & X_{n1} & X_{np} \end{pmatrix} \quad [\text{Ec. 9}]$$

3.8.8. Media muestral

$$\hat{\mu} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad [\text{Ec. 10}]$$

Donde:

- $\hat{\mu}$: media muestral
- n : número de muestra
- X_i : medición

Que en realidad, escribiendo el vector completo, se puede expresar como:

$$\hat{\mu} = \begin{pmatrix} \hat{\mu}_1 \\ \hat{\mu}_2 \\ \vdots \\ \hat{\mu}_p \end{pmatrix} = \frac{1}{n} \left\{ \begin{pmatrix} X_{11} \\ X_{12} \\ \vdots \\ X_{1p} \end{pmatrix} + \dots + \begin{pmatrix} X_{n1} \\ X_{n1} \\ \vdots \\ X_{np} \end{pmatrix} \right\} \quad [\text{Ec. 11}]$$

Esto implica que, para $j=1, \dots, p$

$$\hat{\mu}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ij} \quad [\text{Ec. 12}]$$

3.8.9. Varianza muestral

$$\check{\Sigma} = \frac{1}{n-1} \{ \sum_{i=1}^n (X_i - \hat{\mu})(X_i - \hat{\mu})' \} \quad [\text{Ec. 13}]$$

Donde:

- $\hat{\mu}$: media muestral
- n : número de muestra
- X_i : medición
- $\check{\Sigma}$: varianza muestral

Cuyos elementos se denotan como:

$$\check{\Sigma} = \begin{pmatrix} \hat{\sigma}_{11} & \hat{\sigma}_{12} & \dots & \hat{\sigma}_{1p} \\ \hat{\sigma}_{21} & \hat{\sigma}_{22} & \dots & \hat{\sigma}_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{\sigma}_{p1} & \hat{\sigma}_{p2} & \dots & \hat{\sigma}_{pp} \end{pmatrix} \quad [\text{Ec. 14}]$$

Donde: $\hat{\sigma}_{jj} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - \hat{\mu}_j)^2$, para $j=1, 2, \dots, p$, y

$$\hat{\sigma}_{kj} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{ik} - \hat{\mu}_k)(X_{ij} - \hat{\mu}_j), \text{ para } k \neq j = 1, 2, \dots, p.$$

3.8.10. Correlación muestral

$$R = \begin{pmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & \dots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{Ec. 15}]$$

$$\text{Donde: } r_{kj} = \frac{\hat{\sigma}_{kj}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{kk}}\sqrt{\hat{\sigma}_{jj}}}, \text{ para } k \neq j = 1, 2, \dots, p.$$

3.8.11. Capacidad de proceso

Después de comprobar que el proceso está bajo control, el siguiente paso es saber si es un proceso capaz, es decir, si cumple con las especificaciones técnicas deseadas, o lo que es lo mismo, comprobar si el proceso cumple el objetivo funcional. Se espera que el resultado de un proceso cumpla con los requerimientos o las tolerancias que ha establecido el cliente.

La habilidad de un proceso para cumplir con la especificación puede expresarse con un solo número, el índice de capacidad del proceso o puede calcularse a partir de los gráficos de control. En cualquier caso es necesario tomar las mediciones necesarias para que el departamento de control tenga la certeza de que el proceso es estable, y que la media y variabilidad de este se pueden calcular con seguridad.

El mercado (clientes) establece las tolerancias que debe cumplir el producto. Un producto fabricado fuera de esas tolerancias se considerará un producto sin la calidad requerida, es decir, defectuoso. Es importante no

confundir los dos conceptos anteriores. Las tolerancias son los requerimientos técnicos para que el producto sea admisible para su uso, siendo establecidos por el cliente, el fabricante o alguna norma; mientras que la capacidad es una característica estadística del proceso que elabora dicho producto.

Para relacionar ambos conceptos se define el índice de capacidad C_p como el cociente entre el rango de tolerancias del proceso y la capacidad (intervalo natural de variación) del mismo:

$$C_p = \frac{\text{Intervalo de tolerancia}}{\text{Capacidad}} = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad [\text{Ec. 16}]$$

Donde:

- USL: límite superior de la especificación
- LSL: límite inferior de la especificación
- σ : variación del proceso

Resultados posibles de C_p :

- $C_p > 1$ Se dice que el proceso es capaz, pues prácticamente todos los artículos que produzca estarán dentro de las tolerancias requeridas.
- $C_p = 1$ Habrá que vigilar muy de cerca el proceso, pues cualquier pequeño desajuste provocará que los artículos no sean aceptables.
- $C_p < 1$ Se dice que el proceso no es capaz

También, se pueden calcular los índices de capacidad para especificaciones unilaterales:

$$C_{ps} = \frac{USL - \mu}{3\sigma}$$

$$C_{pi} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \quad [\text{Ec. 17}]$$

El índice de capacidad C_p es una forma cuantitativa simple para expresar la capacidad de un proceso, pero no tiene en cuenta el centrado del proceso, es decir, no toma en cuenta dónde se localiza la media del proceso respecto a las especificaciones. C_p mide simplemente la extensión de las especificaciones en comparación con la dispersión seis sigma.

Se define el índice para tener en cuenta el centrado del proceso:

$$C_{pk} = \min(C_{ps}, C_{pi}) \quad [\text{Ec. 18}]$$

La magnitud de C_{pk} respecto C_p es una medida directa de la diferencia del centro de la forma de operar el proceso:

- $C_p = C_{pk}$: el proceso está centrado en el punto medio de las especificaciones.
- $C_p > C_{pk}$: el proceso está descentrado.

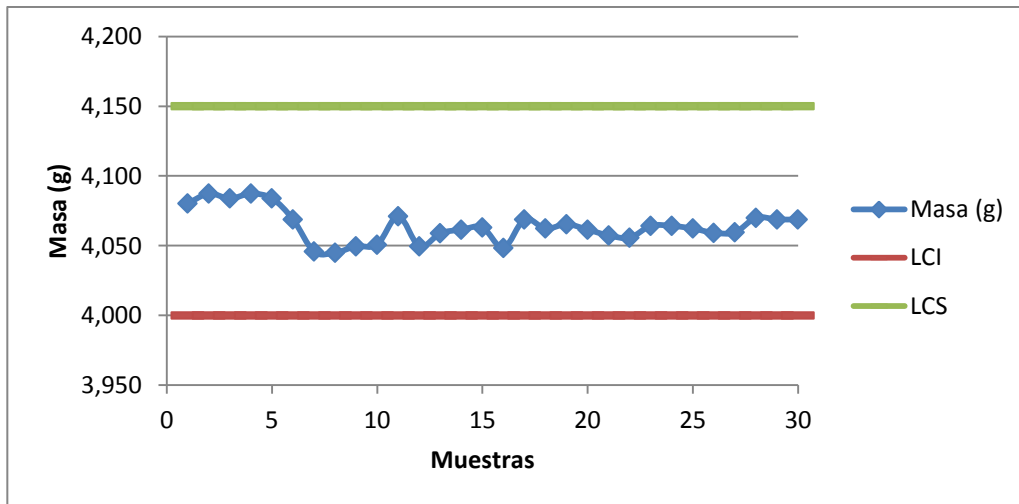
4. RESULTADOS

Tabla XIX. Índice de capacidad de proceso en la fabricación de sazonador sabor pollo en forma de cubito

| Sal fina | | |
|--|---------|---------|
| Parámetro | Cp | Cpk |
| Humedad (%) | 3,5603 | 0,7477 |
| Granulometría (% 6 mm) | 1,0965 | 0,4785 |
| Grasa vegetal | | |
| Parámetro | Cp | Cpk |
| Granulometría (% 10 mm) | 0,4082 | 0,3708 |
| Semielaborado del sazonador de pollo | | |
| Parámetro | Cp | Cpk |
| Humedad (%) | 9,1675 | 2,1651 |
| Densidad (g/cm ³) | 14,7001 | 11,0062 |
| Sazonador de pollo en forma de cubito | | |
| Parámetro | Cp | Cpk |
| Dureza (N) | 7,0309 | 4,7830 |
| Peso (g) | 2,1158 | 1,8091 |
| Altura (mm) | 2,8688 | 2,8476 |

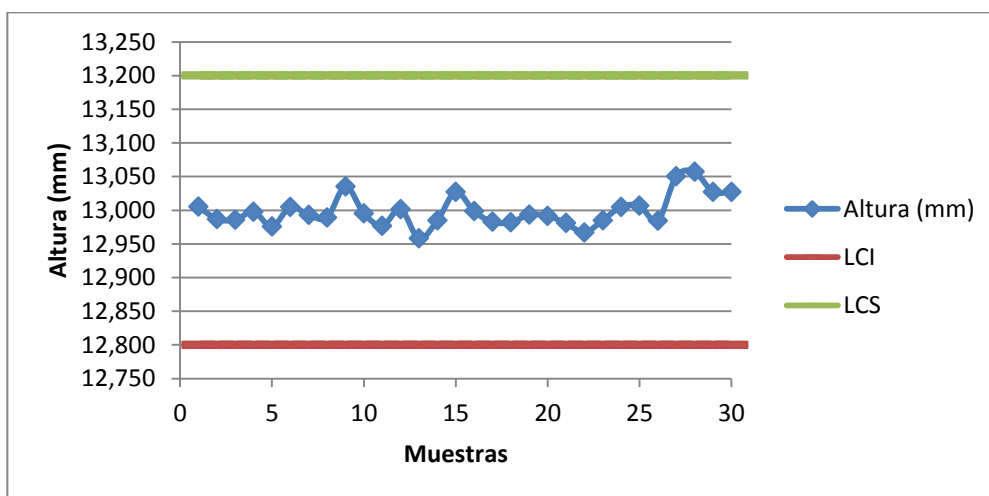
Fuente: elaboración propia.

Figura 1. **Gráfico de control de la masa del cubito del sazónador sabor a pollo**



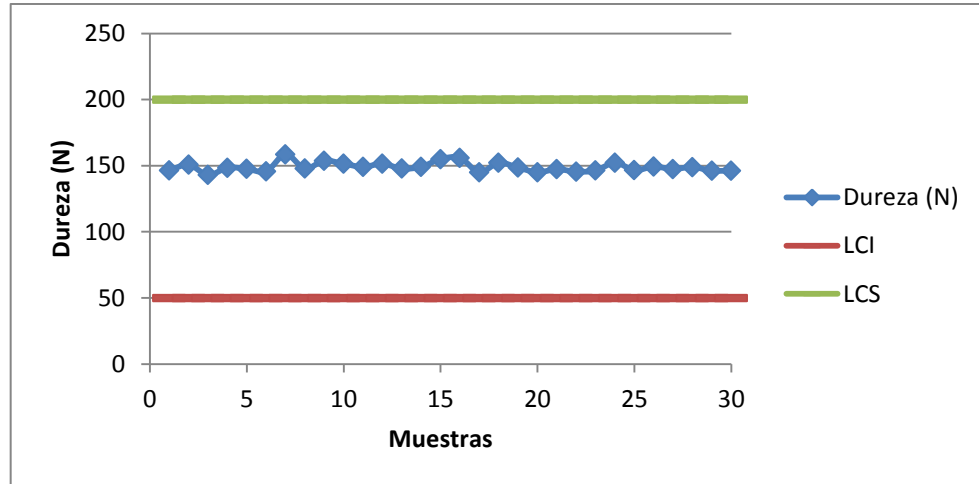
Fuente: elaboración propia.

Figura 2. **Gráfico de control de la altura del cubito del sazónador sabor a pollo**



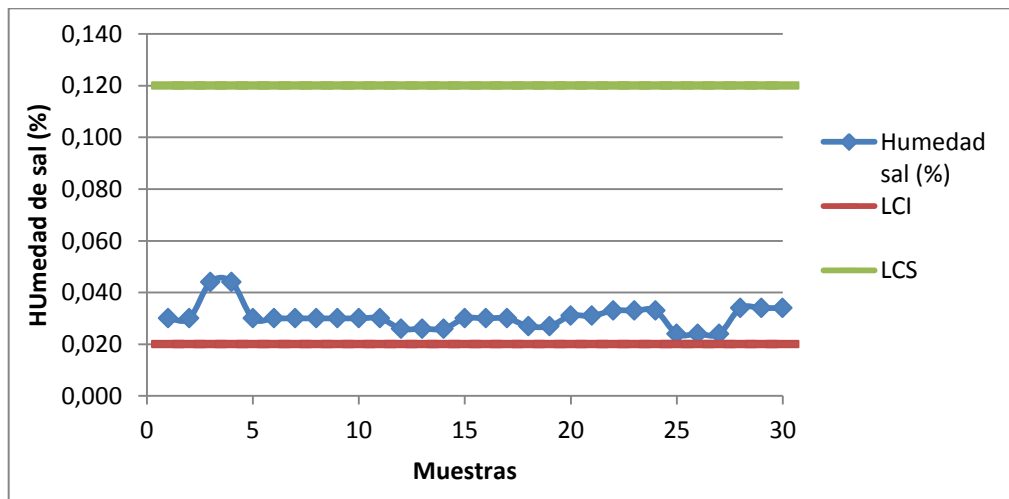
Fuente: elaboración propia.

Figura 3. **Gráfico de control de la dureza del cubito del sazónador sabor a pollo**



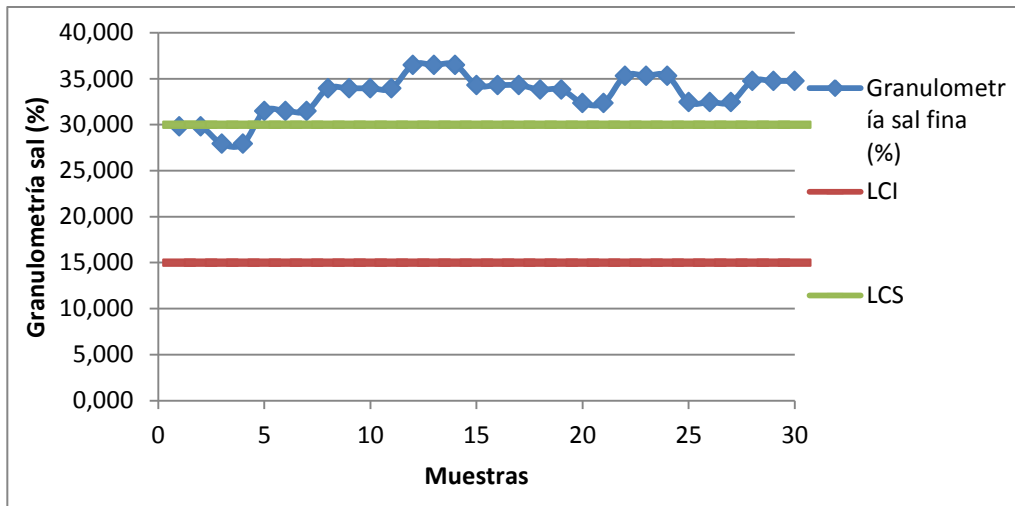
Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Gráfico de control de la humedad de sal como materia prima del sazónador sabor a pollo**



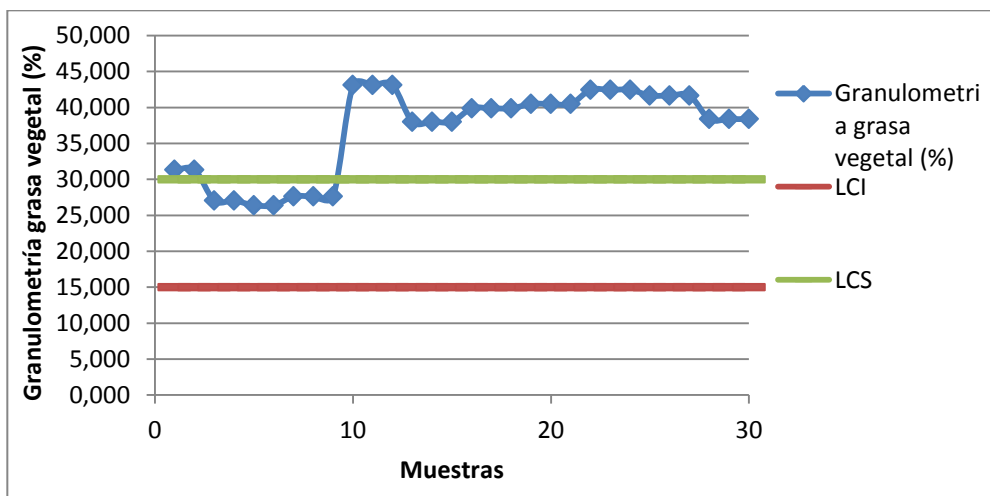
Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Gráfico de control de la granulometría de sal como materia prima del sazónador sabor a pollo**



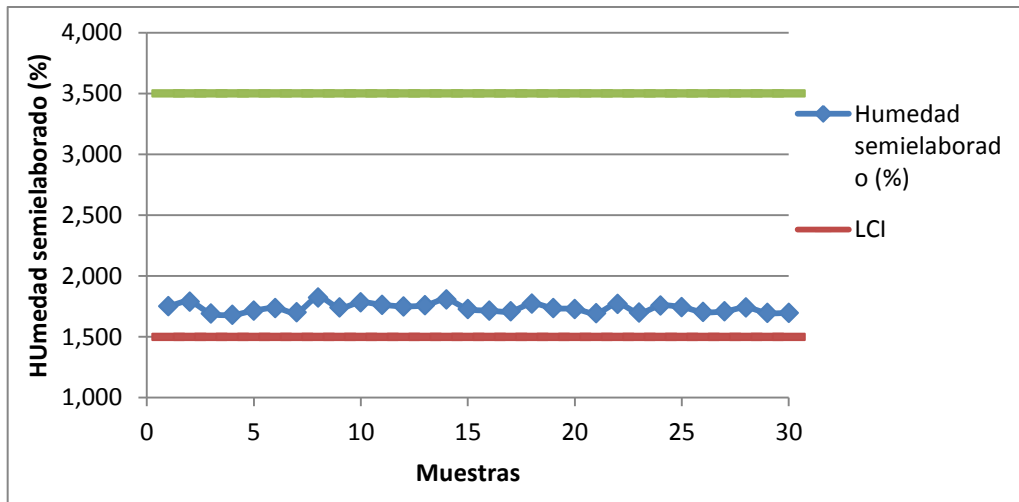
Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Gráfico de control de la granulometría de la grasa vegetal como materia prima del sazónador sabor a pollo**



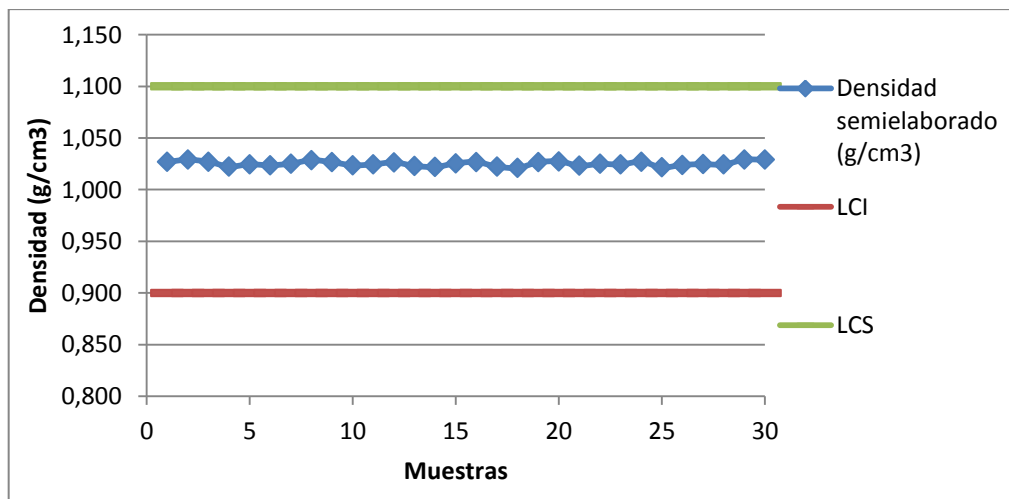
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Gráfico de control de la humedad del semielaborado del sazónador sabor a pollo**



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Gráfico de control de la densidad del semielaborado del sazónador sabor a pollo**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Variabilidad de proceso**

| Sal fina | | |
|---------------------------------------|----------|--------------|
| Parámetro | Media | Variabilidad |
| Humedad (%) | 0,0305 | 0,0047 |
| Granulometría (% 6 mm) | 33,2731 | 2,2800 |
| Grasa vegetal | | |
| Parámetro | Media | Variabilidad |
| Granulometría (% 10 mm) | 36,8142 | 6,1251 |
| Semielaborado del sazónador de pollo | | |
| Parámetro | Media | Variabilidad |
| Humedad (%) | 1,7362 | 0,0364 |
| Densidad (g/cm ³) | 1,0251 | 0,0023 |
| Sazónador de pollo en forma de cubito | | |
| Parámetro | Media | Variabilidad |
| Dureza (N) | 148,9788 | 3,5558 |
| Peso (g) | 4,0641 | 0,0118 |
| Altura (mm) | 12,9985 | 0,0232 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Condiciones de materia prima con mejores resultados en el producto final**

| Número de muestra | Medición | Media | Desviación estándar | Humedad sal (%) | Granulometría sal fina (%) | Granulometría grasa vegetal (%) |
|-------------------|-------------|---------|---------------------|-----------------|----------------------------|---------------------------------|
| 2 | Peso (g) | 4,087 | 0,012 | 0,03 | 29,807 | 31,323 |
| 8 | Dureza (N) | 147,985 | 27,168 | 0,03 | 33,958 | 27,621 |
| 16 | Altura (mm) | 12,998 | 0,069 | 0,03 | 34,300 | 39,883 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Condiciones de semielaborado con mejores resultados en el producto final**

| Número de muestra | Medición | Media | Desviación estándar | Humedad semielaborado (%) | Densidad semielaborado (g/cm ³) |
|-------------------|-------------|---------|---------------------|---------------------------|---|
| 2 | Peso (g) | 4,087 | 0,012 | 1,788 | 1,029 |
| 8 | Dureza (N) | 147,985 | 27,168 | 1,823 | 1,028 |
| 16 | Altura (mm) | 12,998 | 0,069 | 1,715 | 1,027 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Condiciones de ambiente con mejores resultados en el producto final**

| Número de muestra | Ambiente | | Cp | Cpk | Masa (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
|-------------------|------------------|-------------|-------|-------|----------|-------------|------------|
| | Temperatura (°C) | Humedad (%) | | | | | |
| 2 | 26,2 | 56,6 | 2,052 | 1,715 | 4,087 | 12,987 | 150,712 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Condiciones de almacenaje de semielaborado con mejores resultados en el producto final**

| Número de muestra | Cámara de almacenaje | | Cp | Cpk | Masa (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
|-------------------|----------------------|-------------|-------|-------|----------|-------------|------------|
| | Temperatura (°C) | Humedad (%) | | | | | |
| 2 | 15,3 | 53,0 | 2,052 | 1,715 | 4,087 | 12,987 | 150,712 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Correlación entre los parámetros fisicoquímicos de la materia prima y las propiedades del cubito**

| | | Masa (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
|-------------|--|----------|-------------|------------|
| Correlación | Altura (mm) | 0,0314 | | |
| | Dureza (N) | 0,4645 | 0,1563 | |
| | Parámetros fisicoquímicos de materia prima y semielaborado | 0,3089 | 0,0237 | 0,0695 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Significancia de los parámetros del cubito en función de la materia prima**

| Parámetro | Valor de F calculado | Valor de $F_{30,26}^{0,95}$ | Hipótesis nula | Hipótesis alterna |
|-----------|----------------------|-----------------------------|----------------|-------------------|
| Masa | 3,5924 | 1,90 | Se rechaza | Se acepta |
| Altura | 0,8657 | 1,90 | Se acepta | Se rechaza |
| Dureza | 0,6233 | 1,90 | Se acepta | Se rechaza |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Significancia de los parámetros del cubito en función de las condiciones de almacenamiento**

| Parámetro | Valor de F calculado | Valor de $F_{30,26}^{0,95}$ | Hipótesis nula | Hipótesis alterna |
|-----------|----------------------|-----------------------------|----------------|-------------------|
| Masa | 5,2304 | 1,90 | Se rechaza | Se acepta |
| Altura | 2,5530 | 1,90 | Se rechaza | Se acepta |
| Dureza | 1,3294 | 1,90 | Se acepta | Se rechaza |

Fuente: elaboración propia.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La tabla XVII muestra el resultado del cálculo de los índices de capacidad del proceso de las materias primas y del semielaborado del sazónador sabor pollo en su presentación final en cubo. La granulometría de la sal fina muestra que es $1 \leq C_p \leq 1,33$ lo cual indica que los datos se encuentran estables, pero es necesario un análisis y modificaciones en el sistema de control para alcanzar un nivel satisfactorio, para encontrar el rango necesario de humedad. Al comparar el índice de capacidad potencial (C_p) y el real (C_{pk}), se observa que se encuentran muy lejanos entre sí lo cual indica que la media del proceso está fuera del punto medio de las especificaciones, por lo que la diferencia de la capacidad real y potencial indica que el proceso está sesgado hacia uno de los límites.

El porcentaje de humedad de la sal muestra un comportamiento donde la capacidad de proceso es mayor a 2, por lo que el proceso representa una calidad seis sigma. Pero la comparación de su capacidad potencial y real, demuestra un proceso fuera de su rango central.

La granulometría de la grasa presenta valor de C_p y C_{pk} cercanos entre sí; sin embargo, el índice potencial está por debajo de 0,67. Esto lo coloca como categoría número 4 la cual indica que el proceso no está centrado y requiere modificaciones serias, por ser una medición no definida de líquidos.

Los índices de capacidad de proceso tanto para el peso específico como para el porcentaje de humedad del semielaborado del sazónador de pollo, no presentan datos cercanos entre sí, lo cual indica que la media se encuentra

alejada al punto medio de las especificaciones. El Cp se encuentra mayor a 2, esto indica que el proceso es adecuado para alcanzar los niveles establecidos de límites de control del proceso.

El índice de capacidad potencial para el peso neto del sazónador de pollo en cubo indica que el proceso es calidad seis sigma, ya que muestra un valor mayor a 2. Ya que el Cpk se encuentra alejado al Cp, la media se encuentra dentro de las especificaciones de calidad. La dureza del cubo del sazónador de pollo presenta valores de Cp y Cpk superiores a 2 por lo que el proceso es adecuado; pero son valores muy alejados entre sí por no estar centrado.

La altura del cubito muestra un índice de capacidad de proceso con calidad seis sigma por estar sobre el valor de 2, además que su Cpk es muy cercano, se puede observar un proceso controlado con valor centrado, por la poca variabilidad del parámetro estudiado.

Al observar el comportamiento de los datos en los gráficos de control y los resultados obtenidos con los índices de capacidad de proceso, se logra identificar que la grasa vegetal en polvo es la materia que más afecta la variación del proceso de fabricación y de compactación del sazónador con sabor a pollo.

En los resultados se presentan los gráficos de las principales materias primas utilizadas en la elaboración del sazónador con sabor a pollo y los resultados en el producto final, el sazónador en forma de cubito. Asimismo, se representa el comportamiento de la variabilidad de los parámetros fisicoquímicos del proceso, como lo son el porcentaje de humedad y granulometría para la sal fina; la granulometría de la grasa vegetal; la densidad

y la humedad del semielaborado del sazonador; y la altura, el peso y la dureza del cubito.

La figura 1 muestra el gráfico de control para la masa del cubito, los valores se encuentran dentro del rango de los límites de especificación. El comportamiento de la composición del cubito no presenta una desviación significativa ya que estos deben cumplir con los estándares de calidad, ya que este es el parámetro principal para la liberación del producto, es el principal parámetro a analizar durante la fabricación del producto. En la tabla XVIII se muestra que tiene una variabilidad mínima, con un valor de 0,0118; esto muestra el control prioritario que se tiene sobre este parámetro.

La altura del cubito, como producto final, se observa en la figura 2, la cual muestra una tendencia aceptable ya que no se encuentra una dispersión significativa en los datos. No existen puntos fuera de los límites de control ya que estos deben cumplir con los parámetros establecidos de compresión en la línea de producción; esto se refleja en su variabilidad, tabla XVIII. Un caso similar ocurre con la dureza del producto final, figura 3, que muestra una estabilidad de los estándares de calidad en la fabricación.

La humedad de la sal fina está representada en la figura 4, la cual muestra una tendencia aceptable ya que no se encuentra una dispersión significativa en los datos. No existen puntos fuera de los límites de control ya que estos deben cumplir con los parámetros establecidos de humedad de producto de alto volumen. Presenta una variabilidad muy baja, con datos cercanos al límite inferior.

La sal fina también es evaluada por su granulometría en porcentaje de recepción en tamiz de 6mm de diámetro, figura 5, en este parámetro se observa

que varias mediciones están sobre el límite superior que es de 30 %, lo cual muestra que no es un proceso controlado. Además, su variabilidad es alta para los valores manejados.

En la figura 6 se observa el comportamiento de la granulometría de la grasa vegetal en polvo, los datos de la misma se encuentran dispersos entre sí y presentan puntos fuera de los límites de control. Asimismo, se puede identificar que éstos no se encuentran dentro de la media especificada la cual es de 30 por ciento de retención de granos en el tamiz de 10 mm.

El porcentaje de humedad del semielaborado del sazónador sabor pollo, figura 7, muestra que los datos presentan una dispersión corta, además, se encuentran dentro de los límites de especificación. Esto indica que la cantidad de agua adicionada en el proceso de fabricación y la adquirida durante el tiempo de acondicionamiento dentro de la cámara de almacenaje, permiten que alcance los niveles requeridos de humedad.

El semielaborado presenta otro parámetro a estudiar, la densidad, que se observa su variabilidad en la figura 8. Este es un valor que no varía mucho durante el estudio, con valores cercanos entre sí y dentro del rango. Es un dato con poca variabilidad en el proceso.

Las condiciones de materia prima con mejores resultados en el producto final, se observan en los valores que tuvieron una menor variabilidad en los parámetros fisicoquímicos del cubito, tablas XIX y XX. La menor desviación de datos en el peso, fue en el lote 2; en la dureza, lote 8; y en la altura, lote 16, encontrando condiciones similares en la humedad de la sal, 0,03 %. Se observa que la granulometría de sal fina y grasa vegetal, están sobre su límite superior de 30 %, para obtener los resultados deseados en el producto final.

El semielaborado debe presentar un porcentaje de humedad mayor a 1,70 para tener la menor variabilidad del proceso. En la densidad de semielaborado se observan valores muy similares, por lo que un valor cercano a $1,028 \pm 0,001 \text{ g/cm}^3$, puede mostrar valores requeridos en los límites establecidos en el producto final.

La capacidad de proceso en la línea de producción de cubitos, obtuvo el mejor índice de capacidad de proceso cuando la temperatura y la humedad en la cámara de almacenaje fueron $15,3 \text{ }^\circ\text{C}$ y $53,0 \%$, respectivamente, como lo muestran las tablas XXI y XXII, con un C_p de 2,052 y C_{pk} de 1,715. Estos valores de capacidad de proceso demuestran que es un valor controlado pero debe centrarse en sus rangos definidos. Las condiciones del ambiente en que se fabricaron los cubitos fueron de $26,2 \text{ }^\circ\text{C}$ y $56,6 \%$ de humedad.

La tabla XXIII, muestra que existe una correlación muy baja entre los parámetros fisicoquímicos de la materia prima y el semielaborado, con respecto a las condiciones del producto final; esta baja relación entre datos muestra que no tiene influencia un valor al inicio del proceso con los datos finales.

La hipótesis nula se acepta en la influencia de la materia prima sobre los parámetros de altura y dureza en el cubito, tabla XXIV, los cuales son valores que se controlan por la calidad del producto final. Mientras que se acepta la hipótesis alterna en las características de peso, que se ven afectadas por las condiciones ambientales de fabricación.

CONCLUSIONES

1. Los valores de C_p obtenidos de las mediciones de los parámetros fisicoquímicas del cubito, exhiben la existencia de baja variabilidad y determinan que el proceso está trabajando dentro de especificaciones.
2. El índice de centrado C_{pk} , indica que el proceso de peso neto del cubo del sazónador de pollo no se encuentra centrado.
3. El indicador establecido para el peso neto del cubo del sazónador de pollo indica que este se mantiene estable durante el proceso de fabricación, ya que la media, 4,0641 gramos, se encuentra dentro del rango permitido de producto final.
4. Existe variabilidad en los parámetros de altura y dureza del cubo del sazónador con sabor a pollo al variar los parámetros fisicoquímicos de una materia prima de alto volumen, siendo la más variada la granulometría de grasa vegetal en polvo la cual tiene una variabilidad de 6,1251 %.
5. La granulometría de la grasa vegetal en polvo y la sal fina presenta una media de 36,8142 % y 33,2731 %, respectivamente; sin embargo, los datos se encuentran fuera de los límites de control del proceso.
6. La inestabilidad en el proceso de fabricación del sazónador de pollo se debe a la composición de la grasa vegetal en polvo.

7. Las condiciones de materia prima que cumplen con los estándares son los siguientes: sal fina, humedad 0,03 %, granulometría mayor a 30 %; grasa vegetal, granulometría mayor a 30 %; semielaborado, humedad 1,7 %, densidad 1,027 g/cm³.
8. Las condiciones de temperatura y ambiente, que reflejan un proceso estable, son 26,2 °C y 56,6 %, para el ambiente, y 15,3 °C y 53,0 %, para la cámara de almacenaje.
9. Existe una correlación baja entre las características del cubito y los parámetros fisicoquímicos de la materia prima y el semielaborado.

RECOMENDACIONES

1. Implementar los índices de capacidad de proceso para todas las materias primas utilizadas para la elaboración del sazónador con sabor a pollo.
2. Realizar estudios de este tipo, con un campo de estudio mayor, utilizando un número más grande de muestras, para conocer la correlación entre datos.
3. Definir la medición de humedad con una técnica más adecuada para el control de este parámetro fisicoquímico de la materia prima.
4. Estudiar las condiciones de mezclado óptimas, en escala laboratorio, para obtener una menor variabilidad en las características del producto final.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARRIOLA ILLESCAS, Juan Luis. *Validación del método de determinación de ácidos grasos libres*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 79 p.
2. BUENROSTRO, Ruth. *¿Qué hay en mi alimento? Sopa instantánea/sopa deshidratada*. [en línea]. <<http://hablemosclaro.org/que-hay-en-mi-alimento-sopa-instantaneasopa-deshidratada/>>. [Consulta: 15 de abril de 2018].
3. CAJAS VALDEZ, Edy Alberto. *Validación de metodología analítica para la cuantificación de cloruro de sodio en un sazón industrial basado en la Norma ISO 17025*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 91 p.
4. Comisión del Codex alimentarius. *Codex alimentarius. alimentos producidos orgánicamente*. 3a ed. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2005. 170 p.
5. FAO. *Requisitos generales (higiene de alimentos). suplemento al volumen 1B*. [en línea]. <<http://www.fao.org/3/W6419S/w6419s00.htm>>. [Consulta: 15 de abril de 2018].

6. HERNÁNDEZ TORRES, Ana Cristabel. *Propuesta para reducir el nivel de control de peligros físicos en el plan haccp del sazoador automatizado en la línea de culinarios de la planta Malher, S.A.* Trabajo de graduación de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 2012. 159 p.
7. MARROQUÍN ROLDÁN, Lucrecia Estefanía. *Evaluacion de los parámetros fisicoquímicos del sazoador con sabor pollo que generan una desviación en el proceso de llenado en la fábrica de Nestlé, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.* Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2014. 125 p.
8. Ministerio de Educación Cultura y Deporte. *Recursos educativos.* [en línea]. <<http://recursostic.educacion.es>>. [Consulta: 20 de abril de 2018].
9. MORA BARRETO, Yeison Julian. *Diseño del manual para el control de vidrio y plástico quebradizo en DICORP S.A.* Yopal, Casanare, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2014. 53 p.
10. MORALES BATZ, Walter Ignacio. *Medicion del peso neto del cubito de pollo elaborado con grasa fundida en Nestlé fábrica Antigua.* trabajo de graduación de Ing. en Industrias Agropecuarias y Forestales. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 2014. 187 p.

11. NIETO BARAJAS, Luis Enrique. *Análisis multivariado*. [en línea]. <<http://allman.rhon.itam.mx/~lnieto>>. [Consulta: 20 de marzo de 2019].
12. PALÚ, Eduardo. *Introducción a la Norma ISO 22000 - Sistemas de gestión de seguridad alimentaria*. [en línea]. <<https://www.bsigroup.com/es-ES/ISO-22000-Seguridad-Alimentaria/>>. [Consulta: 3 de mayo de 2018].
13. TARKA, Matthew. *Food Insight*. [en línea]. <<https://www.foodinsight.org/articles/el-glutamato-y-el-glutamato-monosodico-analicemos-los-mitos>>. [Consulta: 23 de mayo de 2014].
14. TELLEZ JAVIER, José Alberto. *Implementación de un sistema de gestión de inocuidad en una empresa de alimentos en polvo*. México: Universidad Iberoamericana, 2009. 269 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Análisis de cubito, lote 1

| Lote | 912500154 | Nombre lote | 9125001543554 |
|---------------------|-----------|------------------|---------------|
| Masa | 3554 | Muestras | 26 |
| Turno | B | Temperatura (°C) | 28,5 |
| Fecha | 1/04/2019 | Humedad (%) | 52,7 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,05 | 13,19 | 101,6 |
| 2 | 4,03 | 12,96 | 152,4 |
| 3 | 4,07 | 12,85 | 131,2 |
| 4 | 4,06 | 13,12 | 171,2 |
| 5 | 4,12 | 13,13 | 101,5 |
| 6 | 4,13 | 13,07 | 111,2 |
| 7 | 4,04 | 12,94 | 105,0 |
| 8 | 4,09 | 13,19 | 129,0 |
| 9 | 4,05 | 13,16 | 162,2 |
| 10 | 4,15 | 13,02 | 118,9 |
| 11 | 4,09 | 12,99 | 166,1 |
| 12 | 4,10 | 13,01 | 151,2 |
| 13 | 4,15 | 12,94 | 165,8 |
| 14 | 4,14 | 13,01 | 175,9 |
| 15 | 4,10 | 13,07 | 177,7 |
| 16 | 4,08 | 12,91 | 193,7 |
| 17 | 4,02 | 12,97 | 183,0 |
| 18 | 4,14 | 12,93 | 186,1 |
| 19 | 4,09 | 13,04 | 199,3 |
| 20 | 4,04 | 13,00 | 174,1 |
| 21 | 4,01 | 12,92 | 188,1 |
| 22 | 4,11 | 12,94 | 120,9 |
| 23 | 4,12 | 12,97 | 85,8 |
| 24 | 4,01 | 12,90 | 76,6 |
| 25 | 4,02 | 12,97 | 140,3 |
| 26 | 4,08 | 12,94 | 139,1 |
| Media | 4,080 | 13,005 | 146,458 |
| Desviación estándar | 0,045 | 0,092 | 35,523 |
| Cp | 0,561 | 0,726 | 0,704 |
| Cpk | 0,520 | 0,706 | 0,502 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Análisis de cubito, lote 2**

| Lote | 912500154 | Nombre lote | 9125001543555 |
|---------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Masa | 3555 | Muestras | 26 |
| Turno | C | Temperatura (°C) | 26,2 |
| Fecha | 1/04/2019 | Humedad (%) | 56,6 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,08 | 13,01 | 107,2 |
| 2 | 4,09 | 12,92 | 175,1 |
| 3 | 4,07 | 12,98 | 117,6 |
| 4 | 4,09 | 12,90 | 134,3 |
| 5 | 4,10 | 13,04 | 149,1 |
| 6 | 4,08 | 12,82 | 163,6 |
| 7 | 4,09 | 13,04 | 116,1 |
| 8 | 4,08 | 13,10 | 159,3 |
| 9 | 4,11 | 13,15 | 138,0 |
| 10 | 4,07 | 12,97 | 139,8 |
| 11 | 4,08 | 12,94 | 194,1 |
| 12 | 4,07 | 13,06 | 190,8 |
| 13 | 4,08 | 13,10 | 160,8 |
| 14 | 4,09 | 13,01 | 162,4 |
| 15 | 4,11 | 13,10 | 190,8 |
| 16 | 4,09 | 12,92 | 158,8 |
| 17 | 4,08 | 12,90 | 197,1 |
| 18 | 4,10 | 12,92 | 166,6 |
| 19 | 4,08 | 13,01 | 192,3 |
| 20 | 4,07 | 12,99 | 183,9 |
| 21 | 4,11 | 12,99 | 180,4 |
| 22 | 4,08 | 12,93 | 82,0 |
| 23 | 4,10 | 13,00 | 88,7 |
| 24 | 4,09 | 12,95 | 119,1 |
| 25 | 4,09 | 13,00 | 101,2 |
| 26 | 4,09 | 12,91 | 149,4 |
| Media | 4,087 | 12,987 | 150,712 |
| Desviación estándar | 0,012 | 0,077 | 34,124 |
| Cp | 2,052 | 0,868 | 0,733 |
| Cpk | 1,715 | 0,812 | 0,481 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Análisis de cubito, lote 3**

| | | | |
|---------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Lote | 922500154 | Nombre lote | 9225001543560 |
| Masa | 3560 | Muestras | 26 |
| Turno | B | Temperatura (°C) | 28,7 |
| Fecha | 2/04/2019 | Humedad (%) | 63,0 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,03 | 13,07 | 106,9 |
| 2 | 4,07 | 13,11 | 154,8 |
| 3 | 4,09 | 12,96 | 108,3 |
| 4 | 4,09 | 12,86 | 116,4 |
| 5 | 4,09 | 12,87 | 154,1 |
| 6 | 4,08 | 13,20 | 125,4 |
| 7 | 4,07 | 13,13 | 164,9 |
| 8 | 4,08 | 12,93 | 158,1 |
| 9 | 4,07 | 12,89 | 112,7 |
| 10 | 4,08 | 12,85 | 140,8 |
| 11 | 4,08 | 12,92 | 161,1 |
| 12 | 4,10 | 13,07 | 177,3 |
| 13 | 4,11 | 12,91 | 168,0 |
| 14 | 4,07 | 13,02 | 185,9 |
| 15 | 4,07 | 12,95 | 164,6 |
| 16 | 4,07 | 12,99 | 151,7 |
| 17 | 4,11 | 12,99 | 174,0 |
| 18 | 4,09 | 13,06 | 153,1 |
| 19 | 4,07 | 12,99 | 168,4 |
| 20 | 4,09 | 12,97 | 166,7 |
| 21 | 4,08 | 13,03 | 192,9 |
| 22 | 4,10 | 13,03 | 78,6 |
| 23 | 4,11 | 12,97 | 99,3 |
| 24 | 4,11 | 12,99 | 125,7 |
| 25 | 4,08 | 12,95 | 121,9 |
| 26 | 4,09 | 12,92 | 85,4 |
| Media | 4,084 | 12,986 | 142,962 |
| Desviación estándar | 0,018 | 0,086 | 31,501 |
| Cp | 1,414 | 0,775 | 0,794 |
| Cpk | 1,247 | 0,720 | 0,604 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Análisis de cubito, lote 4**

| Lote | 922500154 | Nombre lote | 9225001543562 |
|---------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Masa | 3562 | Muestras | 26 |
| Turno | C | Temperatura (°C) | 25,2 |
| Fecha | 2/04/2019 | Humedad (%) | 55,7 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,08 | 13,01 | 104,6 |
| 2 | 4,07 | 13,14 | 162,7 |
| 3 | 4,11 | 13,06 | 147,9 |
| 4 | 4,08 | 13,00 | 140,0 |
| 5 | 4,10 | 13,04 | 160,3 |
| 6 | 4,08 | 12,91 | 139,9 |
| 7 | 4,07 | 13,14 | 116,9 |
| 8 | 4,07 | 13,16 | 165,7 |
| 9 | 4,08 | 12,83 | 173,7 |
| 10 | 4,07 | 13,10 | 168,0 |
| 11 | 4,08 | 12,96 | 176,2 |
| 12 | 4,08 | 12,96 | 151,6 |
| 13 | 4,07 | 12,93 | 181,5 |
| 14 | 4,10 | 13,04 | 160,3 |
| 15 | 4,10 | 12,93 | 166,9 |
| 16 | 4,11 | 13,01 | 199,4 |
| 17 | 4,09 | 12,91 | 170,3 |
| 18 | 4,11 | 13,00 | 171,1 |
| 19 | 4,09 | 13,08 | 163,5 |
| 20 | 4,08 | 13,04 | 156,8 |
| 21 | 4,07 | 12,91 | 169,4 |
| 22 | 4,11 | 13,06 | 94,6 |
| 23 | 4,09 | 12,98 | 126,7 |
| 24 | 4,11 | 12,91 | 119,0 |
| 25 | 4,09 | 12,93 | 89,6 |
| 26 | 4,08 | 12,90 | 82,6 |
| Media | 4,087 | 12,998 | 148,431 |
| Desviación estándar | 0,015 | 0,086 | 30,619 |
| Cp | 1,715 | 0,780 | 0,816 |
| Cpk | 1,434 | 0,771 | 0,561 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Análisis de cubito, lote 5**

| Lote | 932500154 | Nombre lote | 9325001543570 |
|---------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Masa | 3570 | Muestras | 26 |
| Turno | B | Temperatura (°C) | 25,3 |
| Fecha | 3/04/2019 | Humedad (%) | 52,5 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,06 | 12,82 | 150,2 |
| 2 | 4,10 | 12,80 | 125,1 |
| 3 | 4,10 | 12,87 | 162,5 |
| 4 | 4,07 | 13,05 | 170,2 |
| 5 | 4,11 | 13,18 | 102,5 |
| 6 | 4,08 | 12,82 | 120,5 |
| 7 | 4,07 | 12,87 | 176,1 |
| 8 | 4,10 | 13,03 | 168,1 |
| 9 | 4,08 | 13,09 | 166,4 |
| 10 | 4,09 | 12,86 | 146,7 |
| 11 | 4,07 | 12,91 | 176,3 |
| 12 | 4,08 | 13,08 | 199,1 |
| 13 | 4,11 | 13,01 | 177,0 |
| 14 | 4,07 | 12,94 | 193,2 |
| 15 | 4,09 | 13,03 | 165,9 |
| 16 | 4,07 | 13,10 | 156,3 |
| 17 | 4,07 | 13,04 | 161,9 |
| 18 | 4,08 | 13,09 | 155,0 |
| 19 | 4,08 | 12,92 | 196,9 |
| 20 | 4,08 | 12,99 | 177,4 |
| 21 | 4,08 | 13,05 | 169,0 |
| 22 | 4,10 | 12,93 | 77,4 |
| 23 | 4,07 | 12,98 | 78,3 |
| 24 | 4,08 | 12,99 | 83,4 |
| 25 | 4,08 | 12,92 | 87,5 |
| 26 | 4,11 | 13,00 | 97,2 |
| Media | 4,084 | 12,976 | 147,696 |
| Desviación estándar | 0,014 | 0,099 | 38,195 |
| Cp | 1,731 | 0,671 | 0,655 |
| Cpk | 1,527 | 0,590 | 0,456 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Análisis de cubito, lote 6**

| Lote | 932500154 | Nombre lote | 9325001543575 |
|---------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Masa | 3575 | Muestras | 26 |
| Turno | C | Temperatura (°C) | 25,4 |
| Fecha | 3/04/2019 | Humedad (%) | 55,7 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,08 | 13,17 | 156,1 |
| 2 | 4,10 | 13,14 | 112,5 |
| 3 | 4,11 | 13,06 | 144,6 |
| 4 | 4,09 | 12,82 | 128,8 |
| 5 | 4,06 | 13,10 | 102,8 |
| 6 | 4,02 | 13,05 | 164,7 |
| 7 | 4,03 | 13,14 | 122,9 |
| 8 | 4,11 | 13,02 | 160,8 |
| 9 | 4,03 | 12,90 | 149,8 |
| 10 | 4,08 | 13,09 | 111,6 |
| 11 | 4,00 | 12,99 | 177,5 |
| 12 | 4,06 | 13,04 | 156,3 |
| 13 | 4,09 | 13,05 | 158,7 |
| 14 | 4,11 | 12,92 | 188,6 |
| 15 | 4,11 | 12,95 | 157,0 |
| 16 | 4,03 | 12,91 | 167,7 |
| 17 | 4,01 | 13,05 | 192,1 |
| 18 | 4,10 | 12,97 | 191,8 |
| 19 | 4,09 | 12,92 | 170,4 |
| 20 | 4,07 | 12,96 | 191,1 |
| 21 | 4,01 | 13,06 | 164,6 |
| 22 | 4,07 | 13,03 | 94,9 |
| 23 | 4,00 | 12,97 | 119,6 |
| 24 | 4,11 | 12,92 | 85,4 |
| 25 | 4,11 | 12,90 | 96,3 |
| 26 | 4,11 | 12,99 | 123,1 |
| Media | 4,069 | 13,005 | 145,758 |
| Desviación estándar | 0,039 | 0,087 | 32,574 |
| Cp | 0,634 | 0,767 | 0,767 |
| Cpk | 0,582 | 0,749 | 0,555 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Análisis de cubito, lote 7

| Lote | 942500154 | Nombre lote | 9425001543585 |
|---------------------|-----------|------------------|---------------|
| Masa | 3585 | Muestras | 26 |
| Turno | B | Temperatura (°C) | 26,5 |
| Fecha | 4/04/2019 | Humedad (%) | 52,5 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,00 | 12,96 | 142,5 |
| 2 | 4,08 | 13,09 | 173,3 |
| 3 | 4,09 | 12,93 | 170,3 |
| 4 | 4,08 | 13,02 | 108,3 |
| 5 | 4,00 | 12,91 | 124,6 |
| 6 | 4,07 | 13,03 | 164,4 |
| 7 | 4,08 | 12,87 | 169,2 |
| 8 | 4,09 | 12,93 | 136,0 |
| 9 | 4,00 | 13,15 | 116,2 |
| 10 | 4,02 | 13,13 | 156,0 |
| 11 | 4,05 | 12,96 | 176,5 |
| 12 | 4,03 | 12,96 | 189,7 |
| 13 | 4,05 | 12,92 | 188,1 |
| 14 | 4,05 | 13,05 | 179,6 |
| 15 | 4,03 | 12,97 | 197,5 |
| 16 | 4,02 | 12,95 | 184,8 |
| 17 | 4,07 | 12,94 | 186,2 |
| 18 | 4,01 | 13,07 | 162,8 |
| 19 | 4,07 | 13,00 | 191,6 |
| 20 | 4,05 | 13,06 | 176,8 |
| 21 | 4,08 | 13,06 | 195,5 |
| 22 | 4,02 | 13,08 | 120,3 |
| 23 | 4,07 | 12,98 | 138,4 |
| 24 | 4,00 | 12,90 | 135,9 |
| 25 | 4,05 | 12,98 | 116,5 |
| 26 | 4,03 | 12,92 | 119,8 |
| Media | 4,046 | 12,993 | 158,492 |
| Desviación estándar | 0,031 | 0,074 | 28,835 |
| Cp | 0,817 | 0,895 | 0,867 |
| Cpk | 0,498 | 0,864 | 0,480 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. Análisis de cubito, lote 8

| Lote | 942500154 | Nombre lote | 9425001543589 |
|---------------------|-----------|------------------|---------------|
| Masa | 3589 | Muestras | 26 |
| Turno | C | Temperatura (°C) | 26,9 |
| Fecha | 4/04/2019 | Humedad (%) | 53,9 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,00 | 13,07 | 128,1 |
| 2 | 4,03 | 12,94 | 101,7 |
| 3 | 4,09 | 12,92 | 166,6 |
| 4 | 4,03 | 12,94 | 168,7 |
| 5 | 4,07 | 12,87 | 151,0 |
| 6 | 4,04 | 12,84 | 173,8 |
| 7 | 4,08 | 12,95 | 115,4 |
| 8 | 4,00 | 12,90 | 114,0 |
| 9 | 4,10 | 13,06 | 127,7 |
| 10 | 4,00 | 13,16 | 156,3 |
| 11 | 4,00 | 12,95 | 197,8 |
| 12 | 4,00 | 13,08 | 173,8 |
| 13 | 4,00 | 13,10 | 173,4 |
| 14 | 4,09 | 13,03 | 155,3 |
| 15 | 4,00 | 12,93 | 152,0 |
| 16 | 4,07 | 12,98 | 152,5 |
| 17 | 4,07 | 13,02 | 150,5 |
| 18 | 4,03 | 13,06 | 157,9 |
| 19 | 4,05 | 13,00 | 155,9 |
| 20 | 4,01 | 12,90 | 188,4 |
| 21 | 4,10 | 13,06 | 168,2 |
| 22 | 4,08 | 13,03 | 146,3 |
| 23 | 4,06 | 12,99 | 133,9 |
| 24 | 4,09 | 12,99 | 78,8 |
| 25 | 4,05 | 12,99 | 126,3 |
| 26 | 4,03 | 12,96 | 133,3 |
| Media | 4,045 | 12,989 | 147,985 |
| Desviación estándar | 0,036 | 0,076 | 27,168 |
| Cp | 0,688 | 0,875 | 0,920 |
| Cpk | 0,413 | 0,828 | 0,638 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Análisis de cubito, lote 9**

| Lote | 942500154 | Nombre lote | 9425001543592 |
|---------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Masa | 3592 | Muestras | 26 |
| Turno | C | Temperatura (°C) | 24,5 |
| Fecha | 4/04/2019 | Humedad (%) | 51,3 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,06 | 13,19 | 124,1 |
| 2 | 4,08 | 12,97 | 138,3 |
| 3 | 4,05 | 13,16 | 169,1 |
| 4 | 4,05 | 13,14 | 142,2 |
| 5 | 4,09 | 13,16 | 134,0 |
| 6 | 4,01 | 12,97 | 114,3 |
| 7 | 4,02 | 13,10 | 142,0 |
| 8 | 4,09 | 13,19 | 164,7 |
| 9 | 4,02 | 12,88 | 146,9 |
| 10 | 4,08 | 12,90 | 171,0 |
| 11 | 4,07 | 12,98 | 194,1 |
| 12 | 4,03 | 13,02 | 159,0 |
| 13 | 4,07 | 13,06 | 182,1 |
| 14 | 4,10 | 13,01 | 197,4 |
| 15 | 4,02 | 12,91 | 179,0 |
| 16 | 4,09 | 13,01 | 159,9 |
| 17 | 4,10 | 13,09 | 189,2 |
| 18 | 4,11 | 13,05 | 200,0 |
| 19 | 4,01 | 13,09 | 178,9 |
| 20 | 4,01 | 13,10 | 162,7 |
| 21 | 4,00 | 13,08 | 166,5 |
| 22 | 4,00 | 13,04 | 94,2 |
| 23 | 4,04 | 12,94 | 106,5 |
| 24 | 4,02 | 12,99 | 133,0 |
| 25 | 4,03 | 12,97 | 104,2 |
| 26 | 4,04 | 12,92 | 144,1 |
| Media | 4,050 | 13,035 | 153,746 |
| Desviación estándar | 0,035 | 0,091 | 29,735 |
| Cp | 0,716 | 0,733 | 0,841 |
| Cpk | 0,474 | 0,603 | 0,519 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Análisis de cubito, lote 10**

| Lote | 952500154 | Nombre lote | 9525001543595 |
|---------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Masa | 3595 | Muestras | 26 |
| Turno | B | Temperatura (°C) | 27,4 |
| Fecha | 5/04/2019 | Humedad (%) | 65,8 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,06 | 12,88 | 147,3 |
| 2 | 4,00 | 13,03 | 153,1 |
| 3 | 4,10 | 13,08 | 139,5 |
| 4 | 4,06 | 13,18 | 106,7 |
| 5 | 4,03 | 12,88 | 164,8 |
| 6 | 4,09 | 13,20 | 141,3 |
| 7 | 4,03 | 13,00 | 167,7 |
| 8 | 4,07 | 12,92 | 140,8 |
| 9 | 4,07 | 13,00 | 156,2 |
| 10 | 4,06 | 13,13 | 100,7 |
| 11 | 4,03 | 12,98 | 174,1 |
| 12 | 4,10 | 13,01 | 180,8 |
| 13 | 4,00 | 12,95 | 200,0 |
| 14 | 4,01 | 13,04 | 174,5 |
| 15 | 4,10 | 13,05 | 184,4 |
| 16 | 4,01 | 13,00 | 177,8 |
| 17 | 4,03 | 12,93 | 187,6 |
| 18 | 4,10 | 12,91 | 151,5 |
| 19 | 4,02 | 12,99 | 174,6 |
| 20 | 4,08 | 12,91 | 179,7 |
| 21 | 4,00 | 12,99 | 153,9 |
| 22 | 4,01 | 12,91 | 87,1 |
| 23 | 4,09 | 12,95 | 109,8 |
| 24 | 4,05 | 12,99 | 134,7 |
| 25 | 4,04 | 13,00 | 136,2 |
| 26 | 4,08 | 12,97 | 113,4 |
| Media | 4,051 | 12,995 | 151,469 |
| Desviación estándar | 0,035 | 0,083 | 29,630 |
| Cp | 0,710 | 0,806 | 0,844 |
| Cpk | 0,481 | 0,787 | 0,546 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. Análisis de cubito, lote 11

| | | | |
|---------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Lote | 952500154 | Nombre lote | 9525001543599 |
| Masa | 3599 | Muestras | 26 |
| Turno | C | Temperatura (°C) | 27 |
| Fecha | 5/04/2019 | Humedad (%) | 48,3 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,11 | 12,88 | 165,3 |
| 2 | 4,07 | 12,97 | 116,9 |
| 3 | 4,04 | 12,81 | 171,0 |
| 4 | 4,10 | 12,88 | 106,9 |
| 5 | 4,08 | 12,96 | 122,6 |
| 6 | 4,04 | 12,97 | 172,8 |
| 7 | 4,10 | 13,01 | 150,7 |
| 8 | 4,10 | 12,82 | 164,5 |
| 9 | 4,10 | 12,92 | 148,6 |
| 10 | 4,08 | 13,08 | 116,1 |
| 11 | 4,11 | 12,94 | 158,1 |
| 12 | 4,10 | 13,06 | 158,1 |
| 13 | 4,09 | 13,10 | 166,3 |
| 14 | 4,03 | 12,97 | 179,1 |
| 15 | 4,04 | 12,98 | 159,4 |
| 16 | 4,07 | 13,04 | 191,1 |
| 17 | 4,10 | 13,10 | 186,9 |
| 18 | 4,09 | 13,05 | 175,8 |
| 19 | 4,08 | 13,04 | 177,6 |
| 20 | 4,02 | 13,00 | 187,4 |
| 21 | 4,09 | 13,00 | 160,8 |
| 22 | 4,07 | 12,93 | 75,5 |
| 23 | 4,02 | 13,00 | 110,0 |
| 24 | 4,00 | 12,97 | 118,4 |
| 25 | 4,02 | 12,99 | 129,9 |
| 26 | 4,10 | 12,93 | 106,7 |
| Media | 4,071 | 12,977 | 149,096 |
| Desviación estándar | 0,033 | 0,076 | 30,979 |
| Cp | 0,752 | 0,876 | 0,807 |
| Cpk | 0,713 | 0,775 | 0,548 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. **Análisis de cubito, lote 12**

| Lote | 952500154 | Nombre lote | 9525001543602 |
|---------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Masa | 3602 | Muestras | 26 |
| Turno | C | Temperatura (°C) | 27,4 |
| Fecha | 5/04/2019 | Humedad (%) | 45,8 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,04 | 13,16 | 164,2 |
| 2 | 4,11 | 13,11 | 164,3 |
| 3 | 4,03 | 13,06 | 149,7 |
| 4 | 4,00 | 12,84 | 122,3 |
| 5 | 4,10 | 12,82 | 174,0 |
| 6 | 4,03 | 13,15 | 121,9 |
| 7 | 4,00 | 12,80 | 158,3 |
| 8 | 4,07 | 13,06 | 126,9 |
| 9 | 4,03 | 13,20 | 129,1 |
| 10 | 4,08 | 12,90 | 150,9 |
| 11 | 4,02 | 12,90 | 161,1 |
| 12 | 4,07 | 13,05 | 179,3 |
| 13 | 4,08 | 13,09 | 158,2 |
| 14 | 4,02 | 12,92 | 166,9 |
| 15 | 4,01 | 12,94 | 180,3 |
| 16 | 4,06 | 13,04 | 195,6 |
| 17 | 4,00 | 13,07 | 190,6 |
| 18 | 4,01 | 13,01 | 182,9 |
| 19 | 4,11 | 12,92 | 193,7 |
| 20 | 4,10 | 13,07 | 178,6 |
| 21 | 4,02 | 13,10 | 154,2 |
| 22 | 4,02 | 13,10 | 123,2 |
| 23 | 4,11 | 12,99 | 104,5 |
| 24 | 4,02 | 12,90 | 122,5 |
| 25 | 4,11 | 12,90 | 96,3 |
| 26 | 4,04 | 12,94 | 88,8 |
| Media | 4,050 | 13,002 | 151,473 |
| Desviación estándar | 0,039 | 0,111 | 30,663 |
| Cp | 0,635 | 0,601 | 0,815 |
| Cpk | 0,420 | 0,596 | 0,528 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. Análisis de cubito, lote 13

| Lote | 982500154 | Nombre lote | 9825001543632 |
|---------------------|-----------|------------------|---------------|
| Masa | 3632 | Muestras | 26 |
| Turno | B | Temperatura (°C) | 25,3 |
| Fecha | 8/04/2019 | Humedad (%) | 58,2 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,06 | 12,95 | 116,2 |
| 2 | 4,07 | 12,86 | 131,7 |
| 3 | 4,11 | 12,85 | 102,7 |
| 4 | 4,01 | 12,93 | 117,0 |
| 5 | 4,06 | 12,81 | 117,2 |
| 6 | 4,07 | 12,89 | 155,1 |
| 7 | 4,06 | 13,05 | 122,7 |
| 8 | 4,07 | 12,85 | 164,1 |
| 9 | 4,03 | 13,12 | 155,7 |
| 10 | 4,02 | 13,01 | 104,0 |
| 11 | 4,04 | 12,97 | 160,9 |
| 12 | 4,08 | 12,93 | 186,9 |
| 13 | 4,07 | 12,91 | 177,4 |
| 14 | 4,07 | 12,92 | 176,1 |
| 15 | 4,05 | 13,04 | 194,0 |
| 16 | 4,03 | 12,97 | 196,8 |
| 17 | 4,06 | 12,99 | 187,4 |
| 18 | 4,08 | 13,03 | 159,9 |
| 19 | 4,00 | 12,94 | 150,9 |
| 20 | 4,09 | 13,07 | 179,2 |
| 21 | 4,05 | 13,01 | 161,0 |
| 22 | 4,05 | 12,94 | 105,0 |
| 23 | 4,06 | 12,98 | 110,9 |
| 24 | 4,09 | 12,94 | 147,1 |
| 25 | 4,07 | 13,00 | 137,4 |
| 26 | 4,08 | 12,95 | 125,5 |
| Media | 4,059 | 12,958 | 147,800 |
| Desviación estándar | 0,026 | 0,073 | 30,135 |
| Cp | 0,980 | 0,911 | 0,830 |
| Cpk | 0,769 | 0,720 | 0,577 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. Análisis de cubito, lote 14

| Lote | 982500154 | Nombre lote | 9825001543635 |
|---------------------|-----------|------------------|---------------|
| Masa | 3635 | Muestras | 26 |
| Turno | C | Temperatura (°C) | 25,8 |
| Fecha | 8/04/2019 | Humedad (%) | 49,5 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,11 | 12,86 | 125,0 |
| 2 | 4,06 | 12,98 | 128,2 |
| 3 | 4,11 | 13,13 | 127,7 |
| 4 | 4,03 | 13,20 | 133,8 |
| 5 | 4,10 | 12,84 | 138,0 |
| 6 | 4,10 | 12,94 | 147,0 |
| 7 | 4,11 | 12,96 | 100,9 |
| 8 | 4,07 | 13,04 | 167,9 |
| 9 | 4,09 | 12,87 | 162,2 |
| 10 | 4,06 | 12,84 | 128,2 |
| 11 | 4,02 | 13,03 | 168,7 |
| 12 | 4,00 | 13,10 | 198,4 |
| 13 | 4,01 | 13,07 | 197,4 |
| 14 | 4,03 | 12,91 | 194,5 |
| 15 | 4,03 | 12,91 | 187,3 |
| 16 | 4,02 | 12,91 | 192,1 |
| 17 | 4,02 | 12,95 | 174,6 |
| 18 | 4,11 | 13,03 | 160,0 |
| 19 | 4,10 | 13,08 | 161,1 |
| 20 | 4,08 | 13,09 | 176,2 |
| 21 | 4,04 | 13,06 | 153,6 |
| 22 | 4,08 | 12,99 | 123,9 |
| 23 | 4,01 | 12,95 | 136,3 |
| 24 | 4,08 | 12,92 | 99,5 |
| 25 | 4,03 | 13,00 | 107,4 |
| 26 | 4,10 | 12,94 | 87,1 |
| Media | 4,062 | 12,985 | 149,115 |
| Desviación estándar | 0,038 | 0,094 | 32,341 |
| Cp | 0,659 | 0,711 | 0,773 |
| Cpk | 0,541 | 0,656 | 0,524 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 15. **Análisis de cubito, lote 15**

| Lote | 982500154 | Nombre lote | 9825001543637 |
|---------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Masa | 3637 | Muestras | 26 |
| Turno | D | Temperatura (°C) | 23,1 |
| Fecha | 8/04/2019 | Humedad (%) | 49,5 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,02 | 13,14 | 154,4 |
| 2 | 4,03 | 13,10 | 133,6 |
| 3 | 4,10 | 13,15 | 130,2 |
| 4 | 4,10 | 12,99 | 121,1 |
| 5 | 4,06 | 13,06 | 151,1 |
| 6 | 4,10 | 12,99 | 176,6 |
| 7 | 4,01 | 13,10 | 177,2 |
| 8 | 4,11 | 13,05 | 145,2 |
| 9 | 4,09 | 13,08 | 158,4 |
| 10 | 4,11 | 13,19 | 112,3 |
| 11 | 4,04 | 13,10 | 179,0 |
| 12 | 4,06 | 12,94 | 176,2 |
| 13 | 4,09 | 13,10 | 197,5 |
| 14 | 4,04 | 12,90 | 167,5 |
| 15 | 4,02 | 12,98 | 165,0 |
| 16 | 4,03 | 13,00 | 152,9 |
| 17 | 4,10 | 13,07 | 198,2 |
| 18 | 4,08 | 12,97 | 167,3 |
| 19 | 4,10 | 12,92 | 198,2 |
| 20 | 4,06 | 13,10 | 186,7 |
| 21 | 4,02 | 13,06 | 175,7 |
| 22 | 4,00 | 13,00 | 143,7 |
| 23 | 4,09 | 12,95 | 90,2 |
| 24 | 4,09 | 12,92 | 122,3 |
| 25 | 4,02 | 12,92 | 134,3 |
| 26 | 4,07 | 12,92 | 115,7 |
| Media | 4,063 | 13,027 | 155,019 |
| Desviación estándar | 0,036 | 0,083 | 28,918 |
| Cp | 0,699 | 0,800 | 0,865 |
| Cpk | 0,588 | 0,692 | 0,518 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 16. Análisis de cubito, lote 16

| Lote | 992500154 | Nombre lote | 9925001543642 |
|---------------------|-----------|------------------|---------------|
| Masa | 3642 | Muestras | 26 |
| Turno | B | Temperatura (°C) | 26,6 |
| Fecha | 9/04/2019 | Humedad (%) | 51,3 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,06 | 12,95 | 176,6 |
| 2 | 4,05 | 13,11 | 170,1 |
| 3 | 4,09 | 12,97 | 166,5 |
| 4 | 4,11 | 13,02 | 172,4 |
| 5 | 4,10 | 13,16 | 100,1 |
| 6 | 4,02 | 13,01 | 177,8 |
| 7 | 4,05 | 12,95 | 107,7 |
| 8 | 4,02 | 12,88 | 142,8 |
| 9 | 4,05 | 12,94 | 158,7 |
| 10 | 4,09 | 13,03 | 108,1 |
| 11 | 4,10 | 12,91 | 154,9 |
| 12 | 4,01 | 13,01 | 192,0 |
| 13 | 4,02 | 13,09 | 186,9 |
| 14 | 4,06 | 13,08 | 151,8 |
| 15 | 4,01 | 13,02 | 195,5 |
| 16 | 4,04 | 12,98 | 198,8 |
| 17 | 4,04 | 13,06 | 199,8 |
| 18 | 4,11 | 13,04 | 183,2 |
| 19 | 4,02 | 12,96 | 176,0 |
| 20 | 4,00 | 12,96 | 158,3 |
| 21 | 4,01 | 13,09 | 192,4 |
| 22 | 4,00 | 12,98 | 79,3 |
| 23 | 4,02 | 12,91 | 125,9 |
| 24 | 4,04 | 12,97 | 125,0 |
| 25 | 4,10 | 12,93 | 118,6 |
| 26 | 4,04 | 12,95 | 134,1 |
| Media | 4,048 | 12,998 | 155,896 |
| Desviación estándar | 0,036 | 0,069 | 34,111 |
| Cp | 0,691 | 0,963 | 0,733 |
| Cpk | 0,446 | 0,956 | 0,431 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 17. Análisis de cubito, lote 17

| Lote | 992500154 | Nombre lote | 9925001543645 |
|---------------------|-----------|------------------|---------------|
| Masa | 3645 | Muestras | 26 |
| Turno | C | Temperatura (°C) | 25,8 |
| Fecha | 9/04/2019 | Humedad (%) | 51,4 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,11 | 13,10 | 145,6 |
| 2 | 4,04 | 12,89 | 178,0 |
| 3 | 4,07 | 12,80 | 160,4 |
| 4 | 4,04 | 13,00 | 119,6 |
| 5 | 4,03 | 13,10 | 132,1 |
| 6 | 4,06 | 12,85 | 123,4 |
| 7 | 4,06 | 12,90 | 102,6 |
| 8 | 4,10 | 13,20 | 101,6 |
| 9 | 4,07 | 13,02 | 136,4 |
| 10 | 4,10 | 12,80 | 175,0 |
| 11 | 4,09 | 12,96 | 171,8 |
| 12 | 4,08 | 12,92 | 169,4 |
| 13 | 4,09 | 13,10 | 157,3 |
| 14 | 4,11 | 13,02 | 168,1 |
| 15 | 4,11 | 13,07 | 161,7 |
| 16 | 4,08 | 13,07 | 154,6 |
| 17 | 4,03 | 12,91 | 181,6 |
| 18 | 4,11 | 12,98 | 150,1 |
| 19 | 4,07 | 13,06 | 174,8 |
| 20 | 4,04 | 12,97 | 186,3 |
| 21 | 4,03 | 13,06 | 152,4 |
| 22 | 4,02 | 12,91 | 122,7 |
| 23 | 4,01 | 12,90 | 136,6 |
| 24 | 4,04 | 12,97 | 136,8 |
| 25 | 4,09 | 12,99 | 87,3 |
| 26 | 4,11 | 13,00 | 84,6 |
| Media | 4,069 | 12,983 | 145,031 |
| Desviación estándar | 0,032 | 0,098 | 29,159 |
| Cp | 0,777 | 0,679 | 0,857 |
| Cpk | 0,713 | 0,620 | 0,628 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 18. Análisis de cubito, lote 18

| Lote | 992500154 | Nombre lote | 9925001543650 |
|---------------------|-----------|------------------|---------------|
| Masa | 3650 | Muestras | 26 |
| Turno | D | Temperatura (°C) | 20,9 |
| Fecha | 9/04/2019 | Humedad (%) | 61,2 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,02 | 12,81 | 132,2 |
| 2 | 4,05 | 12,83 | 111,4 |
| 3 | 4,01 | 13,13 | 172,6 |
| 4 | 4,06 | 12,82 | 173,0 |
| 5 | 4,03 | 13,15 | 139,1 |
| 6 | 4,09 | 13,15 | 174,3 |
| 7 | 4,05 | 12,94 | 141,3 |
| 8 | 4,10 | 12,99 | 166,2 |
| 9 | 4,07 | 12,81 | 145,8 |
| 10 | 4,07 | 12,84 | 109,6 |
| 11 | 4,11 | 13,03 | 188,4 |
| 12 | 4,10 | 13,07 | 160,5 |
| 13 | 4,08 | 12,93 | 179,8 |
| 14 | 4,09 | 13,04 | 167,7 |
| 15 | 4,10 | 13,05 | 175,8 |
| 16 | 4,08 | 12,94 | 184,4 |
| 17 | 4,09 | 13,00 | 179,0 |
| 18 | 4,08 | 12,97 | 173,4 |
| 19 | 4,11 | 13,05 | 189,3 |
| 20 | 4,04 | 12,97 | 152,0 |
| 21 | 4,00 | 13,04 | 162,4 |
| 22 | 4,01 | 13,02 | 130,8 |
| 23 | 4,02 | 12,99 | 131,5 |
| 24 | 4,04 | 12,97 | 86,7 |
| 25 | 4,10 | 13,00 | 142,3 |
| 26 | 4,02 | 12,99 | 88,7 |
| Media | 4,062 | 12,982 | 152,238 |
| Desviación estándar | 0,035 | 0,098 | 29,444 |
| Cp | 0,714 | 0,678 | 0,849 |
| Cpk | 0,593 | 0,616 | 0,541 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 19. Análisis de cubito, lote 19

| Lote | 1002500154 | Nombre lote | 10025001543655 |
|---------------------|------------|------------------|----------------|
| Masa | 3655 | Muestras | 26 |
| Turno | B | Temperatura (°C) | 26,3 |
| Fecha | 10/04/2019 | Humedad (%) | 54,2 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,03 | 13,18 | 112,1 |
| 2 | 4,01 | 12,85 | 148,6 |
| 3 | 4,03 | 13,13 | 147,6 |
| 4 | 4,08 | 13,18 | 169,3 |
| 5 | 4,09 | 13,16 | 151,9 |
| 6 | 4,06 | 13,13 | 134,2 |
| 7 | 4,08 | 12,98 | 167,3 |
| 8 | 4,11 | 12,87 | 162,7 |
| 9 | 4,10 | 12,85 | 100,2 |
| 10 | 4,09 | 13,15 | 162,1 |
| 11 | 4,11 | 12,92 | 181,9 |
| 12 | 4,11 | 12,92 | 155,1 |
| 13 | 4,09 | 12,94 | 175,5 |
| 14 | 4,07 | 13,00 | 151,9 |
| 15 | 4,09 | 12,90 | 160,6 |
| 16 | 4,08 | 12,92 | 156,0 |
| 17 | 4,07 | 12,99 | 165,0 |
| 18 | 4,07 | 12,99 | 178,0 |
| 19 | 4,09 | 12,95 | 162,5 |
| 20 | 4,08 | 13,03 | 173,6 |
| 21 | 4,00 | 12,94 | 185,3 |
| 22 | 4,01 | 13,03 | 116,4 |
| 23 | 4,01 | 12,94 | 82,7 |
| 24 | 4,05 | 13,00 | 110,4 |
| 25 | 4,02 | 12,90 | 142,7 |
| 26 | 4,07 | 12,98 | 108,7 |
| Media | 4,065 | 12,993 | 148,550 |
| Desviación estándar | 0,034 | 0,103 | 27,497 |
| Cp | 0,728 | 0,650 | 0,909 |
| Cpk | 0,635 | 0,629 | 0,624 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 20. Análisis de cubito, lote 20

| Lote | 1002500154 | Nombre lote | 10025001543657 |
|---------------------|------------|------------------|----------------|
| Masa | 3657 | Muestras | 26 |
| Turno | C | Temperatura (°C) | 25,4 |
| Fecha | 10/04/2019 | Humedad (%) | 69,5 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,09 | 13,02 | 139,6 |
| 2 | 4,07 | 12,95 | 120,5 |
| 3 | 4,10 | 13,10 | 161,7 |
| 4 | 4,07 | 12,92 | 168,9 |
| 5 | 4,05 | 12,95 | 146,6 |
| 6 | 4,03 | 13,18 | 139,4 |
| 7 | 4,00 | 12,94 | 125,9 |
| 8 | 4,11 | 13,17 | 142,2 |
| 9 | 4,07 | 12,85 | 138,3 |
| 10 | 4,11 | 13,00 | 111,8 |
| 11 | 4,11 | 13,00 | 166,4 |
| 12 | 4,10 | 13,05 | 155,9 |
| 13 | 4,10 | 13,03 | 179,1 |
| 14 | 4,10 | 12,94 | 164,9 |
| 15 | 4,08 | 12,98 | 182,2 |
| 16 | 4,09 | 12,98 | 155,0 |
| 17 | 4,02 | 13,10 | 187,0 |
| 18 | 4,08 | 12,90 | 160,8 |
| 19 | 4,00 | 12,93 | 154,6 |
| 20 | 4,08 | 13,08 | 151,7 |
| 21 | 4,03 | 12,96 | 184,2 |
| 22 | 4,01 | 12,93 | 87,4 |
| 23 | 4,03 | 12,97 | 94,4 |
| 24 | 4,03 | 12,91 | 97,7 |
| 25 | 4,02 | 12,99 | 112,7 |
| 26 | 4,02 | 12,95 | 143,7 |
| Media | 4,062 | 12,992 | 145,100 |
| Desviación estándar | 0,038 | 0,081 | 27,929 |
| Cp | 0,665 | 0,822 | 0,895 |
| Cpk | 0,546 | 0,787 | 0,655 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 21. Análisis de cubito, lote 21

| Lote | 1002500154 | Nombre lote | 10025001543660 |
|---------------------|------------|------------------|----------------|
| Masa | 3660 | Muestras | 26 |
| Turno | D | Temperatura (°C) | 20,9 |
| Fecha | 10/04/2019 | Humedad (%) | 49,5 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,06 | 12,92 | 127,6 |
| 2 | 4,06 | 13,10 | 138,2 |
| 3 | 4,01 | 13,09 | 160,5 |
| 4 | 4,04 | 12,81 | 117,6 |
| 5 | 4,11 | 12,88 | 108,2 |
| 6 | 4,09 | 12,99 | 150,7 |
| 7 | 4,05 | 13,10 | 176,1 |
| 8 | 4,07 | 13,04 | 156,5 |
| 9 | 4,09 | 12,90 | 101,0 |
| 10 | 4,07 | 13,02 | 170,6 |
| 11 | 4,08 | 13,09 | 164,0 |
| 12 | 4,07 | 12,91 | 173,5 |
| 13 | 4,10 | 12,94 | 165,9 |
| 14 | 4,11 | 12,92 | 151,0 |
| 15 | 4,08 | 12,97 | 162,5 |
| 16 | 4,07 | 13,00 | 159,7 |
| 17 | 4,03 | 13,02 | 186,2 |
| 18 | 4,00 | 12,94 | 168,4 |
| 19 | 4,11 | 12,90 | 151,4 |
| 20 | 4,10 | 12,97 | 185,6 |
| 21 | 4,02 | 13,10 | 174,0 |
| 22 | 4,02 | 13,00 | 129,1 |
| 23 | 4,03 | 12,96 | 95,5 |
| 24 | 4,01 | 12,99 | 96,3 |
| 25 | 4,01 | 12,96 | 131,8 |
| 26 | 4,00 | 12,98 | 128,2 |
| Media | 4,057 | 12,981 | 147,312 |
| Desviación estándar | 0,037 | 0,076 | 27,389 |
| Cp | 0,681 | 0,881 | 0,913 |
| Cpk | 0,520 | 0,796 | 0,641 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 22. Análisis de cubito, lote 22

| Lote | 1012500154 | Nombre lote | 10125001543662 |
|---------------------|------------|------------------|----------------|
| Masa | 3662 | Muestras | 26 |
| Turno | B | Temperatura (°C) | 26 |
| Fecha | 11/04/2019 | Humedad (%) | 56,5 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,04 | 13,01 | 112,0 |
| 2 | 4,06 | 12,83 | 173,9 |
| 3 | 4,01 | 13,10 | 171,4 |
| 4 | 4,00 | 13,05 | 146,2 |
| 5 | 4,11 | 12,85 | 107,9 |
| 6 | 4,09 | 13,12 | 148,1 |
| 7 | 4,02 | 12,83 | 107,8 |
| 8 | 4,09 | 12,98 | 130,7 |
| 9 | 4,11 | 12,82 | 109,4 |
| 10 | 4,11 | 12,95 | 120,4 |
| 11 | 4,11 | 12,97 | 198,6 |
| 12 | 4,11 | 12,94 | 152,9 |
| 13 | 4,09 | 13,02 | 164,8 |
| 14 | 4,09 | 12,98 | 152,6 |
| 15 | 4,10 | 12,92 | 158,3 |
| 16 | 4,08 | 12,90 | 187,6 |
| 17 | 4,06 | 12,97 | 184,4 |
| 18 | 4,02 | 13,04 | 159,5 |
| 19 | 4,04 | 13,06 | 182,0 |
| 20 | 4,00 | 13,04 | 179,0 |
| 21 | 4,02 | 12,95 | 156,6 |
| 22 | 4,00 | 13,03 | 112,6 |
| 23 | 4,01 | 12,95 | 139,2 |
| 24 | 4,04 | 13,00 | 140,1 |
| 25 | 4,04 | 12,93 | 106,0 |
| 26 | 4,00 | 12,90 | 81,5 |
| Media | 4,056 | 12,967 | 145,519 |
| Desviación estándar | 0,042 | 0,081 | 30,934 |
| Cp | 0,600 | 0,822 | 0,808 |
| Cpk | 0,446 | 0,686 | 0,587 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 23. Análisis de cubito, lote 23

| Lote | 1012500154 | Nombre lote | 10125001543669 |
|---------------------|------------|------------------|----------------|
| Masa | 3669 | Muestras | 26 |
| Turno | C | Temperatura (°C) | 24,9 |
| Fecha | 11/04/2019 | Humedad (%) | 58,2 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,01 | 12,89 | 166,6 |
| 2 | 4,09 | 12,85 | 114,7 |
| 3 | 4,02 | 12,87 | 138,1 |
| 4 | 4,11 | 13,04 | 172,7 |
| 5 | 4,05 | 12,90 | 109,2 |
| 6 | 4,01 | 12,91 | 151,8 |
| 7 | 4,10 | 13,06 | 102,2 |
| 8 | 4,11 | 12,91 | 132,7 |
| 9 | 4,07 | 13,18 | 132,8 |
| 10 | 4,08 | 13,05 | 155,7 |
| 11 | 4,07 | 13,04 | 172,9 |
| 12 | 4,11 | 13,10 | 169,3 |
| 13 | 4,07 | 12,96 | 196,2 |
| 14 | 4,11 | 12,97 | 163,6 |
| 15 | 4,08 | 13,00 | 168,7 |
| 16 | 4,10 | 13,04 | 175,6 |
| 17 | 4,03 | 12,98 | 154,9 |
| 18 | 4,08 | 13,04 | 178,7 |
| 19 | 4,08 | 12,98 | 172,0 |
| 20 | 4,09 | 12,98 | 154,1 |
| 21 | 4,03 | 13,05 | 160,1 |
| 22 | 4,03 | 13,08 | 123,0 |
| 23 | 4,00 | 12,92 | 131,2 |
| 24 | 4,04 | 12,94 | 113,7 |
| 25 | 4,02 | 12,97 | 109,3 |
| 26 | 4,08 | 12,90 | 84,9 |
| Media | 4,064 | 12,985 | 146,335 |
| Desviación estándar | 0,036 | 0,080 | 28,549 |
| Cp | 0,701 | 0,833 | 0,876 |
| Cpk | 0,600 | 0,770 | 0,627 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 24. Análisis de cubito, lote 24

| Lote | 1012500154 | Nombre lote | 10125001543672 |
|---------------------|------------|------------------|----------------|
| Masa | 3672 | Muestras | 26 |
| Turno | D | Temperatura (°C) | 20,9 |
| Fecha | 11/04/2019 | Humedad (%) | 51,2 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,03 | 13,16 | 142,0 |
| 2 | 4,03 | 12,93 | 139,3 |
| 3 | 4,07 | 13,20 | 124,2 |
| 4 | 4,01 | 12,85 | 108,8 |
| 5 | 4,07 | 12,95 | 150,7 |
| 6 | 4,09 | 12,95 | 158,2 |
| 7 | 4,10 | 13,18 | 171,9 |
| 8 | 4,09 | 13,19 | 179,0 |
| 9 | 4,08 | 13,12 | 126,1 |
| 10 | 4,07 | 12,82 | 143,1 |
| 11 | 4,08 | 13,09 | 158,2 |
| 12 | 4,09 | 13,02 | 182,4 |
| 13 | 4,08 | 13,08 | 197,0 |
| 14 | 4,09 | 12,90 | 189,0 |
| 15 | 4,09 | 13,01 | 185,5 |
| 16 | 4,11 | 12,97 | 197,6 |
| 17 | 4,02 | 12,94 | 167,6 |
| 18 | 4,11 | 13,02 | 195,5 |
| 19 | 4,07 | 12,90 | 159,6 |
| 20 | 4,04 | 12,90 | 173,2 |
| 21 | 4,02 | 13,02 | 187,2 |
| 22 | 4,04 | 13,00 | 96,0 |
| 23 | 4,01 | 13,00 | 93,3 |
| 24 | 4,04 | 13,00 | 100,1 |
| 25 | 4,09 | 12,95 | 90,8 |
| 26 | 4,05 | 12,98 | 142,9 |
| Media | 4,064 | 13,005 | 152,277 |
| Desviación estándar | 0,031 | 0,103 | 34,268 |
| Cp | 0,800 | 0,646 | 0,730 |
| Cpk | 0,685 | 0,630 | 0,464 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 25. Análisis de cubito, lote 25

| Lote | 1022500154 | Nombre lote | 10225001543679 |
|---------------------|------------|------------------|----------------|
| Masa | 3679 | Muestras | 26 |
| Turno | B | Temperatura (°C) | 27 |
| Fecha | 12/04/2019 | Humedad (%) | 45,6 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,09 | 13,06 | 145,6 |
| 2 | 4,02 | 12,93 | 159,9 |
| 3 | 4,02 | 12,88 | 148,5 |
| 4 | 4,03 | 13,01 | 162,8 |
| 5 | 4,07 | 12,91 | 139,6 |
| 6 | 4,02 | 13,06 | 100,2 |
| 7 | 4,03 | 12,84 | 120,8 |
| 8 | 4,07 | 12,95 | 103,0 |
| 9 | 4,07 | 13,15 | 167,6 |
| 10 | 4,08 | 13,12 | 124,6 |
| 11 | 4,11 | 13,09 | 173,7 |
| 12 | 4,09 | 13,09 | 194,2 |
| 13 | 4,09 | 13,05 | 193,2 |
| 14 | 4,08 | 12,98 | 196,4 |
| 15 | 4,11 | 13,06 | 179,7 |
| 16 | 4,09 | 13,01 | 154,7 |
| 17 | 4,10 | 12,93 | 169,2 |
| 18 | 4,06 | 13,00 | 187,5 |
| 19 | 4,08 | 13,02 | 159,6 |
| 20 | 4,08 | 13,09 | 150,6 |
| 21 | 4,01 | 13,01 | 155,2 |
| 22 | 4,05 | 13,07 | 99,2 |
| 23 | 4,00 | 12,99 | 106,2 |
| 24 | 4,02 | 12,92 | 125,6 |
| 25 | 4,04 | 13,00 | 89,4 |
| 26 | 4,11 | 12,95 | 106,0 |
| Media | 4,062 | 13,007 | 146,654 |
| Desviación estándar | 0,034 | 0,077 | 32,639 |
| Cp | 0,731 | 0,864 | 0,766 |
| Cpk | 0,607 | 0,836 | 0,545 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 26. Análisis de cubito, lote 26

| Lote | 1022500154 | Nombre lote | 10225001543684 |
|---------------------|------------|------------------|----------------|
| Masa | 3684 | Muestras | 26 |
| Turno | C | Temperatura (°C) | 25,3 |
| Fecha | 12/04/2019 | Humedad (%) | 46,3 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,10 | 12,89 | 150,5 |
| 2 | 4,00 | 12,83 | 145,7 |
| 3 | 4,05 | 12,92 | 152,2 |
| 4 | 4,11 | 13,14 | 112,0 |
| 5 | 4,06 | 13,02 | 130,7 |
| 6 | 4,06 | 13,01 | 117,2 |
| 7 | 4,00 | 13,00 | 151,4 |
| 8 | 4,10 | 12,92 | 103,2 |
| 9 | 4,11 | 13,17 | 162,7 |
| 10 | 4,09 | 13,15 | 164,4 |
| 11 | 4,08 | 12,98 | 165,9 |
| 12 | 4,09 | 12,97 | 158,2 |
| 13 | 4,11 | 13,00 | 196,7 |
| 14 | 4,10 | 12,96 | 198,1 |
| 15 | 4,08 | 12,99 | 162,0 |
| 16 | 4,11 | 12,99 | 177,9 |
| 17 | 4,09 | 12,97 | 168,8 |
| 18 | 4,03 | 12,94 | 153,3 |
| 19 | 4,01 | 13,07 | 196,1 |
| 20 | 4,02 | 12,90 | 158,5 |
| 21 | 4,02 | 12,91 | 197,7 |
| 22 | 4,02 | 13,09 | 104,0 |
| 23 | 4,01 | 12,94 | 120,1 |
| 24 | 4,03 | 12,90 | 119,0 |
| 25 | 4,05 | 12,97 | 101,3 |
| 26 | 4,01 | 12,96 | 112,6 |
| Media | 4,059 | 12,984 | 149,238 |
| Desviación estándar | 0,040 | 0,083 | 30,840 |
| Cp | 0,627 | 0,800 | 0,811 |
| Cpk | 0,495 | 0,737 | 0,549 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 27. **Análisis de cubito, lote 27**

| Lote | 1022500154 | Nombre lote | 10225001543688 |
|---------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|
| Masa | 3688 | Muestras | 26 |
| Turno | D | Temperatura (°C) | 18,9 |
| Fecha | 12/04/2019 | Humedad (%) | 45,6 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,02 | 13,03 | 156,0 |
| 2 | 4,01 | 13,18 | 101,6 |
| 3 | 4,00 | 13,19 | 122,0 |
| 4 | 4,05 | 13,15 | 157,1 |
| 5 | 4,08 | 13,00 | 179,3 |
| 6 | 4,11 | 13,06 | 174,5 |
| 7 | 4,11 | 13,16 | 108,1 |
| 8 | 4,07 | 13,19 | 148,6 |
| 9 | 4,10 | 13,06 | 106,8 |
| 10 | 4,07 | 13,10 | 122,2 |
| 11 | 4,07 | 13,06 | 161,8 |
| 12 | 4,09 | 13,20 | 153,6 |
| 13 | 4,08 | 13,03 | 171,6 |
| 14 | 4,10 | 12,99 | 200,0 |
| 15 | 4,10 | 13,05 | 152,6 |
| 16 | 4,10 | 13,04 | 171,6 |
| 17 | 4,05 | 13,03 | 175,5 |
| 18 | 4,00 | 13,02 | 158,2 |
| 19 | 4,08 | 13,03 | 156,3 |
| 20 | 4,10 | 13,03 | 183,9 |
| 21 | 4,02 | 12,92 | 196,7 |
| 22 | 4,03 | 13,02 | 109,1 |
| 23 | 4,05 | 12,94 | 140,6 |
| 24 | 4,00 | 12,99 | 131,5 |
| 25 | 4,01 | 12,90 | 108,6 |
| 26 | 4,05 | 12,94 | 87,9 |
| Media | 4,060 | 13,050 | 147,527 |
| Desviación estándar | 0,038 | 0,085 | 31,153 |
| Cp | 0,662 | 0,784 | 0,802 |
| Cpk | 0,526 | 0,587 | 0,561 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 28. **Análisis de cubito, lote 28**

| Lote | 1052500154 | Nombre lote | 10525001543712 |
|---------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|
| Masa | 3712 | Muestras | 26 |
| Turno | B | Temperatura (°C) | 29,1 |
| Fecha | 15/04/2019 | Humedad (%) | 54,5 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,01 | 13,06 | 177,1 |
| 2 | 4,02 | 13,17 | 119,9 |
| 3 | 4,08 | 13,16 | 140,1 |
| 4 | 4,08 | 13,13 | 139,6 |
| 5 | 4,06 | 13,18 | 156,3 |
| 6 | 4,04 | 13,17 | 179,6 |
| 7 | 4,08 | 13,10 | 156,8 |
| 8 | 4,08 | 13,00 | 117,7 |
| 9 | 4,10 | 13,09 | 100,9 |
| 10 | 4,11 | 13,06 | 124,6 |
| 11 | 4,10 | 13,19 | 162,0 |
| 12 | 4,07 | 13,06 | 191,8 |
| 13 | 4,09 | 13,14 | 171,8 |
| 14 | 4,11 | 13,01 | 154,5 |
| 15 | 4,08 | 12,99 | 174,6 |
| 16 | 4,11 | 12,98 | 193,2 |
| 17 | 4,08 | 12,97 | 162,3 |
| 18 | 4,09 | 12,90 | 154,4 |
| 19 | 4,07 | 13,01 | 195,1 |
| 20 | 4,04 | 13,07 | 177,0 |
| 21 | 4,04 | 13,03 | 169,4 |
| 22 | 4,05 | 13,10 | 90,6 |
| 23 | 4,03 | 12,98 | 149,0 |
| 24 | 4,05 | 13,00 | 114,6 |
| 25 | 4,09 | 12,98 | 91,0 |
| 26 | 4,06 | 12,95 | 108,7 |
| Media | 4,070 | 13,057 | 148,946 |
| Desviación estándar | 0,028 | 0,081 | 31,633 |
| Cp | 0,888 | 0,824 | 0,790 |
| Cpk | 0,829 | 0,589 | 0,538 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 29. **Análisis de cubito, lote 29**

| Lote | 1052500154 | Nombre lote | 10525001543718 |
|----------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|
| Masa | 3718 | Muestras | 26 |
| Turno | C | Temperatura (°C) | 28,2 |
| Fecha | 15/04/2019 | Humedad (%) | 48,2 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,08 | 13,14 | 158,0 |
| 2 | 4,00 | 13,15 | 113,4 |
| 3 | 4,08 | 13,07 | 158,9 |
| 4 | 4,03 | 13,15 | 144,0 |
| 5 | 4,05 | 13,04 | 150,3 |
| 6 | 4,02 | 13,02 | 108,9 |
| 7 | 4,06 | 13,06 | 135,8 |
| 8 | 4,11 | 13,01 | 101,6 |
| 9 | 4,09 | 13,18 | 170,0 |
| 10 | 4,07 | 13,19 | 128,0 |
| 11 | 4,10 | 13,16 | 188,4 |
| 12 | 4,09 | 13,13 | 156,1 |
| 13 | 4,10 | 13,03 | 157,1 |
| 14 | 4,08 | 13,02 | 194,3 |
| 15 | 4,07 | 13,08 | 160,2 |
| 16 | 4,10 | 13,03 | 164,1 |
| 17 | 4,06 | 13,04 | 190,4 |
| 18 | 4,09 | 13,10 | 193,2 |
| 19 | 4,09 | 13,01 | 183,0 |
| 20 | 4,11 | 13,00 | 174,5 |
| 21 | 4,05 | 12,92 | 197,7 |
| 22 | 4,03 | 12,91 | 100,3 |
| 23 | 4,04 | 12,97 | 138,7 |
| 24 | 4,05 | 12,97 | 90,9 |
| 25 | 4,08 | 12,92 | 145,8 |
| 26 | 4,10 | 12,90 | 115,9 |
| Media | 4,070 | 13,046 | 150,750 |
| Desviación estándar | 0,029 | 0,086 | 31,738 |
| Cp | 0,849 | 0,777 | 0,788 |
| Cpk | 0,796 | 0,598 | 0,517 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 30. **Análisis de cubito, lote 30**

| Lote | 1052500154 | Nombre lote | 10525001543721 |
|---------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|
| Masa | 3721 | Muestras | 26 |
| Turno | C | Temperatura (°C) | 29,5 |
| Fecha | 15/04/2019 | Humedad (%) | 34,2 |
| Muestra | Peso (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
| 1 | 4,02 | 13,02 | 146,0 |
| 2 | 4,05 | 13,10 | 156,8 |
| 3 | 4,08 | 13,17 | 112,5 |
| 4 | 4,09 | 13,09 | 162,7 |
| 5 | 4,09 | 13,00 | 100,3 |
| 6 | 4,10 | 13,07 | 133,4 |
| 7 | 4,05 | 13,16 | 168,1 |
| 8 | 4,08 | 13,02 | 163,1 |
| 9 | 4,08 | 13,02 | 139,7 |
| 10 | 4,07 | 13,14 | 115,0 |
| 11 | 4,09 | 13,00 | 166,0 |
| 12 | 4,09 | 13,11 | 159,1 |
| 13 | 4,08 | 13,08 | 195,5 |
| 14 | 4,08 | 13,06 | 151,8 |
| 15 | 4,11 | 12,94 | 155,7 |
| 16 | 4,11 | 13,07 | 191,3 |
| 17 | 4,06 | 12,90 | 180,1 |
| 18 | 4,06 | 12,94 | 160,4 |
| 19 | 4,09 | 13,07 | 194,9 |
| 20 | 4,09 | 12,90 | 185,2 |
| 21 | 4,05 | 13,06 | 173,7 |
| 22 | 4,04 | 12,97 | 76,1 |
| 23 | 4,05 | 12,91 | 82,9 |
| 24 | 4,00 | 12,93 | 84,1 |
| 25 | 4,01 | 13,00 | 128,1 |
| 26 | 4,07 | 12,98 | 120,4 |
| Media | 4,069 | 13,027 | 146,265 |
| Desviación estándar | 0,029 | 0,079 | 34,921 |
| Cp | 0,870 | 0,844 | 0,716 |
| Cpk | 0,798 | 0,729 | 0,513 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 31. **Granulometría de grasa vegetal**

| Número | Lote | Granulometría (%) |
|--------|---------------------|-------------------|
| 1 | 2015 | 31,323 |
| 2 | 2015 | 31,323 |
| 3 | 2016 | 27,041 |
| 4 | 2016 | 27,041 |
| 5 | 2017 | 26,389 |
| 6 | 2017 | 26,389 |
| 7 | 2018 | 27,621 |
| 8 | 2018 | 27,621 |
| 9 | 2018 | 27,621 |
| 10 | 2019 | 43,105 |
| 11 | 2019 | 43,105 |
| 12 | 2019 | 43,105 |
| 13 | 2022 | 38,025 |
| 14 | 2022 | 38,025 |
| 15 | 2022 | 38,025 |
| 16 | 2023 | 39,883 |
| 17 | 2023 | 39,883 |
| 18 | 2023 | 39,883 |
| 19 | 2024 | 40,496 |
| 20 | 2024 | 40,496 |
| 21 | 2024 | 40,496 |
| 22 | 2025 | 42,459 |
| 23 | 2025 | 42,459 |
| 24 | 2025 | 42,459 |
| 25 | 2026 | 41,668 |
| 26 | 2026 | 41,668 |
| 27 | 2026 | 41,668 |
| 28 | 2030 | 38,384 |
| 29 | 2030 | 38,384 |
| 30 | 2030 | 38,384 |
| | Promedio | 36,814 |
| | Desviación estándar | 6,1251 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 32. **Parámetros fisicoquímicos de la sal fina**

| Número | Lote | Humedad (%) | Granulometría (%) |
|--------|---------------------|-------------|-------------------|
| 1 | 95 | 0,030 | 29,807 |
| 2 | 95 | 0,030 | 29,807 |
| 3 | 96 | 0,044 | 27,926 |
| 4 | 96 | 0,044 | 27,926 |
| 5 | 97 | 0,030 | 31,490 |
| 6 | 97 | 0,030 | 31,490 |
| 7 | 97 | 0,030 | 31,490 |
| 8 | 98 | 0,030 | 33,958 |
| 9 | 98 | 0,030 | 33,958 |
| 10 | 98 | 0,030 | 33,958 |
| 11 | 98 | 0,030 | 33,958 |
| 12 | 99 | 0,026 | 36,517 |
| 13 | 99 | 0,026 | 36,517 |
| 14 | 99 | 0,026 | 36,517 |
| 15 | 100 | 0,030 | 34,300 |
| 16 | 100 | 0,030 | 34,300 |
| 17 | 100 | 0,030 | 34,300 |
| 18 | 101 | 0,027 | 33,818 |
| 19 | 101 | 0,027 | 33,818 |
| 20 | 102 | 0,031 | 32,364 |
| 21 | 102 | 0,031 | 32,364 |
| 22 | 103 | 0,033 | 35,319 |
| 23 | 103 | 0,033 | 35,319 |
| 24 | 103 | 0,033 | 35,319 |
| 25 | 104 | 0,024 | 32,461 |
| 26 | 104 | 0,024 | 32,461 |
| 27 | 104 | 0,024 | 32,461 |
| 28 | 105 | 0,034 | 34,757 |
| 29 | 105 | 0,034 | 34,757 |
| 30 | 105 | 0,034 | 34,757 |
| | Promedio | 0,031 | 33,273 |
| | Desviación estándar | 0,00468 | 2,279956178 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 33. **Parámetros fisicoquímicos del semielaborado del sazónador sabor a pollo**

| Número | Lote | Humedad (%) | Densidad (g/cm ³) |
|--------|---------------------|-------------|-------------------------------|
| 1 | 2260643554 | 1,751 | 1,027 |
| 2 | 2260643555 | 1,788 | 1,029 |
| 3 | 2260643560 | 1,691 | 1,027 |
| 4 | 2260643562 | 1,680 | 1,022 |
| 5 | 2260643570 | 1,715 | 1,024 |
| 6 | 2260643575 | 1,737 | 1,024 |
| 7 | 2260643585 | 1,702 | 1,025 |
| 8 | 2260643589 | 1,823 | 1,028 |
| 9 | 2260643592 | 1,741 | 1,027 |
| 10 | 2260643595 | 1,783 | 1,024 |
| 11 | 2260643599 | 1,763 | 1,024 |
| 12 | 2260643602 | 1,750 | 1,026 |
| 13 | 2260643632 | 1,759 | 1,023 |
| 14 | 2260643635 | 1,806 | 1,022 |
| 15 | 2260643637 | 1,729 | 1,025 |
| 16 | 2260643642 | 1,715 | 1,027 |
| 17 | 2260643645 | 1,709 | 1,022 |
| 18 | 2260643650 | 1,772 | 1,021 |
| 19 | 2260643655 | 1,735 | 1,026 |
| 20 | 2260643657 | 1,729 | 1,027 |
| 21 | 2260643660 | 1,694 | 1,023 |
| 22 | 2260643662 | 1,771 | 1,025 |
| 23 | 2260643669 | 1,698 | 1,024 |
| 24 | 2260643672 | 1,756 | 1,027 |
| 25 | 2260643679 | 1,744 | 1,022 |
| 26 | 2260643684 | 1,703 | 1,024 |
| 27 | 2260643688 | 1,709 | 1,025 |
| 28 | 2260643712 | 1,740 | 1,024 |
| 29 | 2260643718 | 1,696 | 1,029 |
| 30 | 2260643721 | 1,696 | 1,029 |
| | Promedio | 1,736 | 1,025 |
| | Desviación estándar | 0,036 | 0,002 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 34. **Condiciones de almacenaje y ambiente del semielaborado del sazónador sabor a pollo**

| Número | Ambiente | | Cámara de almacenaje | | Cp | Cpk |
|--------|------------------|-------------|----------------------|-------------|-------|-------|
| | Temperatura (°C) | Humedad (%) | Temperatura (°C) | Humedad (%) | | |
| 1 | 28,5 | 52,7 | 14,9 | 56,0 | 0,561 | 0,520 |
| 2 | 26,2 | 56,6 | 15,3 | 53,0 | 2,052 | 1,715 |
| 3 | 28,7 | 63,0 | 15,0 | 55,0 | 1,414 | 1,247 |
| 4 | 25,2 | 55,7 | 14,5 | 56,0 | 1,715 | 1,434 |
| 5 | 25,3 | 52,5 | 15,1 | 55,0 | 1,731 | 1,527 |
| 6 | 25,4 | 55,7 | 15,0 | 60,0 | 0,634 | 0,582 |
| 7 | 26,5 | 52,5 | 14,2 | 51,0 | 0,817 | 0,498 |
| 8 | 26,9 | 53,9 | 14,8 | 57,0 | 0,688 | 0,413 |
| 9 | 24,5 | 51,3 | 14,7 | 57,0 | 0,716 | 0,474 |
| 10 | 27,4 | 65,8 | 14,6 | 52,0 | 0,710 | 0,481 |
| 11 | 27,0 | 48,3 | 14,8 | 56,0 | 0,752 | 0,713 |
| 12 | 27,4 | 45,8 | 14,2 | 54,0 | 0,635 | 0,420 |
| 13 | 25,3 | 58,2 | 14,8 | 56,0 | 0,980 | 0,769 |
| 14 | 25,8 | 49,5 | 14,6 | 60,0 | 0,659 | 0,541 |
| 15 | 23,1 | 49,5 | 14,7 | 52,0 | 0,699 | 0,588 |
| 16 | 26,6 | 51,3 | 14,6 | 54,0 | 0,691 | 0,446 |
| 17 | 25,8 | 51,4 | 14,7 | 52,0 | 0,777 | 0,713 |
| 18 | 20,9 | 61,2 | 14,2 | 55,0 | 0,714 | 0,593 |
| 19 | 26,3 | 54,2 | 14,2 | 54,0 | 0,728 | 0,635 |
| 20 | 25,4 | 69,5 | 14,4 | 58,0 | 0,665 | 0,546 |
| 21 | 20,9 | 49,5 | 14,1 | 54,0 | 0,681 | 0,520 |
| 22 | 26,0 | 56,5 | 14,6 | 59,0 | 0,600 | 0,446 |
| 23 | 24,9 | 58,2 | 14,7 | 54,0 | 0,701 | 0,600 |
| 24 | 20,9 | 51,2 | 14,9 | 64,0 | 0,800 | 0,685 |
| 25 | 27,0 | 45,6 | 14,4 | 54,0 | 0,731 | 0,607 |
| 26 | 25,3 | 46,3 | 15,0 | 58,0 | 0,627 | 0,495 |
| 27 | 18,9 | 45,6 | 14,8 | 64,0 | 0,662 | 0,526 |
| 28 | 29,1 | 54,5 | 15,1 | 63,0 | 0,888 | 0,829 |
| 29 | 28,2 | 48,2 | 14,9 | 58,0 | 0,849 | 0,796 |
| 30 | 29,5 | 34,2 | 14,6 | 56,0 | 0,870 | 0,798 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 35. **Correlación entre los parámetros fisicoquímicos del cubito**

| | Masa (g) | Altura (mm) | Dureza (N) |
|-------------|----------|-------------|------------|
| Masa (g) | 1,000 | | |
| Altura (mm) | -0,031 | 1,000 | |
| Dureza (N) | -0,465 | 0,156 | 1,000 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 36. **Análisis de correlación masa de cubito**

| Estadística de correlación | |
|---|--------|
| Coeficiente de correlación múltiple | 0,6543 |
| Coeficiente de determinación R ² | 0,4281 |
| R ² ajustado | 0,3089 |
| Error típico | 0,0098 |
| Observaciones | 30 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 37. **Análisis de varianza masa de cubito**

| | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Promedio de los cuadrados | F | Valor crítico de F |
|-----------|--------------------|-------------------|---------------------------|--------|--------------------|
| Regresión | 5 | 0,0017 | 0,0003 | 3,5924 | 0,0145 |
| Residuos | 24 | 0,0023 | 0,0001 | | |
| Total | 29 | 0,0040 | | | |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 38. **Análisis de probabilidad de masa de cubito**

| | Coefficientes | Error típico | Estadístico t | Probabilidad | Inferior 80,0 % | Superior 80,0 % |
|---|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| Intercepción | 4,3510 | 0,8600 | 5,0591 | 3,58E-05 | 3,2176 | 5,4843 |
| Humedad sal (%) | 0,8176 | 0,4834 | 1,6912 | 0,1037 | 0,1805 | 1,4547 |
| Granulometría sal fina (%) | -0,0029 | 0,0011 | -2,5172 | 0,0189 | -0,0044 | -0,0014 |
| Granulometría grasa vegetal (%) | 0,0003 | 0,0004 | 0,6329 | 0,5328 | -0,0003 | 0,0008 |
| Humedad semielaborado (%) | 0,0191 | 0,0579 | 0,3302 | 0,7441 | -0,0572 | 0,0954 |
| Densidad semielaborado (g/cm ³) | -0,2525 | 0,8433 | -0,2995 | 0,7671 | -1,3638 | 0,8587 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 39. **Análisis de correlación altura de cubito**

| Estadísticas de correlación | |
|---|---------|
| Coeficiente de correlación múltiple | 0,3909 |
| Coeficiente de determinación R ² | 0,1528 |
| R ² ajustado | -0,0237 |
| Error típico | 0,0235 |
| Observaciones | 30 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 40. **Análisis de varianza altura de cubito**

| | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Promedio de los cuadrados | F | Valor crítico de F |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|---------------------------|
| Regresión | 5 | 0,0024 | 0,0005 | 0,8657 | 0,5183 |
| Residuos | 24 | 0,0133 | 0,0006 | | |
| Total | 29 | 0,0157 | | | |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 41. **Análisis de probabilidad de altura de cubito**

| | Coefficientes | Error típico | Estadístico t | Probabilidad | Inferior 80,0 % | Superior 80,0 % |
|---|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| Intercepción | 10,1684 | 2,0586 | 4,9394 | 4,85E-05 | 7,4554 | 12,8813 |
| Humedad sal (%) | -0,5792 | 1,1572 | -0,5005 | 0,6213 | -2,1041 | 0,9458 |
| Granulometría sal fina (%) | 0,0015 | 0,0027 | 0,5543 | 0,5845 | -0,0021 | 0,0051 |
| Granulometría grasa vegetal (%) | -0,0003 | 0,0010 | -0,3004 | 0,7665 | -0,0016 | 0,0010 |
| Humedad semielaborado (%) | -0,1988 | 0,1385 | -1,4354 | 0,1641 | -0,3814 | -0,0163 |
| Densidad semielaborado (g/cm ³) | 3,0762 | 2,0185 | 1,5240 | 0,1406 | 0,4162 | 5,7362 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 42. **Análisis de correlación dureza de cubito**

| Estadísticas de correlación | |
|---|---------|
| Coeficiente de correlación múltiple | 0,3390 |
| Coeficiente de determinación R ² | 0,1149 |
| R ² ajustado | -0,0695 |
| Error típico | 3,6772 |
| Observaciones | 30 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 43. **Análisis de varianza dureza de cubito**

| | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Promedio de los cuadrados | F | Valor crítico de F |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|---------------------------|
| Regresión | 5 | 42,1392 | 8,4278 | 0,6233 | 0,6835 |
| Residuos | 24 | 324,5189 | 13,5216 | | |
| Total | 29 | 366,6581 | | | |

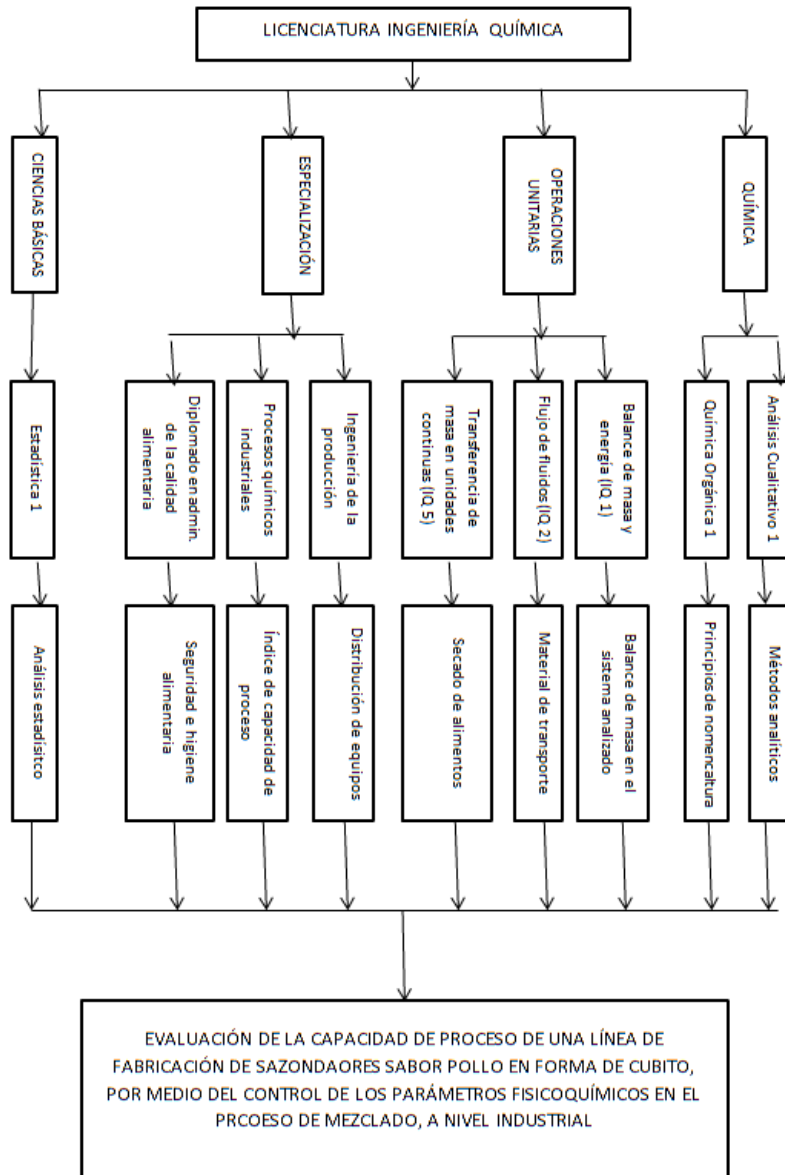
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 44. **Análisis de probabilidad de dureza de cubito**

| | Coefficientes | Error típico | Estadístico t | Probabilidad | Inferior 80,0 % | Superior 80,0 % |
|---------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| Intercepción | 69,4161 | 321,9535 | 0,2156 | 0,8311 | -354,8658 | 493,6980 |
| Humedad sal (%) | -208,4689 | 180,9721 | -1,1519 | 0,2607 | -446,9604 | 30,0226 |
| Granulometría sal fina (%) | 0,3720 | 0,4270 | 0,8710 | 0,3924 | -0,1908 | 0,9347 |
| Granulometría grasa vegetal (%) | -0,1570 | 0,1526 | -1,0290 | 0,3137 | -0,3581 | 0,0441 |
| Humedad semielaborado (%) | -2,7630 | 21,6648 | -0,1275 | 0,8996 | -31,3137 | 25,7877 |
| Densidad semielaborado (g/cm3) | 82,0601 | 315,6744 | 0,2600 | 0,7971 | -333,9470 | 498,0671 |

Fuente: elaboración propia.

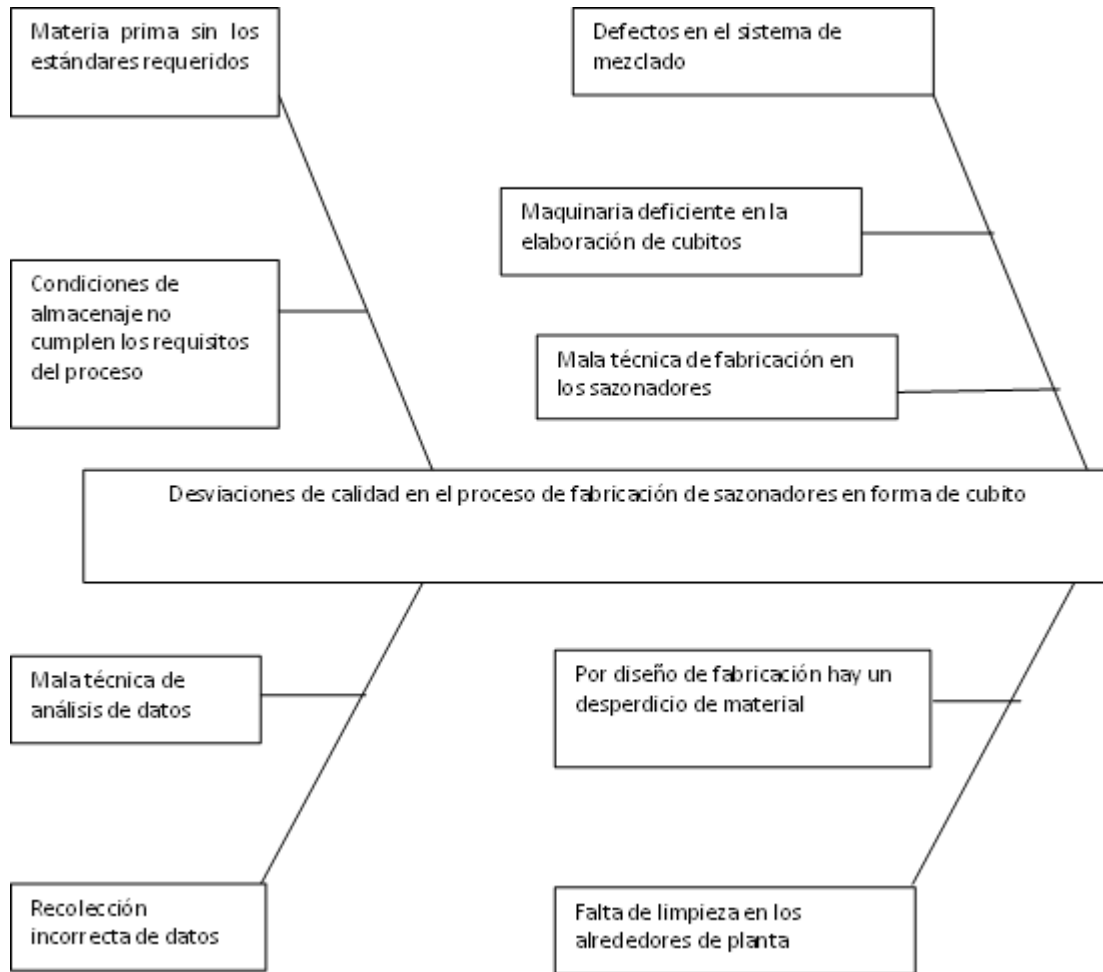
Apéndice 45. Requisitos académicos



Fuente: elaboración propia.

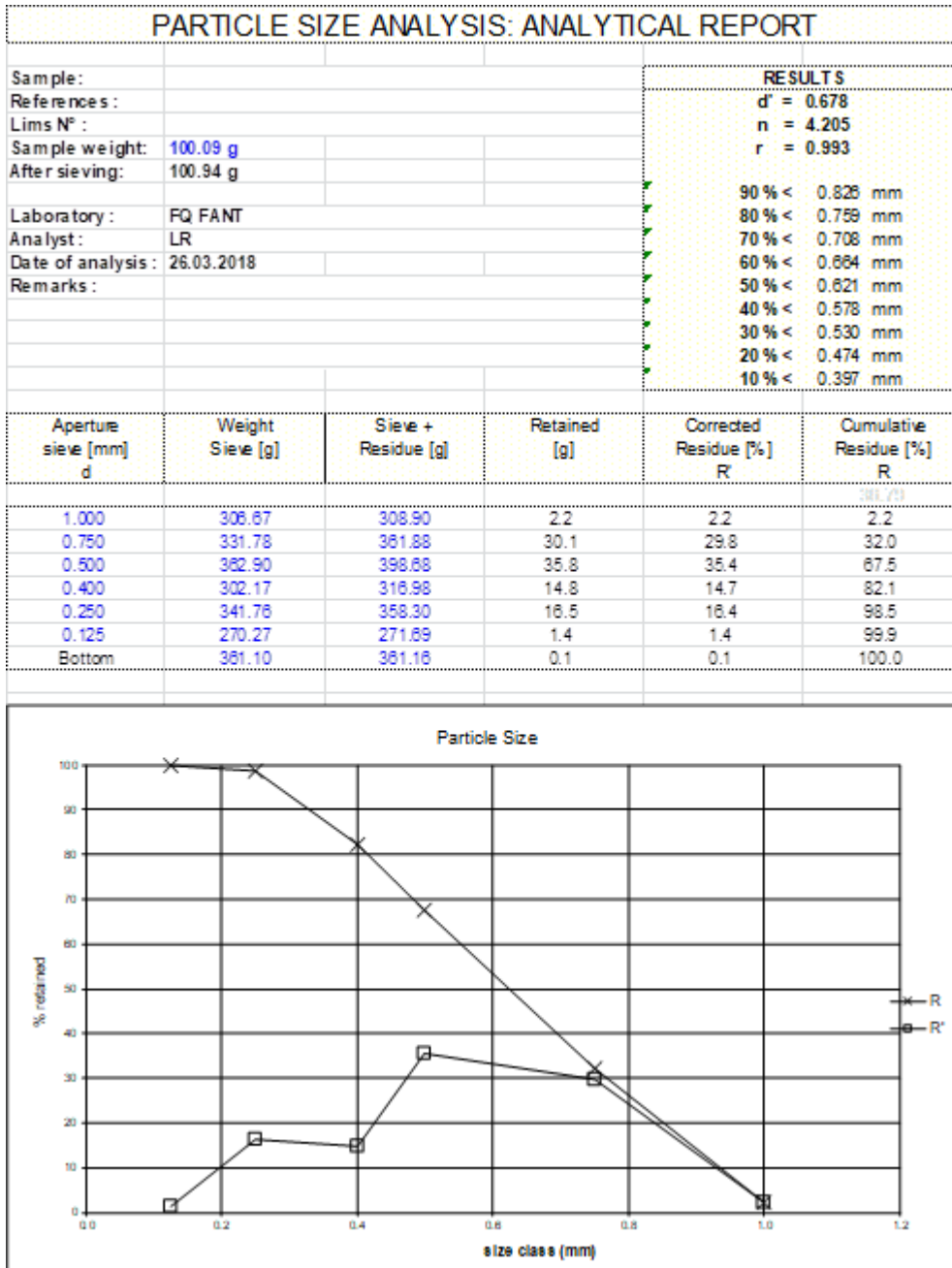
Apéndice 46.

Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 48. Formato para validación de equipo de tamices



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Certificado de durómetro

La indicación: funcionamiento
Objeto: Sensor de Fuerza Durómetro
Marca: Shanghai DEVOLDP
Modelo: YD-2
Serie: 191507457
ID. Interna: BFQ051
Fecha de Calificación: 2/11/2016
Fecha de Elaboración del informe: 3/11/2016

Condiciones ambientales durante la calificación:

Temperatura inicial: 23°C Humedad Relativa inicial: 54%
Temperatura final: 22°C Humedad Relativa final: 52%

Patrón (es) de referencia:

| Valor | Marca | No. Serie | No. Certificado | Fecha de calibración | Laboratorio emisor |
|---------------|--------|-----------|--------------------|----------------------|--------------------|
| 10kg clase M1 | HAFNER | 24729365 | CENAME-MA-069/2016 | 5/10/2016 | CENAME Guatemala |

Método de calificación:

asi-MC-0110. Calificación de instrumento de fuerza (durómetro)

Características del instrumento calificado:

Resolución: 0.1 Newton
Rango de medición: N/D

Resultados de la calificación:

| Valores verificados (Newton) | Lectura del instrumento (Newton) |
|------------------------------|----------------------------------|
| 98.0 | 98.0 |

Fuente: GREEN, Don. *Perry's Chemicals Engineers' Handbook*. p. 5.

Anexo 2. Certificado de balanza de humedad

| | | | |
|---|--|---|---------------------------|
| 4. Descripción de instrumento Instrument description | 1. Pesa | Sector A-5 2-12 Zona 8 Maco, Guatemala, Guatemala | |
| 5. Fabricante Manufacturer | 1. No especificado | 6. Rango de pesas Range | 7. Material Material |
| 8. Clase según fabricante Accuracy class | 1. No aplica clase OIML | 200 g | Acero inoxidable |
| 9. Número de serie Serial number | 1. Sin número | | |
| 10. Código interno Internal code | 1. 200 | 11. Número de piezas | 1 |
| 12. Ubicación Location | 1. No especificado | | |
| 13. Fecha de recepción Calibration date | 1. 2017/03/01 | XAAABNED | |
| 14. Fecha de calibración Calibration date | 1. 2017/03/07 | XAAABNED | |
| 15. Próxima calibración Calibration date | 1. Defiende por Solicitante | | |
| 16. Condiciones ambientales durante la calibración Environment conditions during calibration | 1. Temperatura Humedad relativa Presión atmosférica | 24.0 ± 0.5 °C 47.5 ± 3 % 920 ± 10 hPa | |
| 17. Patrones de calibración Calibration standards | 1. Juego de Pesas TROEMNER de 1 mg a 500 g | Descripción Código Nº Certificado | AV-PS-02 BMM-021417-04 |
| 18. Incertidumbre Uncertainty | 1. Indicada en ítem 25 y se calcula con un factor de cobertura de k=2 para un nivel de confianza del 95.45% y es calculada según la "Guide to the Uncertainty in Measurement" JCGM100:2008 del BIPM | | |
| 19. Procedimiento de calibración Procedure used | 1. P-PTM-003 Procedimiento para la Calibración de Pesas (Rev. 4 2014-07-03) | | |
| 20. Trazabilidad Traceability | 1. TROEMNER cuya Trazabilidad es dada al NIST de los Estados Unidos de Norteamérica CIM cuya Trazabilidad es dada al METAS de Suiza | | |
| 21. Método de calibración Calibration method | 1. Método de Sustitución Doble (ABBA) | | |
| 22. Notas Notes | <ul style="list-style-type: none"> - Los resultados aquí presentados son válidos únicamente para el momento de la calibración esto implica que el manejo y cuidado posterior a la calibración del instrumento es responsabilidad de la empresa solicitante - Este Certificado reúne los requisitos establecidos en la Norma Nacional NTS 03.00.07.12. (ISO/IEC 17025:2005) - Cualquier alteración o cambio invalidan el presente certificado de calibración - Este Documento solo puede ser reproducido de forma completa. | | |



Fuente: GREEN, Don. *Perry's Chemicals Engineers' Handbook*. p. 5.

Anexo 3. Certificado de higrómetro

| Instrument Identification | | | | | | | | | | |
|--|---------|----------------|-------------------|------------|---------|-------------------------------|-----|-------------------|------|-------|
| Model: EF144180 | | | S/N: 170666978 | | | Manufacturer: Control Company | | | | |
| Standards/Equipment: | | | | | | | | | | |
| Description | | Serial Number | | Due Date | | NIST Traceable Reference | | | | |
| Chilled Mirror Hygometer | | 31574/H2048MCR | | 10/19/2017 | | 14489 | | | | |
| Digital Thermometer | | 221197993 | | 10/04/2017 | | 4000-8017448 | | | | |
| Certificate Information: | | | | | | | | | | |
| Technician: 126 | | | Procedure: CAL-17 | | | Cal Date: 9/21/17 | | Due Date: 9/21/19 | | |
| Test conditions: 24.4 °C | | 68.0% RH | | 1014 mBar | | | | | | |
| Calibration Data: | | | | | | | | | | |
| Unit(s) | Nominal | As Found | In Tol | Nominal | As Left | In Tol | Min | Max | ±U | TUR |
| %RH | | N.A. | | 61.02 | 62 | Y | 57 | 65 | 0.8 | >4:1 |
| °C | | N.A. | | 25.288 | 25 | Y | 24 | 26 | 0.59 | 1.7:1 |
| This instrument was calibrated in compliance with ISO/IEC 17028:2055 and ANSI/NCSL Z540-1-1994 Part 1. | | | | | | | | | | |

Fuente: GREEN, Don. *Perry's Chemicals Engineers' Handbook*. p. 7.

Anexo 4. **Tabla de Distribución de Fischer con k-1 y k (n-1) grados de libertad**

TABLE 3-8 F Distribution

Upper 5% Points (F_{α})

| | | Degrees of freedom for numerator | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 | 24 | 30 | 40 | 60 | 120 | ∞ | |
| Degrees of freedom for denominator | 1 | 161 | 200 | 216 | 225 | 230 | 234 | 237 | 239 | 241 | 242 | 244 | 246 | 248 | 249 | 250 | 251 | 252 | 253 | 254 | |
| | 2 | 18.5 | 19.0 | 19.2 | 19.2 | 19.3 | 19.3 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | |
| | 3 | 10.1 | 9.55 | 9.28 | 9.12 | 9.01 | 8.94 | 8.89 | 8.85 | 8.81 | 8.79 | 8.74 | 8.70 | 8.66 | 8.64 | 8.62 | 8.59 | 8.57 | 8.55 | 8.53 | |
| | 4 | 7.1 | 6.94 | 6.59 | 6.29 | 6.26 | 6.16 | 6.09 | 6.04 | 6.00 | 5.96 | 5.91 | 5.86 | 5.80 | 5.77 | 5.75 | 5.72 | 5.69 | 5.66 | 5.63 | |
| | 5 | 6.61 | 5.79 | 5.41 | 5.19 | 5.05 | 4.95 | 4.88 | 4.82 | 4.77 | 4.74 | 4.68 | 4.62 | 4.56 | 4.53 | 4.50 | 4.46 | 4.43 | 4.40 | 4.37 | |
| | 6 | 5.99 | 5.14 | 4.76 | 4.53 | 4.39 | 4.28 | 4.21 | 4.15 | 4.10 | 4.06 | 4.00 | 3.94 | 3.87 | 3.84 | 3.81 | 3.77 | 3.74 | 3.70 | 3.67 | |
| | 7 | 5.59 | 4.74 | 4.35 | 4.12 | 3.97 | 3.87 | 3.79 | 3.73 | 3.68 | 3.64 | 3.57 | 3.51 | 3.44 | 3.41 | 3.38 | 3.34 | 3.30 | 3.27 | 3.23 | |
| | 8 | 5.32 | 4.46 | 4.07 | 3.84 | 3.69 | 3.58 | 3.50 | 3.44 | 3.39 | 3.35 | 3.28 | 3.22 | 3.15 | 3.12 | 3.08 | 3.04 | 3.01 | 2.97 | 2.93 | |
| | 9 | 5.12 | 4.26 | 3.86 | 3.63 | 3.48 | 3.37 | 3.29 | 3.23 | 3.18 | 3.14 | 3.07 | 3.01 | 2.94 | 2.90 | 2.86 | 2.83 | 2.79 | 2.75 | 2.71 | |
| | 10 | 4.96 | 4.10 | 3.71 | 3.48 | 3.33 | 3.22 | 3.14 | 3.07 | 3.02 | 2.98 | 2.91 | 2.85 | 2.77 | 2.74 | 2.70 | 2.66 | 2.62 | 2.58 | 2.54 | |
| | 11 | 4.84 | 3.98 | 3.59 | 3.36 | 3.20 | 3.09 | 3.01 | 2.95 | 2.90 | 2.85 | 2.79 | 2.72 | 2.65 | 2.61 | 2.57 | 2.53 | 2.49 | 2.45 | 2.40 | |
| | 12 | 4.75 | 3.89 | 3.49 | 3.26 | 3.11 | 3.00 | 2.91 | 2.85 | 2.80 | 2.75 | 2.69 | 2.62 | 2.54 | 2.51 | 2.47 | 2.43 | 2.38 | 2.34 | 2.30 | |
| | 13 | 4.67 | 3.81 | 3.41 | 3.18 | 3.03 | 2.92 | 2.83 | 2.77 | 2.71 | 2.67 | 2.60 | 2.53 | 2.46 | 2.42 | 2.38 | 2.34 | 2.30 | 2.25 | 2.21 | |
| | 14 | 4.60 | 3.74 | 3.34 | 3.11 | 2.96 | 2.85 | 2.76 | 2.70 | 2.65 | 2.60 | 2.53 | 2.46 | 2.39 | 2.35 | 2.31 | 2.27 | 2.22 | 2.18 | 2.13 | |
| | 15 | 4.54 | 3.68 | 3.29 | 3.06 | 2.90 | 2.79 | 2.71 | 2.64 | 2.59 | 2.54 | 2.48 | 2.40 | 2.33 | 2.29 | 2.25 | 2.20 | 2.16 | 2.11 | 2.07 | |
| | 16 | 4.49 | 3.63 | 3.24 | 3.01 | 2.85 | 2.74 | 2.66 | 2.59 | 2.54 | 2.49 | 2.42 | 2.35 | 2.28 | 2.24 | 2.19 | 2.15 | 2.11 | 2.06 | 2.01 | |
| | 17 | 4.45 | 3.59 | 3.20 | 2.96 | 2.81 | 2.70 | 2.61 | 2.55 | 2.49 | 2.45 | 2.38 | 2.31 | 2.23 | 2.19 | 2.15 | 2.10 | 2.06 | 2.01 | 1.96 | |
| | 18 | 4.41 | 3.55 | 3.16 | 2.93 | 2.77 | 2.66 | 2.58 | 2.51 | 2.46 | 2.41 | 2.34 | 2.27 | 2.19 | 2.15 | 2.11 | 2.06 | 2.02 | 1.97 | 1.92 | |
| | 19 | 4.38 | 3.52 | 3.13 | 2.90 | 2.74 | 2.63 | 2.54 | 2.48 | 2.42 | 2.38 | 2.31 | 2.23 | 2.16 | 2.11 | 2.07 | 2.03 | 1.98 | 1.93 | 1.88 | |
| | 20 | 4.35 | 3.49 | 3.10 | 2.87 | 2.71 | 2.60 | 2.51 | 2.45 | 2.39 | 2.35 | 2.28 | 2.20 | 2.12 | 2.08 | 2.04 | 1.99 | 1.95 | 1.90 | 1.84 | |
| 21 | 4.32 | 3.47 | 3.07 | 2.84 | 2.68 | 2.57 | 2.49 | 2.42 | 2.37 | 2.32 | 2.25 | 2.18 | 2.10 | 2.05 | 2.01 | 1.96 | 1.92 | 1.87 | 1.81 | | |
| 22 | 4.30 | 3.44 | 3.05 | 2.82 | 2.66 | 2.55 | 2.46 | 2.40 | 2.34 | 2.30 | 2.23 | 2.15 | 2.07 | 2.03 | 1.98 | 1.94 | 1.89 | 1.84 | 1.78 | | |
| 23 | 4.28 | 3.42 | 3.03 | 2.80 | 2.64 | 2.53 | 2.44 | 2.37 | 2.32 | 2.27 | 2.20 | 2.13 | 2.05 | 2.01 | 1.96 | 1.91 | 1.86 | 1.81 | 1.76 | | |
| 24 | 4.26 | 3.40 | 3.01 | 2.78 | 2.62 | 2.51 | 2.42 | 2.36 | 2.30 | 2.25 | 2.18 | 2.11 | 2.03 | 1.98 | 1.94 | 1.89 | 1.84 | 1.79 | 1.73 | | |
| 25 | 4.24 | 3.39 | 2.99 | 2.76 | 2.60 | 2.49 | 2.40 | 2.34 | 2.28 | 2.24 | 2.16 | 2.09 | 2.01 | 1.96 | 1.92 | 1.87 | 1.82 | 1.77 | 1.71 | | |
| 30 | 4.17 | 3.32 | 2.92 | 2.69 | 2.53 | 2.42 | 2.33 | 2.27 | 2.21 | 2.16 | 2.09 | 2.01 | 1.93 | 1.89 | 1.84 | 1.79 | 1.74 | 1.68 | 1.62 | | |
| 40 | 4.08 | 3.23 | 2.84 | 2.61 | 2.45 | 2.34 | 2.25 | 2.18 | 2.12 | 2.08 | 2.00 | 1.92 | 1.84 | 1.79 | 1.74 | 1.69 | 1.64 | 1.58 | 1.51 | | |
| 60 | 4.00 | 3.15 | 2.76 | 2.53 | 2.37 | 2.25 | 2.17 | 2.10 | 2.04 | 1.99 | 1.92 | 1.84 | 1.75 | 1.70 | 1.65 | 1.59 | 1.53 | 1.47 | 1.39 | | |
| 120 | 3.92 | 3.07 | 2.68 | 2.45 | 2.29 | 2.18 | 2.09 | 2.02 | 1.96 | 1.91 | 1.83 | 1.75 | 1.66 | 1.61 | 1.55 | 1.50 | 1.43 | 1.35 | 1.25 | | |
| ∞ | 3.84 | 3.00 | 2.60 | 2.37 | 2.21 | 2.10 | 2.01 | 1.94 | 1.88 | 1.83 | 1.75 | 1.67 | 1.57 | 1.52 | 1.46 | 1.39 | 1.32 | 1.22 | 1.00 | | |

Interpolation should be performed using reciprocals of the degrees of freedom.

Fuente: GREEN, Don. *Perry's Chemicals Engineers' Handbook*. p. 9.