

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario Del Sur Occidente  
Carrera de Ingeniería En Alimentos  
Mazatenango, Suchitepéquez



**“Estandarización de la curva granulométrica de la grasa en polvo,  
utilizada en La elaboración de un producto prensado  
comercializado actualmente, por una Industria De Productos  
Culinarios Deshidratados”**

Trabajo De Graduación

Presentado a las Autoridades Del Centro Universitario Del Sur  
Occidente –CUNSUROC-

POR:

T.U. Evelyn María Del Mar Gómez Wilhelm  
CARNÉ: 2007 40299

Inga. Carolina Estrada Elena  
Asesora Principal

Q. B. Ivo Mahelly Santizo Rodas  
Asesor Adjunto

Previo a conferirle el título de:  
**INGENIERA EN ALIMENTOS**  
En el grado académico de Licenciada

**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario del Suroccidente**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo	Rector
Dr. Carlos Enrique Camey Rodas	Secretario General

**Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario del Suroccidente**

Dra. Alba Ruth Maldonado de León	Presidenta
----------------------------------	------------

**Representantes de Profesores**

MSc. Mirna Nineth Hernández Palma	Vocal
MSc. José Norberto Thomas Villatoro	Secretario

**Representante Graduado del CUNSUROC**

Lic. Ángel Estuardo López Mejía	Vocal
---------------------------------	-------

**Representantes Estudiantiles**

TS. Elisa Raquel Martínez González	Vocal
Br. Irrael Esduardo Arriaza Jerez	Vocal



## COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico

MSc. Carlos Antonio Barrera Arenales

Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lic. Edin Aníbal Ortiz Lara

Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Nery Edgar Saquimux Canastuj

Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Marco Antonio del Cid Flores

Coordinador Carrera Ingeniería en Agronomía Tropical

MSc. Erick Alexander España Miranda

Coordinadora Carrera Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y  
Notario

Licda. Tania María Cabrera Ovalle

Coordinador Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Celso González Morales

## CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA DEL CUNSUROC

Coordinadora de las carreras de Pedagogía

Lcda. Tania Elvira Marroquín Vásquez

Coordinadora Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la  
Comunicación

MSc. Paola Marisol Rabanales



Mazatenango, 30 de abril de 2015

Honorables Miembros del Consejo Directivo  
Centro Universitario de Sur Occidente  
Universidad San Carlos de Guatemala

Señores del Consejo Directivo

De manera atenta me dirijo a ustedes deseándoles toda clase de éxitos en sus labores diarias. Yo: EVELYN MARÍA DEL MAR GÓMEZ WILHELM, con carnet número 200740299, de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, me presento ante ustedes con el fin de solicitar fecha de Examen Público y Acto de Graduación de la Carrera de Ingeniería en Alimentos. Ya que he llenado los requisitos necesarios para tan fin. Mi trabajo de graduación se titula: "ESTANDARIZACION DE LA CURVA GRANULOMETRICA DE LA GRASA EN POLVO, UTILIZADA EN LA ELABORACION DE UN PRODUCTO PENSADO COMERCIALIZADO ACTUALMENTE POR UNA INDUSTRIA DE PRODUCTOS CULINARIOS DESHIDRATADOS".

Respetuosamente propongo el viernes 22 de mayo a las 18:00 horas, para la realización del Examen Público y Acto de Graduación.

Sin otro particular y agradeciendo de ante mano la atención a la presente, me suscribo de ustedes deferentemente.

  
EVELYN MARÍA DEL MAR GÓMEZ WILHELM

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **DIOS:**

Por guiar mis pasos en cada momento y etapa de mi vida, por permitirme alcanzar este triunfo y nunca desampararme.

### **MIS PADRES:**

Irene Virginia Wilhelm Alconero y Víctor Gómez Gómez. Por su esfuerzo, dedicación, apoyo y por enseñarme que en la vida hay tropiezos que debo enfrentar sin temor a equivocarme.

### **MIS HERMANOS:**

Virginia, Victor y Andres. Por su apoyo incondicional, por formar parte de mi vida y de mi diario vivir.

### **MI ABUELA:**

Eva Alconero de Wilhelm. Por sus sabios consejos y apoyo.

### **TIOS:**

Por qué siempre han estado presentes en mi vida, en especial a Guillermo Wilhelm y Manolo Gómez, que formaron parte de este triunfo.

### **PRIMOS:**

Con todo cariño y como un ejemplo a no abandonar las metas propuestas en la vida.

### **AMIGOS Y AMIGAS:**

Por su sincera amistad, cariño, apoyo, comprensión y cada uno de los momentos vividos dentro y fuera de las aulas de la Universidad San Carlos de Guatemala, en especial a Maite Cristales, Rubiancy Pereira y Claudia Castañeda.

## **AGRADECIMIENTOS**

A: **Universidad de San Carlos de Guatemala**

Por haberme dado la oportunidad de escalar un peldaño más en el campo del conocimiento

A: **Q. B. Ivo Mahelly Santizo Rodas**

**Inga. Carolina Estrada Elena**

Por su asesoría y apoyo brindado durante la realización de mi trabajo de graduación, el cual me permite alcanzar este triunfo.

A: **Docentes De La Carrera de Ingeniería En Alimentos**

Por compartir sus conocimientos.

A: **Inga. Astrid Desiree Argueta Del Valle**

Por su paciencia, amistad, conocimientos y consejos compartidos, por su apoyo incondicional en mi carrera universitaria.

A: **Nestlé Fábrica Antigua**

Por brindarme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado y Trabajo de graduación, por el apoyo, colaboración y sabios aprendizajes.

## ÍNDICE GENERAL

ABSTRACT.....	1
1. RESUMEN .....	1
2. INTRODUCCIÓN .....	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	4
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
5. MARCO TEÓRICO .....	6
5.1 ESTANDARIZACIÓN.....	6
5.1.1 Procedimiento de Estandarización.....	6
5.2 GRANULOMETRÍA.....	9
5.2.1 Procedimiento del método de análisis granulométrico .....	10
5.2.1.1 Tamizado a mano.....	11
5.2.1.2 Tamizaje Mecánico.....	12
5.2.2 Clasificación granulométrica.....	13
5.2.3 Curva Granulométrica.....	15
5.3 GRASA EN POLVO .....	16
5.3.1 Almidón.....	17
5.3.2 Grasa Vegetal.....	17
5.3.2.1 Aceite de Palma .....	17
5.3.2.1.1 Usos del aceite de Palma .....	18
5.3.2.1.1.1 Composición .....	18
5.4 ANÁLISIS SENSORIAL .....	19
5.4.1 Métodos de respuesta objetiva .....	19
5.4.1.1 Métodos de valoración.....	19
5.4.1.2 Métodos para detectar diferencias .....	20
5.4.1.3 Métodos analíticos.....	21
5.4.2 Métodos de respuesta subjetiva.....	22
5.4.2.1 Métodos de preferencia.....	23
5.4.2.2 Métodos de aceptabilidad.....	23
5.5 PRUEBAS ESTADÍSTICAS PARA ESTANDARIZACIÓN DE LA GRASA EN POLVO .....	25
5.5.1 Capacidad de proceso.....	25
5.5.1.1 Medición del proceso.....	25
5.5.1.2 Índice de capacidad del proceso .....	26
5.5.2 Análisis de estadística de caja .....	27
5.5.2.1 Interpretación del gráfico .....	28
5.6 PRUEBAS ESTADÍSTICAS PARA ANÁLISIS SENSORIAL.....	28

5.6.1 Análisis estadístico de los datos obtenidos para el panel piloto .....	28
6. OBJETIVOS.....	29
6.1 OBJETIVO GENERAL .....	29
6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	29
7. HIPÓTESIS.....	30
8. RECURSOS, MATERIALES Y METODOLOGÍA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA GRASA EN POLVO.....	31
8.1 RECURSOS .....	31
8.1.1 Recursos Humanos .....	31
8.1.2 Recursos Institucionales .....	31
8.2 MATERIALES .....	31
8.2.1 Suministros .....	31
8.2.2 Insumos .....	32
8.2.3 Utensilios y Equipo.....	32
8.2.4 Análisis Sensorial.....	32
8.3 METODOLOGÍA .....	33
8.3.1 Flujogramas de la estandarización de la curva granulométrica de grasa en polvo .....	33
8.3.2 Consolidado de matriz de habilidades operacionales.....	34
8.3.3 Método para la estandarización de la curva granulométrica de grasa en polvo.....	35
8.3.3.1 Metodología para definir los controles de temperatura y tiempo en las etapas de cortado y mezclado.....	35
8.3.3.2 Metodología para la determinación del rango de amplitud versus tiempo para obtener el porcentaje de granulometría óptimo. ....	35
8.3.3.3 Metodología de la toma de muestra de producto final prensado.....	36
8.3.3.4 Metodología para el análisis sensorial.....	36
9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	39
9.1 CAPACIDAD DE PROCESO .....	39
9.2 ANÁLISIS DE ESTADÍSTICA DE CAJAS.....	40
9.3 ANÁLISIS DE LA PRUEBA TRIANGULAR.....	40
9.3.1 Hipótesis .....	40
10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	41

10.1 TIEMPO Y TEMPERATURA DE PICADO DE MARQUETAS DE GRASA .....	41
10.2 TIEMPO DE ESPERA ENTRE RECIPIENTES METÁLICOS .....	43
10.3 TIEMPO Y TEMPERATURA DE MEZCLADO DE GRASA EN POLVO.....	44
10.4 TEMPERATURA DE ACONDICIONAMIENTO DE LA GRASA EN POLVO.....	47
10.5 GRANULOMETRÍA DE LA GRASA EN POLVO .....	48
10.6 ÁNGULO DE REPOSO DEL PRODUCTO PREVIO AL PRENSADO .....	49
10.7 DENSIDAD (PESO ESPECÍFICO) DEL PRODUCTO PREVIO AL PRENSADO .....	51
10.8 ALTURA DEL PRODUCTO PRENSADO .....	52
10.9 PESO DEL PRODUCTO PRENSADO .....	53
10.10 PRENSABILIDAD DEL PRODUCTO PRENSADO .....	54
10.11 RESULTADOS DE LA PRUEBA TRIANGULAR .....	55
11. CONCLUSIONES .....	57
12. RECOMENDACIONES .....	58
13. BIBLIOGRAFÍA .....	59
14. ANEXOS .....	61
14.1 VALORES CRÍTICOS DE DISTRIBUCIÓN DE F .....	61
14.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PRUEBA BINOMIAL DE UN EXTREMO .....	62
14.3 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA CAPACIDAD DE PROCESOS.....	63
15. APÉNDICE.....	64
15.1 CONSOLIDADO DE MATRIZ DE COMPETENCIAS OPERACIONALES .....	64
15.2 DISEÑO EXPERIMENTAL DE LAS MEDICIONES PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA GRASA EN POLVO .....	65
15.3 Picnómetro.....	66
15.4 Fluidómetro .....	66

15.5 Durómetro.....	67
15.6 Medidor de altura.....	67
15.7 Pistola láser de temperatura.....	68
15.8 BOLETA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL.....	69
16. GLOSARIO.....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Referencias de índice de capacidad.....	27
Tabla No. 2 Identificación de muestras de masa final en Estudio Piloto .....	38
Tabla No. 3 Datos Tabulados de la prueba triangular.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1	Ejemplo de un proceso estandarizado. ....	8
Figura No. 2	Tamices de diferentes aberturas .....	14
Figura No. 3	Granulómetro .....	14
Figura No. 4	Denominaciones y tamaño de abertura de tamices .....	15
Figura No. 5	Proceso de elaboración de grasa en polvo .....	33
Figura No. 6	Análisis granulométrico .....	33
Figura No. 7	Toma de muestra de producto final prensado .....	34
Figura No. 8	Análisis sensorial.....	34

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica No. 1 Tiempo de picado de marquetas de grasa.....	41
Gráfica No. 2 Temperatura de picado de marquetas de grasa .....	42
Gráfica No. 3 Tiempo de espera entre recipientes metálicos .....	43
Gráfica No. 4 Tiempo de mezclado de grasa picada con el almidón. ....	45
Gráfica No. 5 Temperatura de mezclado de grasa picada con el almidón. ....	46
Gráfica No. 6 Temperatura de acondicionamiento de la grasa en polvo .....	47
Gráfica No. 7 Granulometría de la grasa en polvo.....	48
Gráfica No. 8 Ángulo de reposo del producto previo al prensado.....	50
Gráfica No. 9 Peso Específico del producto previo al prensado .....	51
Gráfica No. 10 Altura del producto prensado. ....	52
Gráfica No. 11 Peso del producto prensado. ....	53
Gráfica No. 12 Prensabilidad del producto prensado.....	54

## **ABSTRACT**

The food industries engaged in processing products aim to produce safe and quality food to meet consumer needs.

Because consumer complaints by the presence of lumps of fat in the pressed powder product, which brings them a little distribution thereof in the preparation of their food, the need to investigate the causes of this defect was generated. Giving way to conduct this research topic entitled "Standardization of the grading curve of fat powder, used in the manufacture of a pressed product currently marketed by an industry of dehydrated culinary products".

For the development of research measurements were performed and equipment for making and testing time (stopwatch) and temperatures (blaster) and control registers (check list) for the process were implemented fat powder

To check which team was more effective in carrying out the analysis of particle size of the powdered fat compared three different teams; sieve of 1 mm, 1 mm battery and manual method by checking that the more efficient equipment was 1 mm sieve, increasing the amount of product retention and reducing the decrease thereof.

Sensory evaluation (triangular test) was also performed with trained panelists, the final product by determining that there was no significant difference between the standard sample and the samples evaluated.

## 1. RESUMEN

Las industrias alimenticias que se dedican al procesamiento de productos tienen como objetivo producir alimentos inocuos y de calidad para satisfacer las necesidades del consumidor.

Debido a reclamos de los consumidores por la presencia de grumos de grasa en polvo en el producto prensado, que les ocasiona una poca distribución del mismo en la elaboración de sus alimentos, se generó la necesidad de investigar las causas de este defecto. Dando paso a la realización del presente tema de investigación titulado “Estandarización de la curva granulométrica de la grasa en polvo, utilizada en la elaboración de un producto prensado comercializado actualmente por una industria de productos culinarios deshidratados”.

Para el desarrollo de la investigación se realizaron mediciones y se implementaron equipos, para la toma y verificación de tiempos (cronómetro) y temperaturas (pistola láser), así como registros de control (check list) para el proceso de grasa en polvo

Para comprobar cuál equipo era más eficaz en la realización del análisis de granulometría de la grasa en polvo, se compararon tres diferentes equipos; tamiz de 1 milímetro, batería de 1 milímetro y el método manual comprobando que el equipo más eficiente fue el tamiz de 1 milímetro, aumentando la cantidad de retención de producto y disminuyendo la merma del mismo.

También se realizó una evaluación sensorial (prueba triangular) con panelistas entrenados, del producto final determinando que no existió diferencia significativa entre la muestra patrón y las muestras a evaluar.

## 2. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las industrias alimentarias se encuentran en incremento por la demanda de elaboración de productos, brindándolos con altos estándares de calidad para el consumidor. La calidad engloba, desde la adquisición de la materia prima, hasta el consumo del producto final, incluyendo tanto la producción así como el almacenamiento del mismo.

No se puede obtener un producto de calidad, cuando una materia prima está alterada o con desviaciones de inocuidad; por dicha razón, se establecen parámetros adecuados para una mejora continua.

Actualmente la industria de productos culinarios deshidratados aplica tecnología avanzada en los procesos establecidos para sus productos. Basados en estándares de calidad, fue necesario reforzar las medidas de seguridad alimentaria para prevenir cualquier desviación en todo el proceso de la elaboración de los productos.

Para ello fue necesario establecer parámetros (tiempo y temperatura) en el proceso de fabricación que permitió construir y estandarizar la curva granulométrica de la grasa en polvo.

En la estandarización de la curva granulométrica se implementó la utilización de una pistola láser para medir la temperatura y un cronómetro para medir los tiempos en cada etapa; asimismo se establecieron registros (check list) de control de tiempos y temperaturas para verificar que el cortado y mezclado del proceso de elaboración de grasa en polvo esté cumpliendo con los parámetros establecidos.

La estandarización de la curva granulométrica fue importante realizarla para obtener la tendencia homogénea del tamizado de la grasa en polvo; ya que la grasa tuvo influencia en la elaboración del producto prensado, principalmente en las etapas de cortado y mezclado. La etapa de cortado consistió en rebanar por medio de unas cuchillas, las

maquetas de grasa vegetal y la etapa de mezclado de la grasa en polvo, fue la agregación de almidón con la grasa vegetal picada ya homogenizada, tomando en cuenta los parámetros de temperatura y tiempo en dichas etapas.

En el análisis de granulometría se estableció que el equipo adecuado es el tamiz de 1 milímetro, ya que este tiene la capacidad de retener mayor cantidad de producto con respecto a la batería de 1 milímetro y al método manual.

Por medio de una evaluación sensorial (prueba triangular) se determinó el porcentaje óptimo (87%) en la granulometría de la grasa que evita la aparición de grumos de grasa en la mezcla final y en el que no existió diferencia significativa entre la muestra de referencia y las muestras a evaluar ( $P \geq 0.05$  con un 99% de confiabilidad).

### 3. JUSTIFICACIÓN

Con la presente investigación “estandarización de la curva granulométrica de la grasa en polvo” se adquirió como mejora, la disminución de reclamos por parte del consumidor, por presencia de grumos en el producto final, ya que se cumplió con las expectativas del cliente en función de calidad.

Los beneficios que se alcanzaron de la determinación granulométrica, fue el incremento de la homogeneidad de la grasa en polvo dentro de la masa, para la reducción de la variabilidad del peso, enfocada directamente en el producto previo al prensado.

Entre los aspectos de calidad que se manejaron en esta industria de productos culinarios deshidratados fue la estandarización de resultados, en base a los análisis realizados en los diferentes puntos críticos del proceso. La estandarización de la curva granulométrica, consistió en una representación gráfica de los resultados obtenidos a partir del tamaño de la partícula de la grasa, ya que estuvo influenciada por parámetros de control (tiempos y temperaturas), en las etapas de cortado y mezclado de la grasa en polvo.

La adecuada estandarización de la curva granulométrica de la grasa en polvo, evitó tener partículas muy gruesas o muy finas que desfavorecían la mezcla del producto final y generaba problemas en la compactación y la velocidad del producto prensado.

#### 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en esta industria de productos culinarios deshidratados se registraba un historial sobre reclamos por parte del consumidor de diferente índole; uno de ellos fue la aparición de grumos formados en el producto final, tal es el caso del “producto prensado”. La principal variable de este problema se derivó de los parámetros de control de calidad en las etapas de cortado y mezclado de grasa en polvo, debido a que éstas definen el porcentaje de granulometría óptimo, para la elaboración de la grasa en polvo.

La estandarización de la curva granulométrica es un punto de control dentro del área de producción, ya que el tamaño de la partícula de la grasa en polvo influye en la etapa de mezclado de la masa final.

La sobredosificación de la masa previa al prensado, genera un producto final con un peso neto erróneo, y variaciones de las dimensiones en el proceso de prensado, lo cual tiene efectos negativos en la calidad del producto.

Otro de los inconvenientes que causa la granulometría no adecuada, es la mala compactación del producto, debido a que si no se manejan las temperaturas y tiempos adecuados en las etapas de cortado y mezclado, se tendrá una materia prima poco manejable en la etapa de prensado, pues se elaboró mediante una fuerza ejercida por pistones, lo que generó poco manejo de la prensa sobre el mismo y una disminución de velocidad en el prensado, tomando en cuenta que también se pudo ocasionar derramamiento de masa.

La finalidad de este estudio fue el estandarizado de la curva granulométrica de la grasa en polvo, garantizando el óptimo funcionamiento de la maquinaria y la obtención de productos prensados, de óptima calidad.

## **5. MARCO TEÓRICO**

### **5.1 ESTANDARIZACIÓN**

Es el proceso mediante el cual se realiza una actividad de manera standard o previamente establecida. El término estandarización proviene del término standard, aquel que refiere a un modo o método establecido, aceptado y normalmente seguido para realizar determinado tipo de actividades o funciones.

La estandarización tiene como objetivo establecer un patrón dentro del área de una industria, al mismo tiempo cumpliendo con las normas y leyes que son de gran importancia desempeñar con el fin de obtener los resultados esperados y aprobados para la actividad en cuestión.

#### **5.1.1 Procedimiento de estandarización**

Estos procedimientos se utilizan para corroborar el apropiado funcionamiento de maquinaria, equipos o empresas de acuerdo a los parámetros y estándares establecidos por dichas empresas.<sup>1</sup>

##### **5.1.1.1 Beneficios de aplicar procedimientos estandarizados**

- Eliminar la variabilidad de los procesos, estableciendo cualidades en los procesos que tienden a no ser constantes, introduciendo estándares.
- Asegurar resultados esperando la disminución del tiempo de ciclo de cada operación.
- Optimizar el uso de materiales y herramientas, buscando la planificación de las actividades para obtener el rendimiento de mejores resultados.

---

<sup>1</sup> <http://www.definicionabc.com/general/estandarizacion.php#ixzz3AghSxEP6>

- Mejorar la calidad para satisfacer las expectativas del cliente y por ende resaltar aquellas actividades críticas que están destinadas a cumplir con los estándares de calidad y seguridad dentro de la empresa.
- Acondicionar el trabajo para que los sistemas puedan ser introducidos y desarrollados con una mejora continua ejecutado por el personal que realiza el trabajo.<sup>2</sup>

#### 5.1.1.2 Pasos para llegar a una estandarización para mejorar la productividad de la empresa;

- **Describir el proceso actual**

El objetivo es describir cómo se realiza en el presente el proceso, no cómo debería realizarse.

- **Planear una prueba del proceso**

La adquisición de un equipo para la realización de la prueba de un proceso.

- **Ejecutar y monitorear la prueba**

El requerimiento es la recolección de información obteniendo ideas de todo el equipo para asimismo implementar el proceso en cuestión.

- **Revisar el Proceso**

Utilizar la información que se ha obtenido para mejorar el proceso. Simplificar la documentación, tratando de mantenerla lo más simple y gráfica posible. Detectar formas de probar o ensayar el proceso y enfatizar los aspectos claves del mismo.

---

<sup>2</sup> <http://www.team.co/web/articulo/Estandarizacion-de-procesos>

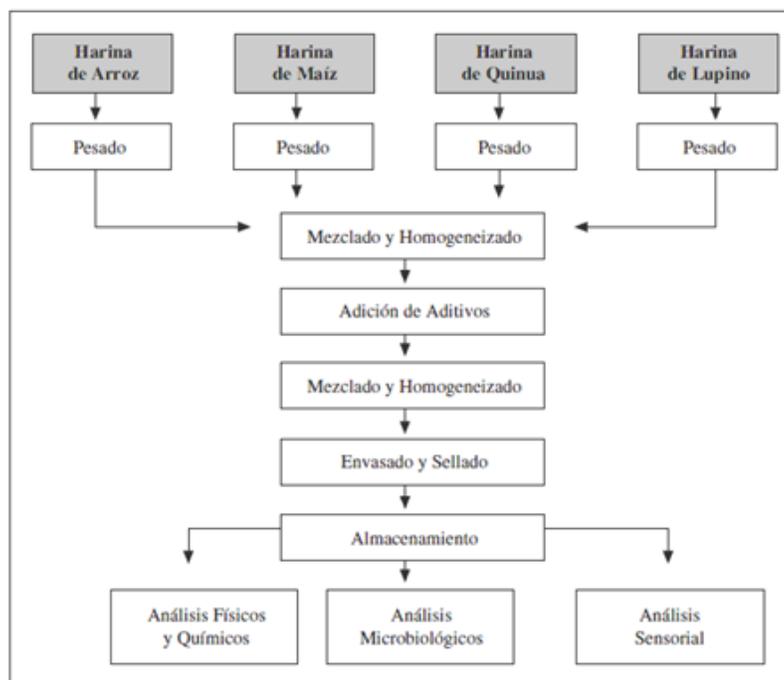
- **Difundir el uso del proceso una vez revisado**

Entrenar a las personas que no tienen el conocimiento sobre el nuevo proceso.

- **Mantener y mejorar el proceso**

Asegurar que todos utilizan el proceso mejorado, animando a buscar nuevas mejoras en él. Desarrollando métodos para capturar, probar e implementar las ideas del personal. Mantener los documentos actualizados y asegurar de que son utilizados, particularmente para entrenar a los nuevos empleados.<sup>3</sup>

**Figura No. 1 Ejemplo de un proceso estandarizado.**



FUENTE: [http://www.dane.gov.co/revista\\_ib/images/cua3\\_art12\\_r2.jpg](http://www.dane.gov.co/revista_ib/images/cua3_art12_r2.jpg)

<sup>3</sup> <http://www.engenium.com.mx/estandarizacion-de-procesos>

## 5.2 GRANULOMETRÍA

Una forma de medir tamaños de partículas es haciéndolas pasar por mallas o tamices de distintas aperturas. La apertura también se denomina luz del tamiz. Todas las partículas que atraviesen el tamiz tendrán un tamaño menor que su luz.

La granulometría es la determinación de la distribución del tamaño de partícula en un polvo de un producto o materia prima.

El objetivo de la granulometría es el tamizado de una cantidad de producto a través de diferentes tamices y determinación gravimétrica de los residuos.

La interpretación de los resultados se realizará mediante la aplicación de forma manual, realizando el siguiente cálculo:

$$R = \frac{(P_2 - P_1) * 100}{P}$$

En donde:

R= porcentaje de retención.

P = masa de la porción de ensayo, en gramos.

P1 = masa del tamiz vacío, en gramos.

P2 = masa del tamiz y su residuo, en gramos.

La granulometría y el tamaño de las partículas afectan las proporciones relativas de las condiciones del producto, así como el peso neto del producto.

Para lograr esto se obtiene la cantidad de material que pasa a través de un tamiz con una malla dada pero que es retenido en un siguiente tamiz cuya malla tiene diámetros ligeramente menores a la anterior.

### **5.2.1 Procedimiento del método de análisis granulométrico**

El análisis granulométrico es la separación de una muestra de un material particular por ensayo de tamizado, y el registro de los resultados.

El procedimiento para el análisis granulométrico se podría realizar tanto manual como mecánicamente.

El procedimiento de muestreo, así como la preparación de la muestras debe hacerse con cuidado a fin de evitar cualquier destrucción de las partículas.

Antes de realizar el análisis se debe de preparar la muestra de la siguiente manera:

- La muestra debe ser representativa.
- Transferir una muestra representativa de al menos 200 gramos en un recipiente seco y cerrar herméticamente.
- Homogenizar el producto mediante la transferencia de toda la muestra en un matraz\* seco, de 500 ml. Mezclar bien por agitación y temblores.

El tamizado es una operación delicada. Es un arte que necesita mucha más destreza y experiencia.

El método de referencia debe ser siempre tamizado manual.

Tener en cuenta la friabilidad del producto, la humedad, la higroscopicidad, propiedades electrostáticas, propensión a obstruir tamices, etc.

Para los métodos mecánicos, seleccionar las condiciones de tamizado que dan resultados tan cerca como sea posible a las de un tamizado manual a obtener.

\* Recipiente de vidrio, generalmente de forma esférico y con un cuello recto y estrecho.

### **5.2.1.1 Tamizado a mano**

Es el tamizado con un tamiz o juego que son sostenidos y agitados manualmente. El proceso de tamizado manual se realizará de la siguiente manera:

- Colocar el tamiz con el tamaño de la abertura más grande en uno de los receptores.
- Ubicar la porción de ensayo en el tamiz, para acomodarla, si la fragilidad se desmenuza fácilmente del producto permite, colocando la tapa y el tamiz, mediante la rotación o de vaivén movimientos o tocando el bastidor del tamiz con la mano.

Cuando un tamizado parece estar terminado, eliminar las partículas que se adhieren a la superficie de fondo del tamiz por medio de un cepillo suave.

Estas partículas deben ser recogidas y se añaden a la medida inferior.

- Para asegurarse de que el tamizado está realmente terminado, situar el tamiz en el segundo receptor y agitar. Comprobar que las partículas que todavía pasaron no superen el 1 % de la muestra patrón.
- Si es necesario cepillar de nuevo la superficie inferior del tamiz, pesar el tamiz y su residuo, deben estar lo más cercano a 0,1 g/m<sup>2</sup>.
- Continuar tamizando a través de los tamices en orden de tamaño de apertura decreciente. Para este propósito reunir a los tamaños distribuidos entre los dos receptores, ubicando el siguiente tamiz sobre uno de los receptores. Verter la medida inferior cuantitativamente en el tamiz y repetir las operaciones de tamizado. Proceda de la misma manera con todos los tamices seleccionados.

### **5.2.1.2 Tamizaje mecánico**

Es el tamizado con un tamiz o un juego de tamices, en los cuales se colocan en un equipo en donde la carga es agitada mecánicamente. El proceso de tamizado mecánico se realizará de la siguiente manera:

- Identificar los tamices a utilizar, dependiendo del material así será el tamaño de la abertura de los tamices.
- Pesar los tamices limpios y secos, anotando los resultados.
- Ordenar de manera decreciente el conjunto de tamices en el aparato elegido (granulómetro).
- Introducir la muestra a utilizar en el primer tamiz del conjunto, eligiendo la amplitud (vibración) y tiempo correspondiente al producto.
- Eliminar suavemente con un cepillo las partículas que se adhieren a la parte inferior del tamiz superior; las partículas deben ser recogidas en el segundo tamiz para asegurarse de que el cribado es realmente terminado.
- Comprobar si las partículas que todavía pasaron el tamiz no superan el 1 % de la muestra problema.
- Si es necesario, cepillar de nuevo la parte inferior de la criba y pesar el tamiz y su residuo de  $0,1 \text{ g/m}^2$ .
- Pesar los tamices con la retención del material en el orden decreciente del tamaño de la abertura.
- Finalmente sopesar la última medida inferior (plato del fondo). Esto permite comprobar que no hay pérdidas que se produjeron durante el tamizado (en el plato de fondo no deben de haber residuos). La suma de los porcentajes de retención debe ser un 100% de la muestra problema.

## 5.2.2 Clasificación granulométrica

Las propiedades físicas y químicas de los sólidos varían en función de su distribución granulométrica. Por esta razón, para poder efectuar controles de calidad en polvos y granulados, es imprescindible conocer la distribución por tamaño de las partículas en los mismos, por ejemplo:

- El café cambia según la región que éste sea.
- El sabor del chocolate cambia según la finura de grano del cacao, esto se debe a que se eliminan los reguladores de acidez proporcionando un sabor más suave y achocolatado.
- La pulverización de la leche en polvo, la finura y la forma de las partículas de la materia prima determinan las propiedades de disolución y el comportamiento de aglomeración de los mismos.

### 5.2.2.1 Tamaños de tamices

Los tamices se fabrican preferentemente de acero inoxidable, bronce u otro material inerte. Constan de una malla de alambre tejido, con hilos simples y de aberturas cuadradas o casi cuadradas, la cual se fija a la base de un cilindro abierto.

La granulometría de los polvos se caracteriza en términos descriptivos, según la abertura nominal del tamiz por donde pasa dicho polvo. De esta manera se reconocen los siguientes tipos de polvos:

- Polvo grueso: no menos de 100% pasa a través de un tamiz N° 1.7 mm; no más de 40% pasa a través de un tamiz N° 355.
- Polvo moderadamente grueso: no menos de 100% pasa a través de un tamiz N° 710 y no más de 40% pasa a través de un tamiz N° 250.

- Polvo moderadamente fino: no menos de 95% pasa a través de un tamiz N° 355 y no más de 40% pasa a través de un tamiz N° 180.
- Polvo fino: no menos de 95% pasa a través de un tamiz N° 180 y no más de 40% pasa a través de un tamiz N° 125.<sup>4</sup>

**Figura No. 2 Tamices de diferentes aberturas**



FUENTE: <http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/insumosagropecuarios/agricolas/cultivosintensivos/copains/balanza-granulometro-y-zarandas-balanza-zarandas-01.htm>

**Figura No. 3 Granulómetro**



FUENTE: [http://www.tyler.com.mx/p\\_agitadores.html](http://www.tyler.com.mx/p_agitadores.html)

---

<sup>4</sup> <http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/85000-89999/86181/dto202-2003-36.htm>

**Figura No. 4 Denominaciones y tamaño de abertura de tamices**

[ $\mu\text{m}$ ]	[#]	[mm]	[#]
20	635	1.00	18
25	500	1.12	
32	450	1.18	16
36		1.25	
38	400	1.40	14
40		1.60	
45	325	1.70	12
50		1.80	
53	270	2.00	10
56		2.24	
63	230	2.36	8
71		2.50	
75	200	2.80	7
80		3.15	
90	170	3.35	6
100		3.55	
106	140	4.00	5
112		4.50	
125	120	4.75	4
140		5.00	
150	100	5.60	3.1/2
160		6.30	1/4 in.*
180	80	6.70	0.265 in.
200		7.10	
212	70	8.00	5/16 in.
224		9.00	
250	60	9.50	3/8 in.
280		10.00	
300	50	11.20	7/16 in.
315		12.50	1/2 in.*
355	45	13.20	0.530 in.
400		14.00	
425	40	16.00	5/8 in.
450			
500	35		
560			
600	30		
630			

FUENTE: [http://www.retsch.es/dltmp/www/53e4b550-58a8-4502-a20f-636500000000-e78ca56ae89b/brochure\\_sieving\\_es.pdf](http://www.retsch.es/dltmp/www/53e4b550-58a8-4502-a20f-636500000000-e78ca56ae89b/brochure_sieving_es.pdf)

### 5.2.3 Curva granulométrica

Se utiliza para la representación gráfica de los resultados que se obtienen de diversas muestras de materia prima, teniendo como objetivo mostrar los porcentajes acumulados y de mayor retención en la batería de tamices.

Tomando en cuenta el peso total y los pesos retenidos, se procede a realizar la curva granulométrica, con los valores de porcentaje retenido que cada diámetro ha obtenido. La curva granulométrica permite

visualizar la tendencia homogénea o heterogénea que tienen los tamaños de grano (diámetros) de las partículas.

Para graficar la curva granulométrica, se debe tomar en cuenta que los porcentajes de muestra que pasa cada uno de los tamices, se encuentran en el eje de las ordenadas y a una escala aritmética, en cambio la ordenación de la abertura del tamiz se encuentra en el eje de las abscisas y con una escala logarítmica (datos cubren una amplia gama de valores); esto para facilitar la construcción de la curva granulométrica.

Realizar de forma correcta la granulometría es de suma importancia para las industrias, ya que la cantidad de partículas del material tendrán un adecuado tamaño.

### **5.3 GRASA EN POLVO**

Está diseñada para ser utilizada en leches modificadas, postres y sopas en polvo, en panadería y en general todos aquellos productos que necesiten un aporte de materia grasa en polvo<sup>5</sup>.

Se pueden realizar a partir de diversas materias grasosas como:

- Grasa vacuno
- Grasa de cerdo
- Grasa de pollo
- Grasa vegetal

---

<sup>5</sup> <http://www.alfachilena.cl/index.php/es/divisiones-y-productos/especialidades/grasasenpolvo.html>

### 5.3.1 Almidón

Es el principal polisacárido de reserva de la mayoría de los vegetales, y la fuente de calorías más importante consumida por el ser humano.

Es un constituyente imprescindible en los alimentos en los que está presente, desde el punto de vista nutricional.

#### 5.3.1.1 Componentes del Almidón

El almidón está constituido por dos compuestos de diferente estructura:

- Amilosa: Está formada por  $\alpha$ -D-glucopiranosas unidas por centenares o miles (normalmente de 300 a 3000 unidades de glucosa) mediante enlaces  $\alpha$ -(1  $\rightarrow$  4) en una cadena sin ramificar, o muy escasamente ramificada mediante enlaces  $\alpha$ -(1  $\rightarrow$  6).
- Amilopectina: Representa el 70-75 % restante. También está formada por  $\alpha$ -D-glucopiranosas, aunque en este caso conforma una cadena altamente ramificada en la que hay uniones  $\alpha$ -(1  $\rightarrow$  4), como se indicó en el caso anterior, y muchos enlaces  $\alpha$ -(1  $\rightarrow$  6) que originan lugares de ramificación cada doce monómeros. Su peso molecular es muy elevado, ya que cada molécula suele reunir de 2.000 a 200.000 unidades de glucosa.<sup>6</sup>

### 5.3.2 Grasa vegetal

#### 5.3.2.1 Aceite de palma

El aceite de palma es un aceite de origen vegetal que se obtiene del mesocarpio de la fruta de la palma *Elaeisguineensis*. Es el tipo de aceite con más volumen de producción, solo superado por el aceite de soja. El aceite crudo de palma es una rica fuente de vitamina A y de vitamina E.

---

<sup>6</sup>Pagán Jiménez, J.R. (2002) "Agricultura precolombina de Las Antillas: retrospectiva y análisis". Anales de Antropología

De la palma aceitera ya se obtenía aceite hace 5,000 años, especialmente en la Guinea Occidental de donde pasó a América, introducida después de los viajes de Colón, y en épocas más recientes fue introducida a Asia desde América.

En América el mayor productor es Colombia el cual ocupa el sexto lugar a nivel mundial y luego destacan los siguientes países: Ecuador, Honduras, Costa Rica y Guatemala.

“La palma africana en el año 2011 ocupaba solamente el 2% de toda la superficie agrícola del país comparado con un 55% que ocupa el maíz y el frijol” <sup>7</sup>.

#### **5.3.2.1.1 Usos del aceite de palma**

De la palma africana se utilizan los frutos, tanto la pulpa como la almendra.

Una vez transformados, los productos de la palma se utilizan en la industria agroalimentaria (más de 50%), la industria química, cosmética, alimentación animal y más recientemente para agrocombustibles).

##### **5.3.2.1.1.1 Composición**

- 40-48% ácidos grasos saturados (principalmente palmítico)
- 37-46% ácidos grasos monoinsaturados (principalmente oleico)
- 10% ácidos grasos poliinsaturados.

#### **5.3.2.2 Industria del aceite de palma**

El aceite de palma se extrae de la porción de la fruta mediante varias operaciones. Luego los separadores dividen las hojas y los racimos vacíos de la fruta. Después se transporta la fruta a los digestores donde se la calienta para convertirla en pulpa.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup>United States Department of Agriculture, Agricultural Statistics 2004.

## **5.4 ANÁLISIS SENSORIAL**

Los datos de las pruebas sensoriales pueden presentarse en forma de frecuencias, ordenamiento por rangos o datos numéricos cuantitativos para evaluar la información de las pruebas sensoriales. La forma de los datos depende del tipo de escala de medición utilizada para la prueba sensorial.

Cuando se aplica análisis estadístico de los datos se debe emplear métodos adecuados para los datos de frecuencia, de ordenamiento o cuantitativos.

Entre los métodos para la realización de un análisis sensorial están los métodos de respuesta objetiva y métodos de respuesta subjetiva.

### **5.4.1 Métodos de respuesta objetiva**

En este método los jueces no son considerados como preferencia personal, ellos evalúan el producto con conocimientos previos utilizando la facultad de discriminar al analizarlo. Los métodos de respuesta objetiva se subdividen en:

#### **5.4.1.1 Métodos de valoración**

Su objetivo es evaluar productos con rapidez de acuerdo a la calidad. Se utiliza cuando se evalúa en corto tiempo un número grande de muestras. El método de valoración se subdivide en otros métodos:

- De puntaje compuesto: este método permite hacer una evaluación comparativa de las muestras en estudio. Las muestras que se presentan pueden tener hasta 4 variables, las cuales son evaluadas separadas sobre cada una de las características solicitadas. (color, olor, sabor, textura, consistencia, entre otros).

- Descriptivo: por este método es posible evaluar hasta 6 muestras diferentes. Se usa un panel evaluador que no necesariamente esté entrenado. Las muestras se valoran de acuerdo a una escala de calidad, que va de "excelente" a "malo", y se pide al degustador que marque en ella la calidad de las muestras que se le presentan para evaluar.
- Numérico: se define primero la característica que va a ser medida y se le fijan grados sucesivos que van desde "mejor" a "malo", en relación a calidad. El equipo debe estar capacitado para identificar las desviaciones que puedan surgir en la prueba a realizar.

#### 5.4.1.2 Métodos para detectar diferencias

Indica si dos muestras son iguales o diferentes, pero no necesariamente señalan la diferencia o la causa de ella. El panel que requiere está constituido por pocos jueces, entrenados, que hacen varias repeticiones de la degustación. Entre los métodos a elegir encontramos:

- Dúo-Trío: en este método se entrega al juez tres muestras: primero se sirve un estándar conocido y en seguida se presentan dos muestras desconocidas al mismo tiempo, y se pregunta cuál de las dos muestras es igual al estándar que se entregó primero.
- De estímulo único: se llama también prueba o test de "A-no A". El método consiste en entregar al juez una muestra estándar o control, sea A, varias veces, para que se familiarice con ella sensorialmente. En seguida, se le entrega la muestra llamada "no-A", que es la que va a calificar y se le pregunta si ella corresponde o no a la que degustó primero.

- Pareado: este método permite detectar pequeñas diferencias entre dos muestras. Elimina el efecto de la memoria, que es fundamental en el método anterior. Puede usarse para medir:
  - a) Diferencias de calidad.
  - b) Diferencias de una característica de calidad.
- Triangular: este es tal vez el método más usado por paneles de degustadores. Permite seleccionar jueces y también medir propiedades sensoriales de los alimentos, diferencias en la materia prima, y en general es muy útil para determinar pequeñas diferencias.
- De comparación múltiple: permite detectar diferencias de intensidad moderada, cuando hay pequeños efectos entre las muestras. Se le pide al evaluador que señale si la muestra es superior o inferior a la muestra control.

#### 5.4.1.3 Métodos analíticos

Proporciona la información más completa sobre los caracteres sensoriales de las muestras, ya que mide los efectos de cada una de las características de calidad sobre la complejidad del total. Determina la intensidad de los diferentes componentes, utilizando paneles con jueces altamente entrenados. Este método se emplea para diagnosticar alteraciones del producto o para aislar estos mismos factores. Este método se clasifica en:

- De muestra única: en este método se le entrega al juez sólo una muestra por sesión y se pide toda la información deseada, incluso si detecta algún sabor u olor extraño en el producto. El juez debe ser capaz de describir todo lo referente a sabor u olor extraño que tenga el producto, sea en trazas, concentración moderada o en cantidad apreciable, y calificar si esto extraño que percibe, es aceptable u objetable.

- Analítico descriptivo o perfil analítico (Profile): proporciona información tanto sobre el sabor extraño, la distorsión de sabores y los cambios de intensidad del sabor. Este método permite dar información sobre los componentes aislados que pueden percibirse por el olfato y gusto, en orden de percepción (intensidad de estos componentes) y la calidad total del producto que se está degustando.
- De sabor extraño específico: este método analiza una sola característica, por ejemplo, efecto de envejecimiento, efecto de oxidaciones, entre otros.
- De valoración de calidad con escala por parámetro: este método es una combinación de valoración y analítico, en que el juez debe examinar minuciosamente cada parámetro de calidad para evaluarlo en una escala de 1 a 9 puntos, en la cual cada valor está perfectamente descrito para cada parámetro. Los parámetros que se evalúan son color, forma, apariencia, olor, sabor, textura, consistencia, entre otros. Se requiere que el personal que conduce la evaluación sea experimentado y los jueces entrenados.

#### **5.4.2 Métodos de respuesta subjetiva**

Han sido diseñados para determinar la posible aceptación o preferencia del consumidor, pueden ser administrados en laboratorio con paneles que no requieren entrenamiento, a diferencia de los métodos de respuesta objetiva que sí usan jueces entrenados. Se pueden clasificar en dos grupos:

#### **5.4.2.1 Métodos de preferencia**

Tienen como objetivo determinar cuál, de dos o más muestras, es preferida por un gran número de personas. Entre los métodos que se usan están:

- De simple o pareado preferencia: en este método es aconsejable entregar sólo dos muestras diferentes en cada prueba. El juez debe contestar a una sola pregunta: ¿Cuál prefiere?, los resultados se analizan por el método de varianza.
- De ordenamiento o ranking: el objetivo de este método es seleccionar las mejores muestras, en ningún caso da información analítica sobre ellas. Además, este método permite conocer si los panelistas tienen habilidad para reconocer diferentes intensidades, sea de un mismo color, un mismo gusto, una gradiente de consistencia o firmeza.
- Escala Hedónica: utilizado para medir preferencias, además permite medir estados psicológicos. En este método la evaluación del alimento resulta hecha indirectamente como consecuencia de la medida de una reacción humana. Se usa para estudiar a nivel de laboratorio la posible aceptación del alimento. Se pide al juez que luego de su primera impresión responda cuánto le agrada o desagrada el producto; esto lo informa de acuerdo a una escala verbal-numérica que va en la ficha.

#### **5.4.2.2 Métodos de aceptabilidad**

Permiten tener una indicación de la probable reacción del consumidor, frente a un nuevo producto, o a una modificación de uno ya existente o de un sucedáneo o sustituto de los que habitualmente se consumen.

Cuando el producto está aún en fase de prueba se emplean paneles de referencia. Si el producto ya cumplió esa etapa, debe usarse un panel formado por un gran número de personas experimentadas en este tipo de trabajo. Entre los métodos que se usan están:

- De panel piloto: se utiliza cuando el producto está aún en la fase de prueba o etapa confidencial. Mediante este método es posible conocer una probable reacción del consumidor, indica los aspectos que hacen al producto deseable o indeseable. No puede indicar la total preferencia del público.
- De panel de consumidores: en este método se emplea una gran cantidad de público consumidor. Debe ser conducido por personas experimentadas para que la información sea la que interesa. A veces se puede determinar incluso la hora del día en que el producto tiene mayor aceptación. Se recomienda usar diseño experimental.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup>Wittig de Penna, E. 2001. Evaluación Sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos.

## **5.5 PRUEBAS ESTADÍSTICAS PARA ESTANDARIZACIÓN DE LA GRASA EN POLVO**

### **5.5.1. Capacidad de proceso**

La Capacidad del proceso es una propiedad medible de un proceso que puede calcularse por medio del índice de capacidad del proceso (ej. Cpk o Cpm) o del índice de prestación del proceso (ej. Ppk o Ppm). El resultado de esta medición suele representarse con un histograma que permite calcular cuántos componentes serán producidos fuera de los límites establecidos en la especificación.

La capacidad del proceso puede subdividirse en:

- Contrastar la variabilidad de la medida con una tolerancia o especificación predefinida.
- Medición de la variabilidad del proceso

#### **5.5.1.1 Medición del proceso.**

El resultado de un proceso suele tener, al menos, una o más características medibles que se usan para especificar el resultado. Estas pueden analizarse de forma estadística, si los datos del resultado muestran una distribución normal.

Se debe establecer un proceso con un control del proceso adecuado. Un análisis del diagrama del proceso se usa para determinar si el proceso está bajo control estadístico.

Se debe establecer un proceso con un control del proceso adecuado. Un análisis del diagrama del proceso se usa para determinar si el proceso está bajo control estadístico. Si el proceso no está bajo control estadístico entonces no tiene sentido hacer cálculos sobre su capacidad. La capacidad del proceso solo involucra una variación de causa común y no variación de causa especial.

Una serie de datos se deben obtener a partir del resultado del proceso. El promedio del proceso y la desviación se calculan a partir de las mediciones. Con una distribución normal, las colas pueden extenderse mucho más allá de las desviaciones aproximadamente 3 veces la desviación estándar, pero este intervalo debería contener alrededor del 99.7% de los resultados de producción. Por ello, para una distribución normal de los datos, la capacidad del proceso a menudo se describe como la relación entre 6 desviaciones estándar y la especificación requerida.<sup>9</sup>

### **5.5.1.2 Índice de capacidad del proceso**

Son estimaciones numéricas de la capacidad del proceso, es decir, nos dan una idea de cuán capaz es el proceso (a qué nivel cumple con las especificaciones). Básicamente, son el cociente entre la amplitud tolerable del proceso (la distancia entre los límites de tolerancia o límites de especificación), y la amplitud real o natural del proceso (recordemos que, habitualmente, la distancia entre los límites de control es de 6 sigma).

Los índices de capacidad asociados con la variación a corto plazo son Cp (capacidad de proceso), Cpk (índice de capacidad), CPI (índice inferior de capacidad), y CPS (índice superior de capacidad); por otro lado, los asociados con la variación a largo plazo son Pp (potencial del proceso), Ppk (potencial de rendimiento), PPS (potencial de proceso superior), y PPI (potencial de proceso inferior). En la práctica, se suele considerar que 1,33 es el valor mínimo aceptable para un índice de capacidad (es decir, cualquier valor por debajo de esta cifra indicaría que, aunque esté bajo control estadístico, el proceso no cumple con las especificaciones deseadas).<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> [http://www.ugr.es/~mruiz/temas/Tema\\_7.pdf](http://www.ugr.es/~mruiz/temas/Tema_7.pdf)

**Tabla No. 1 Referencias de índice de capacidad**

ÍNDICE	USO	DEFINICIÓN	FÓRMULA
Cp o Pp	El proceso está centrado en los límites de especificación	Es el radio entre la amplitud permitida (distancia entre los límites de especificación) y la amplitud natural	$(LES - LEI) / 6\sigma$
Cpk o Ppk	El proceso no está centrado en los límites de especificación, pero está contenido en ellos	Es el cociente entre la amplitud permitida y la amplitud natural, teniendo en cuenta la media del proceso respecto al punto medio de ambas límites de especificación	$\text{Min}\{ (LES - \mu)/3\sigma, (\mu - LEI)/3\sigma \}$
CPU o PPU	El proceso sólo tiene un límite de especificación superior		$(LES - \mu) / 3\sigma$
CPL o PPL	El proceso sólo tiene un límite de especificación inferior		$(\mu - LEI) / 3\sigma$

FUENTE: [http://www.ugr.es/~mruiz/temas/Tema\\_7.pdf](http://www.ugr.es/~mruiz/temas/Tema_7.pdf)

### 5.5.2 Análisis de estadística de caja

El diagrama de cajas (box o boxplots), introducido por Tukey en el año 1977, se trata de una presentación visual que describe varias características importantes al mismo tiempo, tales como la dispersión y simetría.

Para su realización se representan los valores mínimo (Min), máximo (Máx.), la mediana, primer cuartil (Q1) y el tercer cuartil (Q3) de los datos, sobre un rectángulo, alineado horizontal o verticalmente.

Con esta representación se consigue una impresión rápida de ciertas características básicas de un conjunto de datos: posición, dispersión y simetría o asimetría.

La caja del diagrama cuyos lados más largos muestran el recorrido entre cuartiles contiene la mitad central de los datos y sirve para identificar los valores extremos.

Dicho rectángulo se ubica a escala sobre un segmento que tiene como extremos los valores mínimos y máximos de la variable.

A medida que la mediana esté más centrada en la caja, y cuanto más similares sean las distancias de la caja hasta los valores mínimo y máximo, menos asimétrica es la distribución.

#### 5.5.2.1 Interpretación del gráfico

Está basada en la comparación de las longitudes de los cuatro tramos. Debe tenerse presente que cada uno de los tramos tiene la misma cantidad de elementos, por lo tanto los tramos de menor longitud representan una mayor densidad.

## 5.6 PRUEBAS ESTADÍSTICAS PARA ANÁLISIS SENSORIAL

### 5.6.1 Análisis estadístico de los datos obtenidos para el panel piloto

Se realizará una recolección de las respuestas positivas y negativas de la prueba triangular y los resultados que se obtienen se registran en una tabla y se analizan de forma estadística para encontrar si existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) y obtener conclusiones de la investigación, acerca de la muestra a analizar).<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> B.M. Watts et al, Métodos Sensoriales básicos para la evaluación de alimentos.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1 OBJETIVO GENERAL**

Estandarizar la curva granulométrica de la grasa en polvo, utilizada para un producto prensado comercializada actualmente, por una industria de productos culinarios deshidratados.

### **6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer una metodología adecuada para obtener la granulometría de la grasa en polvo para un producto prensado.
- Determinar el porcentaje de granulometría óptimo que garantice que en el producto final no exista grumos de grasa en polvo.
- Definir rangos de temperatura y tiempo para las etapas de cortado y mezclado, en la elaboración de la grasa en polvo.
- Evaluar sensorialmente, la presencia de grumos en la masa previa al prensado, influenciada por los parámetros establecidos, en las diferentes etapas del proceso de elaboración de grasa en polvo.

## **7. HIPÓTESIS**

Es posible determinar un porcentaje de granulometría óptimo entre 50% y 90% de la grasa en polvo, con el que se obtenga un producto prensado culinario deshidratado que presente homogeneidad en la mezcla de la masa final, satisfaciendo las exigencias del consumidor.

## **8. RECURSOS, MATERIALES Y METODOLOGÍA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA GRASA EN POLVO.**

### **8.1 RECURSOS**

#### **8.1.1 Recursos humanos**

- Inga. Carolina Estrada Elena (Asesor Principal)
- Químico Biólogo Ivo Mahelly Santizo (Asesor Adjunto)
- T.U Evelyn María Del Mar Gómez Wilhelm
- Panelistas de laboratorio
- Personal Operativo

#### **8.1.2 Recursos institucionales**

- Industria de productos culinarios deshidratados
- Laboratorio de evaluación sensorial de la industria de productos culinarios deshidratados.
- Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Sur Occidente

### **8.2 MATERIALES**

#### **8.2.1 Suministros**

- Bata
- Redecilla
- Mascarilla
- EPP (Equipo de protección personal)
- Bolsas plásticas
- Etiquetas para identificar muestras

### **8.2.2 Insumos**

- Grasa vegetal
- Almidón
- Producto Final

### **8.2.3 Utensilios y equipo**

- Tamices
- Granulómetro
- Termómetro
- Cronómetro de laboratorio
- Balanza
- Mezcladora
- Trituradora
- Carritos transportadores
- Pistola láser para medir la temperatura

### **8.2.4 Análisis sensorial**

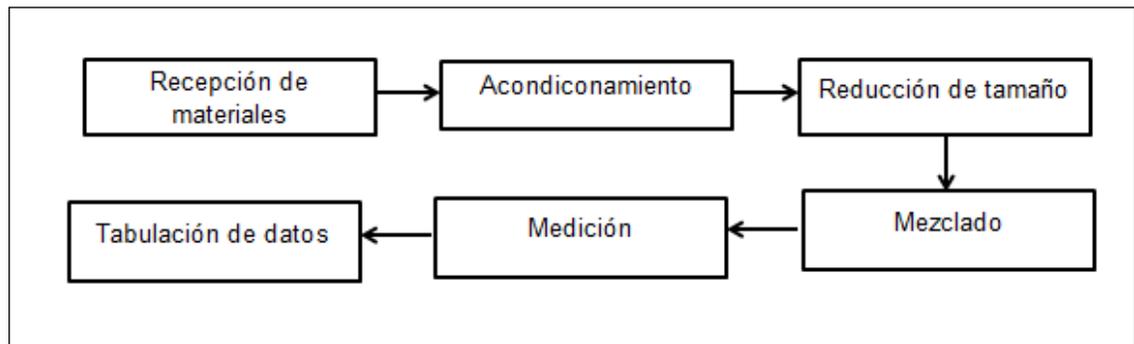
- Estufa
- Cucharas
- Recipientes de vidrio
- Servilletas
- Boleta
- Agua Pura
- Muestra (masa de producto prensado)

### 8.3 METODOLOGÍA

La estandarización de la curva granulométrica de grasa en polvo se realizó de la siguiente forma:

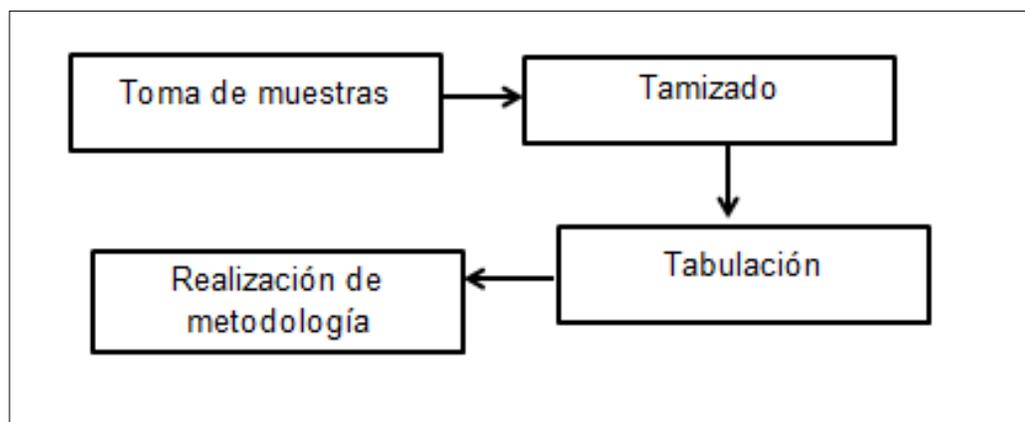
#### 8.3.1 Flujogramas de la estandarización de la curva granulométrica de grasa en polvo

Figura No. 5 Proceso de elaboración de grasa en polvo



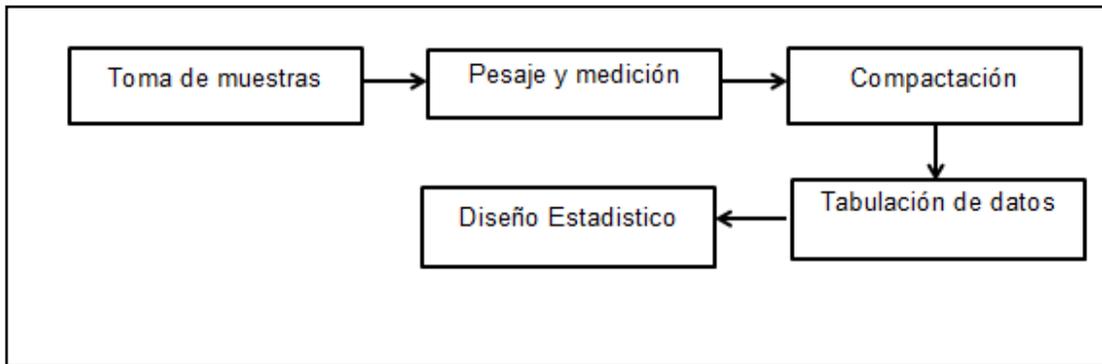
FUENTE: Elaboración propia

Figura No. 6 Análisis granulométrico



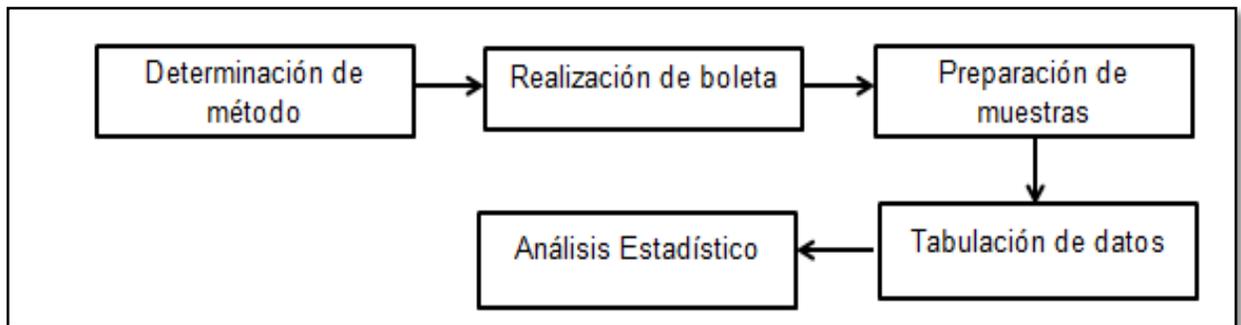
FUENTE: Elaboración propia

**Figura No. 7 Toma de muestra de producto final prensado**



FUENTE: Elaboración propia

**Figura No. 8 Análisis sensorial**



FUENTE: Elaboración propia

### 8.3.2 Consolidado de matriz de habilidades operacionales

- Definición de las competencias: se definió las competencias que se utilizaron para la estandarización de la grasa en polvo.
- Indicación del personal operativo: el personal debe tener conocimiento del proceso.
- Puntuación de conocimiento del personal operativo: se le asignó una ponderación de acuerdo a las habilidades que contenga de 1 a 4 (1= conocimiento básico; 2= puede con ayuda; 3= lo realiza sólo, 4= transmite el conocimiento); (véase apéndice 15.1 pág. 64).

### **8.3.3 Método para la estandarización de la curva granulométrica de grasa en polvo.**

#### **8.3.3.1 Metodología para definir los controles de temperatura y tiempo en las etapas de cortado y mezclado**

- Recepción de Materiales: se recibieron las materias primas e ingredientes minoritarios.
- Acondicionar: la grasa vegetal se colocó en cámara fría (-20 °C) durante 72 horas.
- Reducción de tamaño: se picó la grasa vegetal llevando un control del tiempo y la temperatura del proceso.
- Mezclar: se mezclaron la grasa vegetal picada con almidón llevando un control del tiempo y temperatura hasta que se convierta en polvo.
- Mezcla final: se adicionaron todos los ingredientes minoritarios a la grasa en polvo hasta que se obtenga una mezcla homogénea.
- Medición: a la mezcla final se le determinó el ángulo de reposo y peso específico.
- Tabulación: se recopilaron los resultados de 15 mediciones de tiempo y temperatura de reducción de tamaño, mezclas y mediciones. (véase apéndice 15.2 pág. 65).

#### **8.3.3.2 Metodología para la determinación del rango de amplitud versus tiempo para obtener el porcentaje de granulometría óptimo.**

- Toma de muestra: se tomó 100 g de muestra por cada carrito.
- Tamizar: se colocó la muestra en un granulómetro (batería de tamices) de diferentes diámetros de abertura.
- Tabulación: se recopilaron datos del tiempo que tarda la muestra en ser tamizada y la amplitud (vibración); se evaluó distintos tamices. (véase apéndice 15.2 pág. 65).

- Realización de una metodología: con los resultados obtenidos con la tabulación de datos durante el tamizado se elaboró un procedimiento operativo.

#### **8.3.3.3 Metodología de la toma de muestra de producto final prensado**

- Toma de muestra: se tomó un duplicado de muestras de las líneas de producción.
- Pesaje y medición: las muestras tomadas de las líneas de producción son pesadas, se midieron las dimensiones.
- Compactación: se determinó la capacidad de prensado que tiene la muestra.
- Tabulación de datos: se recopilaron los datos en el diseño (véase apéndice 15.2 pág. 65).
- Diseño Estadístico: el resultado obtenido se interpretó por medio de un diseño estadístico de capacidad de procesos en donde se realizó histogramas.

#### **8.3.3.4 Metodología para el análisis sensorial**

Para el estudio de laboratorio se realizaron las siguientes actividades:

- Determinación del método a utilizar: se utilizó el método de respuesta objetiva, de preferencia con test triangular, midiendo el número de aciertos identificados.
- Determinación de muestras a utilizar: se determinaron las muestras con los resultados obtenidos del análisis granulométrico, con el porcentaje granulométrico adecuado.
- Realización de boleta a utilizar en el estudio piloto: se colocaron 3 rectángulos en blanco, en donde los panelistas colocarán la

numeración de las muestras e indicarán la muestra diferente (véase apéndice 15.8 pág. 69).

- Preparación de las muestras: las fórmulas en el estudio piloto fueron identificadas con códigos de tres dígitos (véase tabla No.2 pág. 38)
- Tabulación y análisis de datos: se recopilaron los datos del panel piloto en donde se calificaron los aciertos o correctas (+) cuando identifiquen correctamente la muestra diferente o bien como incorrectas (-) y se analizó por medio de una prueba binomial de un extremo.

**Tabla No. 2 Identificación de muestras de masa final en Estudio Piloto**

Panelista	Muestra	Código	Muestra	Código	Muestra	Código
1	A	847	B	250	B	429
2	B	791	A	383	A	696
3	B	815	B	770	A	691
4	A	281	B	513	A	107
5	A	393	A	870	B	234
6	B	841	A	471	B	445
7	A	520	A	499	B	135
8	A	242	B	259	A	372
9	A	286	B	181	B	208
10	A	817	A	442	B	829
11	B	475	B	485	A	480
12	A	180	B	474	B	946
13	B	583	A	413	A	381
14	A	196	B	648	A	656
15	B	161	A	827	B	922
16	B	119	B	183	A	844
17	B	334	A	352	A	676
18	A	207	B	770	B	277
19	B	281	B	691	A	895
20	B	457	A	195	A	288

FUENTE: Elaboración Propia, 2014

A cada panelista se le proporcionaron 3 muestras con distinta codificación, en el cual tenían que evaluar visualmente para identificar si existía diferencia entre sí; en donde dos de ellas eran iguales y una distinta.

Los códigos que se utilizaron en las 3 muestras para cada panelista en la prueba triangular de la masa final previa al prensado son los que aparecen en la tabla No.2 pág. 38

## 9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 9.1 CAPACIDAD DE PROCESO

El análisis estadístico que se utilizó para la estandarización de la curva granulometría de la grasa en polvo, fue el método de capacidad del proceso, se realizó gráficos de histogramas y control de proceso.

La capacidad del proceso puede subdividirse en:

- Medición de la variabilidad del proceso
- Contrastar la variabilidad de medida con una tolerancia o especificación predefinida.

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

$$C_p = \frac{\text{Intervalo de tolerancias}}{\text{Capacidad}} = \frac{(USL-LSL)}{6\sigma}$$
$$C_{pi} = \frac{(\bar{X}-LSL)}{3\bar{x}_s} \quad C_{pk} = C_{pi} \quad C_{ps} = \frac{(USL-\bar{X})}{3\bar{x}_s}$$

Siendo:

- Cp: Capacidad de proceso
- Cpk: Índice de capacidad
- C<sub>pi</sub>: Capacidad de proceso inferior
- C<sub>ps</sub>: Capacidad de proceso superior
- USL: Límite superior de la especificación.
- LSL: Límite inferior de la especificación.
- $\bar{X}$ : Promedio de la Media
- $\bar{x}_s$ : Promedio de la desviación estándar

## 9.2 ANÁLISIS DE ESTADÍSTICA DE CAJAS

- Se calculó el valor mínimo de las diferentes muestras.
- Se calculó el primer y tercer cuartil que representan el 25% y 75%.
- Se calculó la Mediana 50%.
- Se calculó el valor máximo de las diferentes muestras.
- Se realizó una tabla con los datos obtenidos de los incisos anteriores.
- Se graficó en donde se presentan una tendencia central del conjunto de datos y la posible presencia de datos atípicos.

## 9.3 ANÁLISIS DE LA PRUEBA TRIANGULAR

Este tipo de análisis estadístico se utilizó para determinar la diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre dos muestras al evaluar la presencia de grumos de grasa en el producto previo al prensado.

El resultado obtenido se analizó por medio de una prueba binomial de un extremo, a partir de comparar el número total de panelistas con respuestas correctas ( $X$ ) con el número total de panelistas ( $n$ ), determinando el nivel de significancia de la prueba.

### 9.3.1 Hipótesis

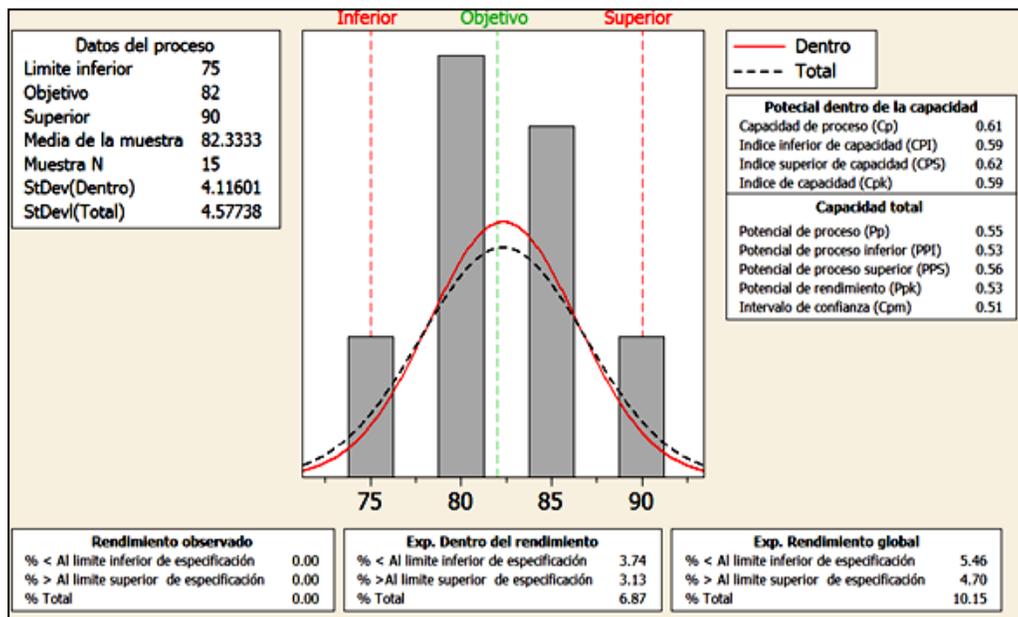
- Hipótesis nula ( $H_0$ ): sí existe diferencia significativa entre las muestras evaluadas.
- Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): no existe diferencia significativa entre las muestras evaluadas.

## 10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 10.1 TIEMPO Y TEMPERATURA DE PICADO DE MARQUETAS DE GRASA

El tiempo de picado se realizó utilizando un cronómetro en una semana en jornada laboral con los dos operarios que cuenta la línea de producción; cada día se realizaron 3 mediciones (1 por cada lote), midiendo el tiempo desde que se retira el empaque de las marquetas de grasa hasta que se obtiene la grasa picada. Al obtener la grasa picada se midió la temperatura de la grasa; utilizando una pistola láser (véase apéndice 15.8 pág. 68), los resultados del tiempo de picado y la temperatura de la grasa se analizaron por medio de un paquete estadístico (MINITAB) y se observan en las gráficas 1 y 2 respectivamente.

**Gráfica No. 1 Tiempo de picado de marquetas de grasa**



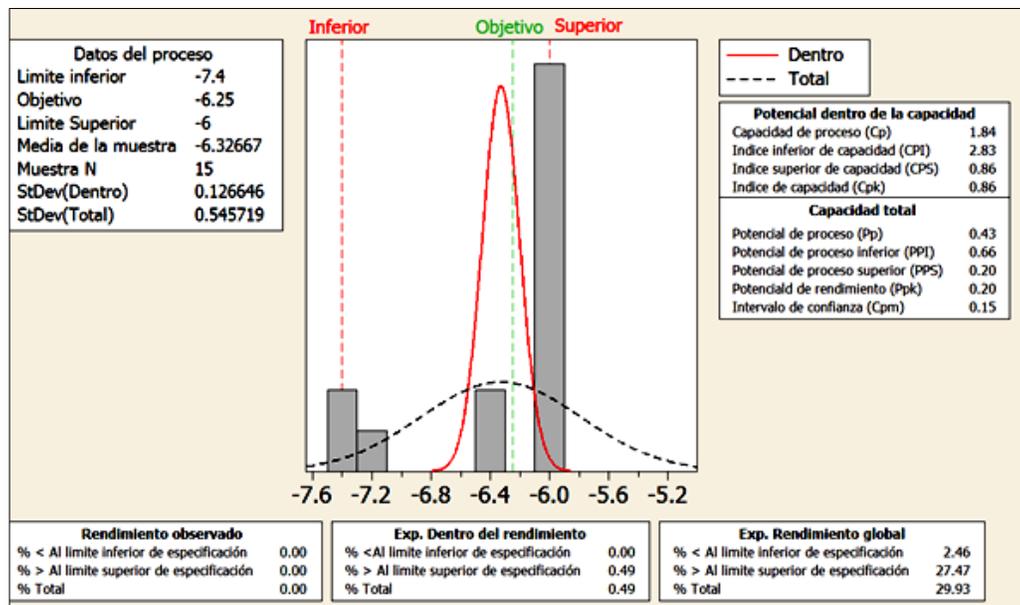
FUENTE: Elaboración propia, utilizando MINITAB, 2015

El análisis estadístico realizado al tiempo de picado de marquetas de grasa tiene una distribución normal, un intervalo de confianza con respecto a la desviación total con un 95.45% de la población de (72.85 s

$\leq \mu \leq 91.15$  s), la dispersión en la distribución de los datos es baja y los coeficientes de variación en base a la desviación dentro y la desviación total son 5.00% y 5.56% respectivamente.

La capacidad de proceso es baja ( $Cp=0.61$ ), esto se debe a que al no tener límites establecidos en esta operación se tomaron como límites los datos mayor y menor (de las mediciones realizadas) como límite superior e inferior respectivamente, por lo que el cálculo del indicador de capacidad de proceso es bajo y fuera de control. Sin embargo para que este proceso esté dentro de control se van a fijar como límite inferior y superior 75 s y 90 s respectivamente debido a que los valores de temperatura que se obtuvieron durante el proceso del picado de las marquetas de grasa son aceptados (Ver gráfica No. 2) y establecer como tiempo de picado 80 s.

**Gráfica No. 2 Temperatura de picado de marquetas de grasa**



FUENTE: Elaboración propia, utilizando MINITAB, 2015

El análisis estadístico realizado a la temperatura de picado de marquetas de grasa muestra que el proceso se encuentra en control ( $Cp$  1.84), es decir que se tiene calidad 6 sigma; encontrando un intervalo de

confianza de la desviación total es de  $(-7.34^{\circ}\text{C} \leq \mu \leq -5.16^{\circ}\text{C})$ , para el 95.45% de la población.

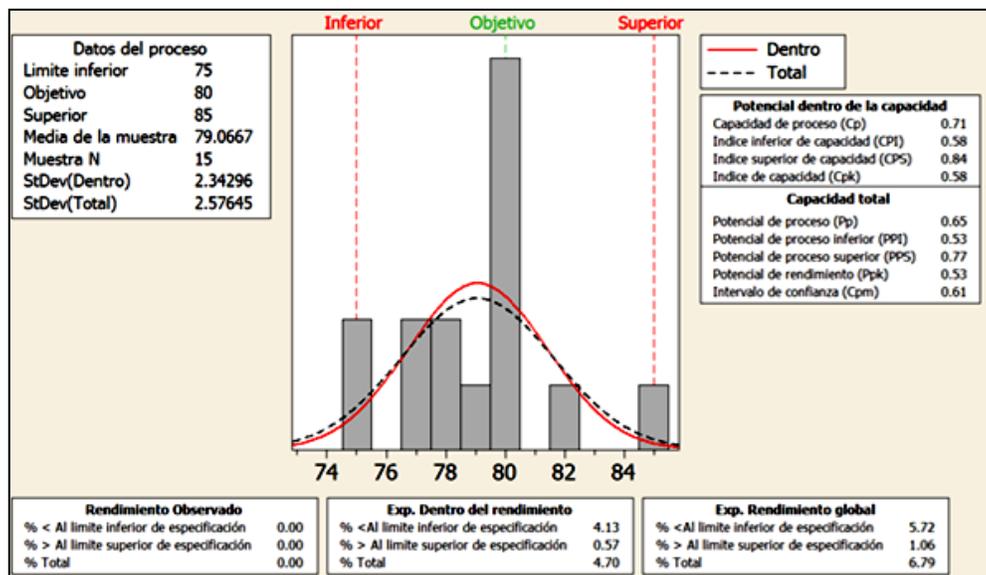
El coeficiente de variación con base en la desviación dentro es de 2.00% y el coeficiente de variación con base en la desviación total es de 8.63% un valor que indica que los datos tienen una mayor dispersión y que no tienen una distribución normal como se puede observar en la gráfica 2, sin embargo al establecer el tiempo de picado en 82 segundos la variabilidad de la temperatura va a disminuir.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la medición de temperatura de las marquetas de la grasa para la capacidad de proceso tiene mayor frecuencia en -6 grados Celsius.

## 10.2 TIEMPO DE ESPERA ENTRE RECIPIENTES METÁLICOS

Se realizó la medición del tiempo de espera entre recipientes metálicos utilizando un cronómetro desde que se terminaba la etapa de cortado de las marquetas de grasa hasta cuando se colocaban en el equipo para ser mezclada la grasa picada con el almidón.

**Gráfica No. 3 Tiempo de espera entre recipientes metálicos**



FUENTE: Elaboración propia, utilizando MINITAB, 2015

En esta etapa del proceso no se tenían establecidos los límites inferior y superior, tomando como límites los valores de los datos menor y mayor de las mediciones de tiempo obtenidas.

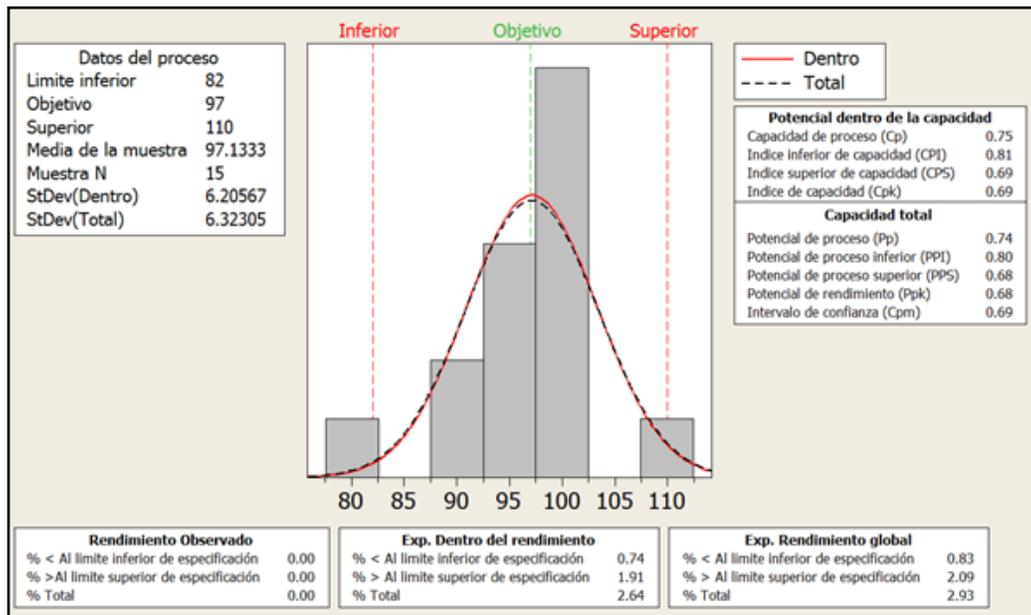
Al analizar los resultados de las mediciones por medio de MINTAB (Ver Gráfica No.3) se observa una mayor frecuencia en 80 s con un intervalo de confianza de la desviación total de  $(74.85 \text{ s} \leq \mu \leq 85.15 \text{ s})$ , para el 95.45% de la población. La capacidad de proceso ( $C_p=0.71$ ) indica que no se encuentra en control el proceso, sin embargo fijando los valores de los límites ahora establecidos y estableciendo en el procedimiento un tiempo de 80 segundos de espera entre recipientes metálicos se va a poder tener control del proceso.

Los coeficientes de variación con base a la desviación dentro y la desviación total son de 2.96% y 3.26% respectivamente.

### **10.3 TIEMPO Y TEMPERATURA DE MEZCLADO DE GRASA EN POLVO**

El tiempo de mezclado se realizó en una semana en jornada laboral con los dos operarios que cuenta la línea de producción, midiendo el tiempo utilizando un cronómetro, desde la agregación del almidón hasta que sale la grasa en polvo, cada día se realizaron 3 mediciones (1 por cada lote). Al obtener la grasa en polvo se midió la temperatura de la grasa; utilizando una pistola láser (véase apéndice 15.8 pág. 68), los resultados del tiempo de mezclado y la temperatura de la grasa en polvo se observan en las gráficas 4 y 5 respectivamente.

**Gráfica No. 4 Tiempo de mezclado de grasa picada con el almidón.**



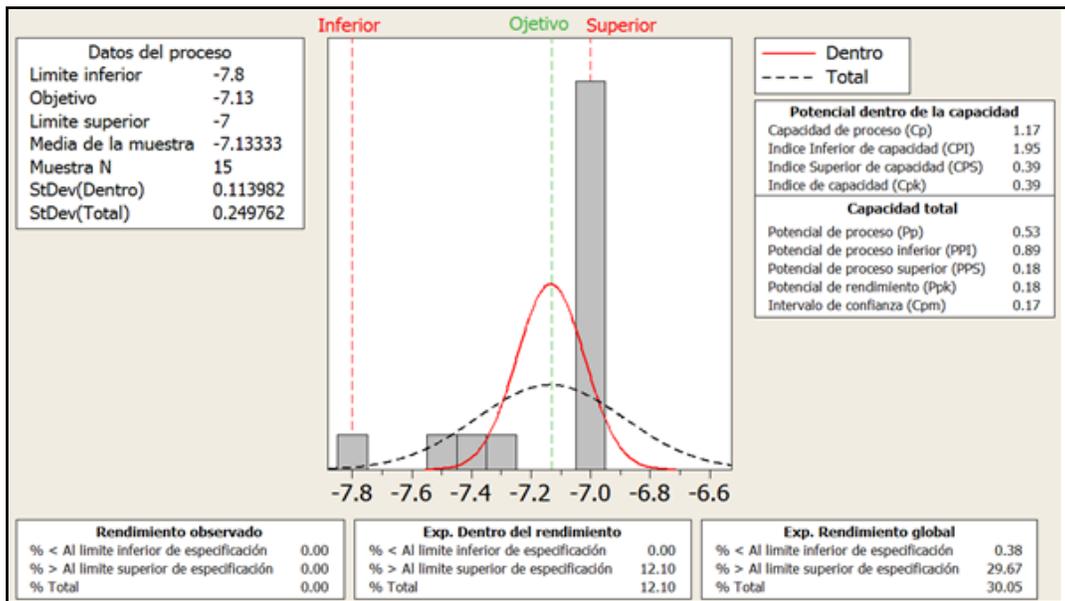
FUENTE: Elaboración propia, utilizando MINITAB, 2015

En el análisis estadístico realizado al tiempo de mezclado de grasa picada con el almidón, los datos tienen una distribución normal con intervalo de confianza en base a la desviación total de ( $84.36 \leq \mu \leq 109.64$ ), para el 95.45% de la población.

El coeficiente de variación con base en la desviación dentro es de 6.39% y el coeficiente de variación con base en la desviación total es de 6.51%, valores muy parecidos y con poca dispersión.

La capacidad de proceso ( $Cp=0.75$ ) indica que no se tiene control del proceso, esto se debe a que las 15 mediciones están distribuidas a lo largo de los límites establecidos por la empresa. Para que el proceso esté bajo control se estableció un tiempo de mezclado de 97 segundos y se supervisará que el personal cumpla con el tiempo establecido.

**Gráfica No. 5 Temperatura de mezclado de grasa picada con el almidón.**



FUENTE: Elaboración propia, utilizando MINITAB, 2015

El análisis estadístico realizado a la temperatura de mezclado de la grasa picada con el almidón tiene un valor promedio de -7.13 grados Celsius, los datos no tienen una distribución normal con una mayor frecuencia en -7 grados Celsius. El intervalo de confianza con respecto de la desviación total de  $(-7.63^{\circ}\text{C} \leq \mu \leq -6.63^{\circ}\text{C})$ , para el 95.45% de la población.

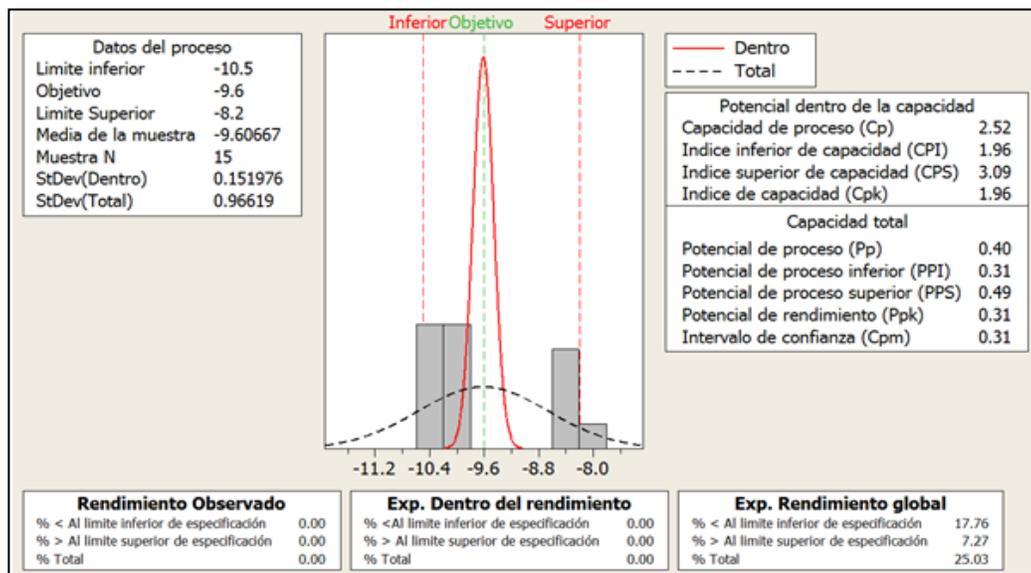
El coeficiente de variación en base en la desviación dentro es de 1.60% y el coeficiente de variación en base a la desviación total es de 3.50%, en ambos casos se obtiene coeficientes de variación bajos demostrando que la temperatura obtenida tiene poca dispersión (menos de 1°C), por lo que se puede decir que es una temperatura homogénea.

La capacidad de proceso ( $C_p=1.17$ ) es ligeramente menor para tener control del proceso, sin embargo al supervisar el cumplimiento del tiempo de mezclado se podrá tener capacidad de control de la temperatura.

## 10.4 TEMPERATURA DE ACONDICIONAMIENTO DE LA GRASA EN POLVO

Luego de que la grasa en polvo era depositada en los sacos contenedores, los sacos son acondicionados en la cámara fría (-20°C) por un día, se define un día de acondicionamiento para alcanzar una temperatura homogénea en el lote y garantizar con ello que la grasa no contenga grumos de grasa que podrían perjudicar la masa del producto final. La temperatura se midió utilizando una pistola láser (véase apéndice 15.8 pág. 68), a las 15 muestras realizadas a lo largo de la semana, los resultados se observan en la gráfica 6.

**Gráfica No. 6 Temperatura de acondicionamiento de la grasa en polvo**



FUENTE: Elaboración propia, utilizando MINITAB, 2015

El análisis estadístico realizado a la temperatura de acondicionamiento de la grasa en polvo tiene una temperatura promedio de -9.6 grados Celsius y un intervalo de confianza en base a la desviación total de  $(-7.67^{\circ}\text{C} \leq \mu \leq -11.53^{\circ}\text{C})$ , para el 95.45% de la población.

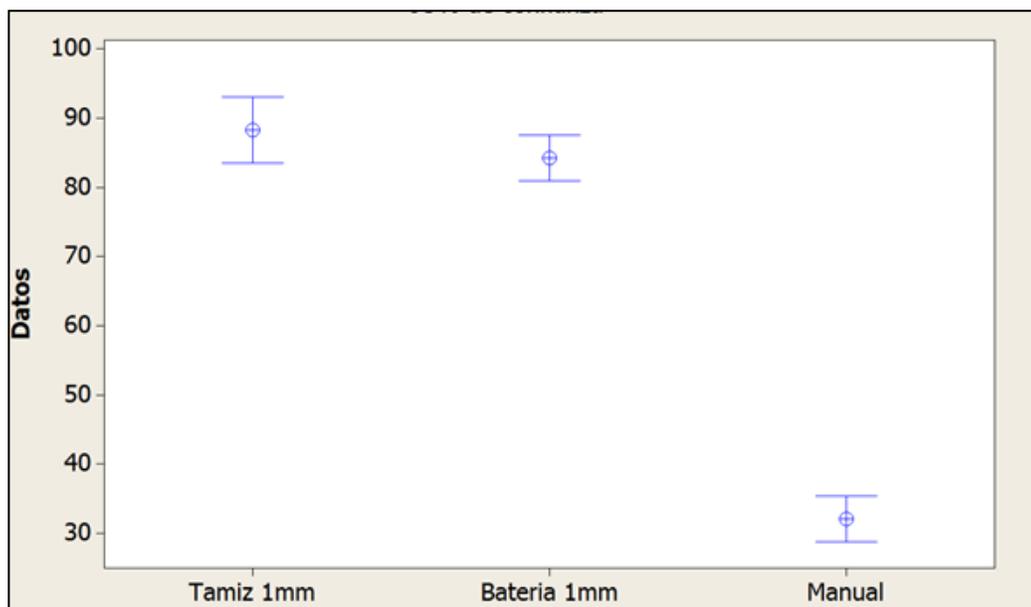
El coeficiente de variación en base a la desviación dentro es de 1.58% y el coeficiente de variación en base a la desviación total es de 10.06%, la distribución de las temperaturas no es una distribución normal con

una mayor dispersión con respecto de la media, sin embargo se alcanza una temperatura mínima de -8 grados Celsius con lo que se alcanza el objetivo de bajar la temperatura de la grasa en polvo sin observar la presencia de grumos de grasa. Esta dispersión es debida a las condiciones propias que experimenta la cámara de refrigeración, ya que en ella se almacenan diversas materias primas y no se puede mantener cerrada durante las 24 horas porque hay materias primas que son utilizadas para otros productos, sin embargo en esta etapa se tiene control del proceso ( $C_p = 2.52$ ).

### 10.5 GRANULOMETRÍA DE LA GRASA EN POLVO

La grasa en polvo es acondicionada por un día, luego se le realizaron pruebas de granulometría con 3 diferentes equipos comparándolos entre sí para determinar el porcentaje de granulometría óptimo para la estandarización de la curva granulométrica de la grasa en polvo.

**Gráfica No. 7 Granulometría de la grasa en polvo**



FUENTE: Elaboración propia, utilizando MINITAB, 2015

Según las pruebas realizadas entre el tamiz 1 milímetro, batería de 1 milímetro (granulómetro), y método manual (colador), se obtuvo que el tamiz de 1 milímetro es el adecuado para realizar el análisis granulométrico de la grasa en polvo con una retención del 87%, ya que la batería de 1 milímetro retiene un 83% y el método manual con una retención de 33%; esto implicar que el método manual presenta mayor incertidumbre en la medición granulométrica, seguido de batería de 1 milímetro, por lo que el tamiz de 1 milímetro es el equipo adecuado para realizar el análisis granulométrico.

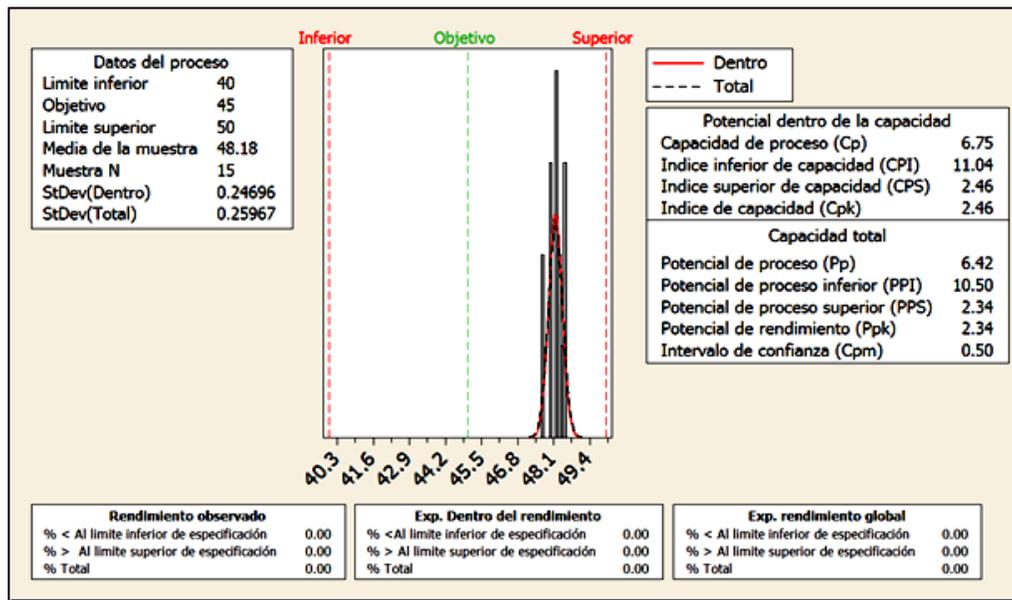
#### **10.6 ÁNGULO DE REPOSO DEL PRODUCTO PREVIO AL PRENSADO**

Finalizada la granulometría de la grasa, se mezcla con ingredientes que le dan las características finales al producto y se deja en reposo durante 24 horas en una cámara a 4 grados Celsius.

Después de reposar por 24 horas, se obtiene una muestra al azar de aproximadamente 300 gramos. De esta muestra, 150 gramos se utilizaron para llevar a cabo la medición del ángulo de reposo y los otros 150 gramos se utilizaron para medir el peso específico.

La medición del ángulo de reposo se realizó a temperatura ambiente utilizando un fluidómetro (véase 15.4 pág. 66), en un ambiente seco y sin corrientes de aire que afectaran la medición, para ello se utilizó un vaso de precipitado de 150 mililitros, la masa previo al prensado se deposita en el vaso de precipitado hasta ocupar un volumen de 150 mililitros y ésta masa se pasa por medio de un fluidómetro, equipo con el cual se formará un montículo de granel sólido. El ángulo de reposo es el ángulo formado entre el vértice (copete) y la horizontal de la base cuando el material se estabiliza por sí mismo, se observa el resultado hasta el final del montículo en la escala graduada.

## Gráfica No. 8 Ángulo de reposo del producto previo al prensado



FUENTE: Elaboración propia, utilizando MINITAB, 2015

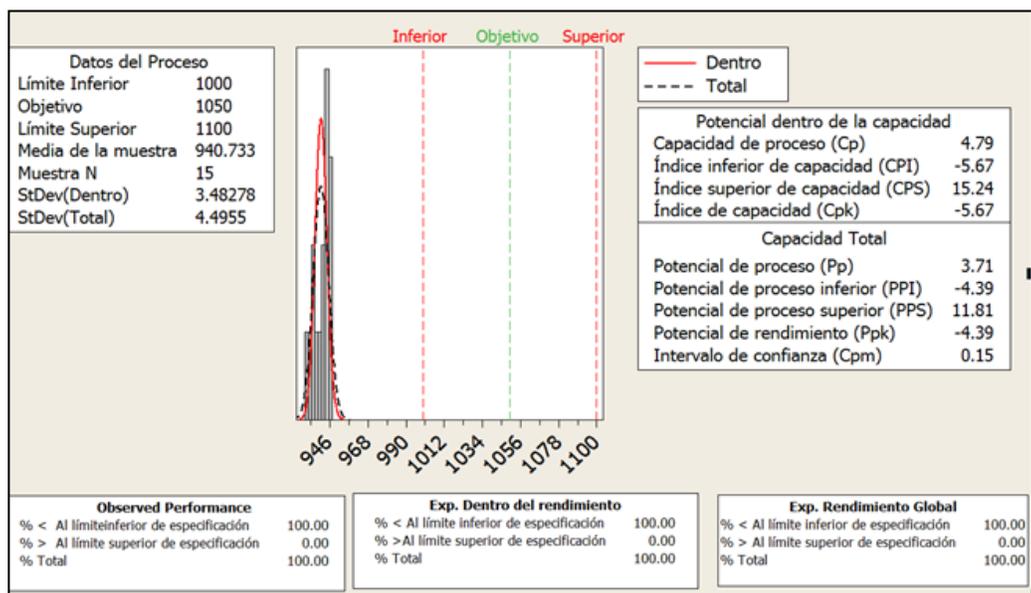
En el análisis estadístico realizado al ángulo de reposo de la masa previa al producto prensado, se obtuvo un ángulo de reposo promedio de 48.18 ° y un intervalo de confianza en base a la desviación total de (47.66° ≤ μ ≤ 48.70 °), para el 95.45% de la población, dicho intervalo de confianza se encuentra dentro de los límites establecidos para este producto.

El coeficiente de variación en base a la desviación dentro es de 0.51% y el coeficiente de variación en base a la desviación total es de 0.54%, teniendo una distribución normal con una dispersión total de los datos mínima y ligeramente superior hacia la derecha del valor promedio de los límites establecidos. La medición del ángulo de reposo se encuentra en control del proceso (Cp=6.75) por la amplitud de los límites establecidos y poca dispersión de los datos obtenidos, pudiendo modificar el límite inferior a un valor de 45 grados sin alterar el control del proceso.

## 10.7 DENSIDAD (PESO ESPECÍFICO) DEL PRODUCTO PREVIO AL PRENSADO

Con los otros 150 gramos de la muestra obtenida al azar se realizó la medición del peso específico, utilizando un picnómetro sin tapa de acero inoxidable de forma cilíndrica de 500 mililitros (véase apéndice 15.3 pág. 66). La masa se depositó en el picnómetro y se compactó hasta llenar el volumen definido por la línea de aforo, seguidamente esta masa se transfiere a una balanza analítica obteniendo el resultado de la masa del producto previo al prensado.

**Gráfica No. 9** Peso Específico del producto previo al prensado



FUENTE: Elaboración propia, utilizando MINITAB, 2015

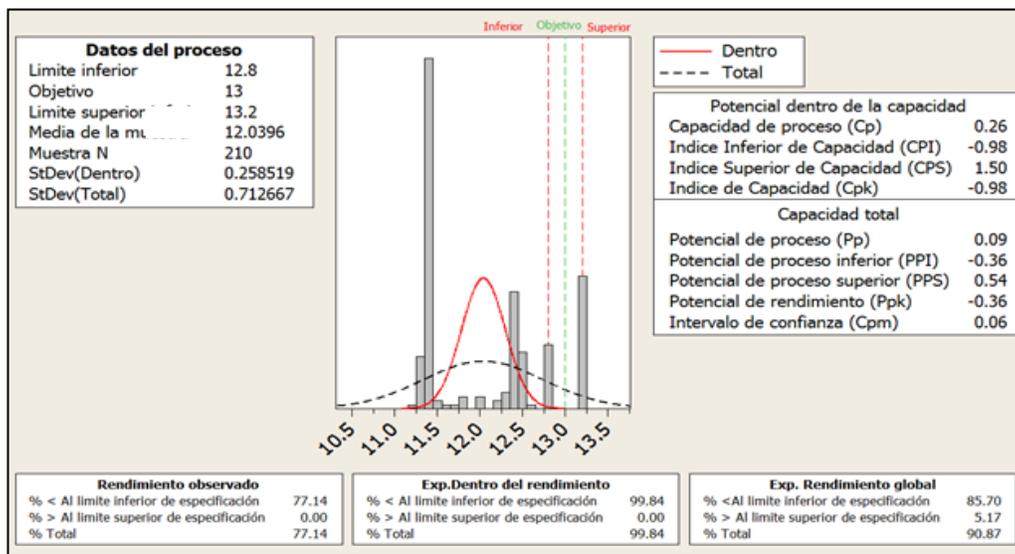
La densidad (peso específico) que se obtuvo de la masa previa al producto prensado tiene un promedio de 940.73 g/ml y un intervalo de confianza en base a la desviación total de  $(931.74 \text{ g/ml} \leq \mu \leq 949.72 \text{ g/ml})$ , para el 95.45% de la población. El intervalo de confianza queda fuera de los límites establecidos en la producción diaria, en los que se presenta el problema de aglutinamiento de la grasa, éstos límites son muy amplios y van a ser estudiados y posiblemente modificados en función de los valores obtenidos en esta investigación.

El coeficiente de variación en base a la desviación dentro es de 0.37% y el coeficiente de variación en base a la desviación total es de 0.48%, teniendo una distribución normal con una dispersión total de los datos mínima.

## 10.8 ALTURA DEL PRODUCTO PRENSADO

Se realizó la medición de la altura del producto prensado, utilizando un medidor de altura (véase apéndice 15.6 pág. 67) tomando 14 muestras por cada Bach (15 lote en total) colocándolos en el vernier donde se midió el tamaño de cada uno del producto prensado.

**Gráfica No. 10 Altura del producto prensado.**



FUENTE: Elaboración propia, utilizando MINITAB, 2015

El análisis estadístico realizado a la altura del producto prensado, teniendo un altura promedio de 12.04 milímetros, encontrando un intervalo de confianza de la desviación totales de (10.61 mm  $\leq$   $\mu$   $\leq$  13.46 mm), para el 95.45% de la población.

El coeficiente de variación en base a la desviación dentro es de 2.14% y el coeficiente de variación en base a la desviación total es de 5.91%,

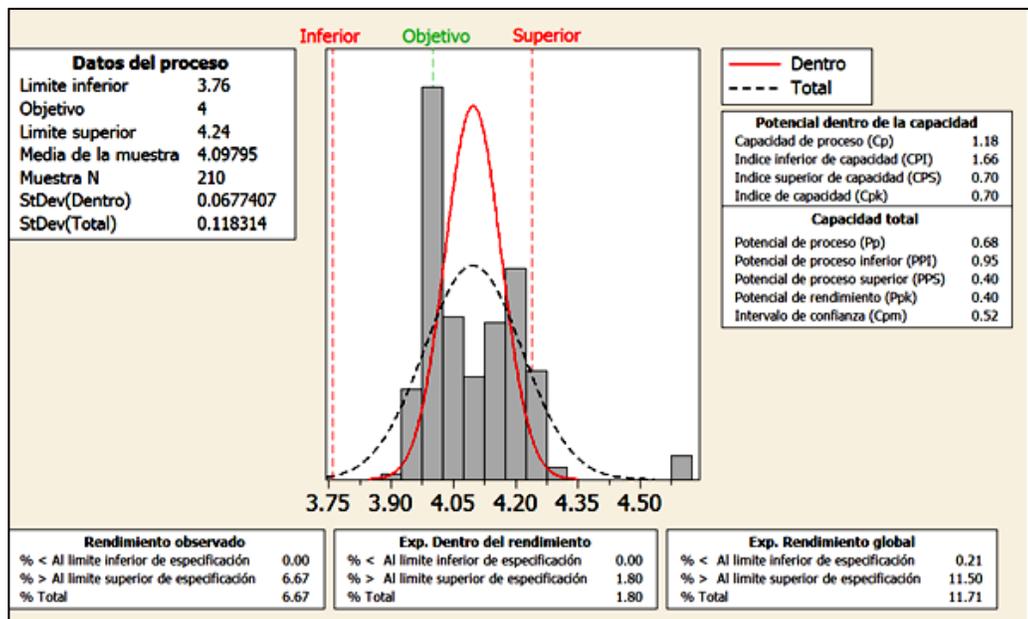
teniendo una distribución no normal con la mayoría de los datos fuera de los límites de especificación y con mucha dispersión.

A partir del cálculo de coeficiente de variación se evidencia una baja homogeneidad en la altura del producto prensado, dado que la comercialización se hace por cantidad de masa.

### 10.9 PESO DEL PRODUCTO PRENSADO

Al terminar de medir el producto prensado ó la medición del peso del producto prensado tomando 14 muestras por cada Bach; colocándolos en una balanza analítica donde se pesó uno a uno el producto prensado.

**Gráfica No. 11 Peso del producto prensado.**



FUENTE: Elaboración propia, utilizando MINITAB, 2015

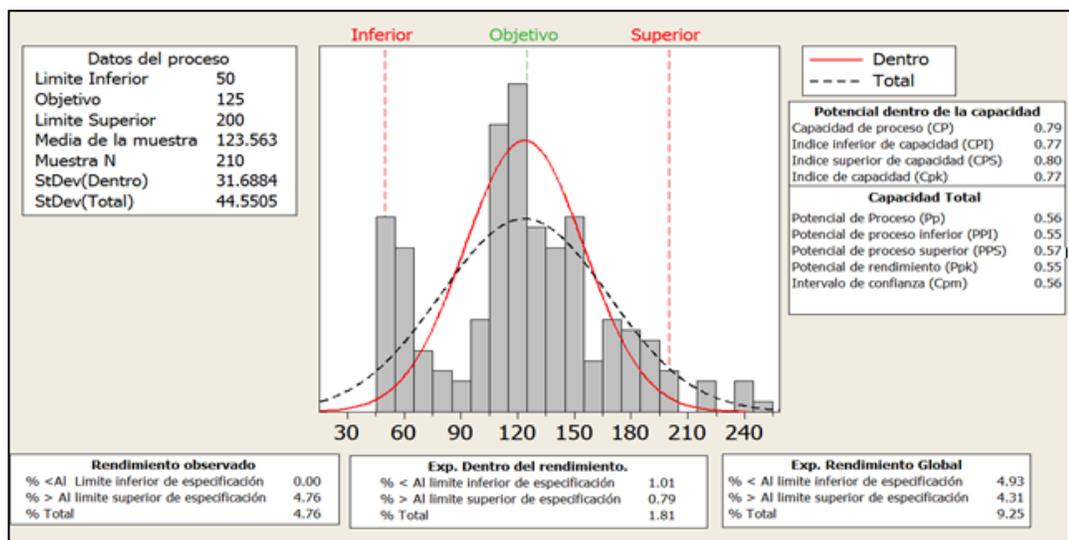
El análisis estadístico realizado al peso del producto prensado teniendo un peso del producto prensado promedio de 4.09 gramos, encontrando un intervalo de confianza de la desviación total es de  $(3.979636 \text{ g} \leq \mu \leq 4.216264 \text{ g})$ , para el 95.45% de la población.

El coeficiente de variación en base a la desviación dentro es de 1.65% y el coeficiente de variación en base a la desviación total es de 2.88%, teniendo una distribución normal con datos dispersos en el centro de la media. La capacidad del proceso es ligeramente menor ( $C_p=1.18$ ) por lo que no se tiene control del proceso y se hace necesario revisar que la llenadora se encuentre en óptimas condiciones ya que es un equipo que sufre mucho desgaste y por lo regular se actúa de una forma correctiva y no preventiva.

### 10.10 PRENSABILIDAD DEL PRODUCTO PRENSADO

Se realizó la medición de la prensabilidad del producto prensado, utilizando un durómetro (véase apéndice 15.5 pág. 67) tomando 16 muestras por cada Bach colocándolos en el durómetro en el cual se midió la compactación que tenía el producto; asimismo se destruía por la misma fuerza que generaba el equipo.

**Gráfica No. 12 Prensabilidad del producto prensado.**



FUENTE: Elaboración propia utilizando MINITAB, 2015

El análisis estadístico realizado a la prensabilidad del producto prensado, teniendo una prensabilidad promedio de 123.56 psi y un intervalo de confianza en base a la desviación total de ( $34.462 \text{ psi} \leq \mu \leq 212.66 \text{ psi}$ ), para el 95.45% de la población.

El coeficiente de variación en base a la desviación dentro es de 25.64% y el coeficiente de variación en base a la desviación total es de 36.05%, teniendo una distribución normal con una dispersión de datos hacia el objetivo, es decir en el centro de la media. No se tiene control del proceso en esta etapa ( $C_p=0.79$ ), a pesar de estandarizar la curva granulométrica de la grasa los restantes ingredientes influyen en gran porcentaje en las propiedades fisicoquímicas del producto prensado final y que se deben considerar para una futura investigación.

### 10.11 RESULTADOS DE LA PRUEBA TRIANGULAR

**Tabla No. 3 Datos Tabulados de la prueba triangular**

Panelistas	Resultados
1	+
2	-
3	-
4	-
5	+
6	+
7	-
8	-
9	+
10	+
11	-
12	+
13	-
14	-
15	-
16	-
17	-
18	+
19	-
20	-
Total de respuestas correctas	7

FUENTE: Elaboración propia (2015)

Se realizó la prueba triangular a 20 panelistas entrenados, evaluando la masa previa al prensado, teniendo en cuenta que se evaluó la apariencia física de la masa (presencia de grumos).

Según los resultados de la prueba triangular no existe diferencia significativa entre las muestras evaluadas, con un nivel de probabilidad de 0.521 (véase anexo 14.2 página 62), con lo que se obtiene una hipótesis nula ya que no existe una diferencia significativa entre la muestra de referencia y las muestras de ensayo.

## 11. CONCLUSIONES

- Por medio de la estandarización de la curva granulométrica de la grasa en polvo se obtuvo un producto prensado que satisface las exigencias del consumidor.
- Se estableció el uso del tamiz de 1 milímetro con un rango de amplitud de 50 revoluciones por minuto y un tiempo de 10 minutos dentro de la metodología.
- El porcentaje óptimo de granulometría de la grasa en polvo con el que se obtuvo un producto final sin presencia de grumos es de 87%.
- En las etapas de cortado y mezclado del proceso de la elaboración de la grasa en polvo, tanto para la medición de temperatura como el tiempo se establecieron rangos y controles (checklist), realizándolos a diario; colocando una pistola láser de temperatura para medir las temperatura, asimismo un cronómetro en los equipos con respondientes a cada etapa.
- Por medio de una evaluación sensorial se pudo demostrar que se obtuvo un producto sin presencia de grumos y que era de igual calidad a productos que satisfacen los requerimientos del consumidor.

## 12. RECOMENDACIONES

- Evaluar la influencia del resto de los ingredientes que se utiliza para la fabricación de un producto prensado en las propiedades físicas del mismo.
- Implementar un registro que permita controlar y garantizar la formulación de los ingredientes de la mezcla previa al prensado en el proceso de elaboración del producto prensado.
- Establecer un plan preventivo de mantenimiento a los equipos en el proceso de elaboración de un producto prensado.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

- 13.1 Agroindustria de productos culinarios deshidratados. 2014. Documento Informativo. Antigua Guatemala, Sacatepéquez. GT.
- 13.2 Análisis de Granulometría. 2011. (En línea). Consultado: 18.02.2015. Disponible en:  
<http://www.onindustriales.com/equipo-de-control-de-calidad/granulometria/>
- 13.3 Capacidad de procesos. 2007. (En línea). Consultado: 18.08.2014. Disponible en:  
[http://www.ugr.es/~mruiz/temas/Tema\\_7.pdf](http://www.ugr.es/~mruiz/temas/Tema_7.pdf)
- 13.4 Capacidad de procesos. 2010. (En línea). Consultado: 10.01.2015. Disponible en:  
<http://es.slideshare.net/lmarcela74/capacidad-de-procesos-33906093>
- 13.5 Definición tu diccionario fácil ABC (En línea). Consultado 18.08.2014. Disponible en:  
<http://www.definicionabc.com/?s=Estandarizaci%C3%B3n>
- 13.6 García Ramos, J.A.; Ramos González, C.; Ruiz Garzón, G. 2005. Estadística Administrativa. Cádiz España. Consultado: 18.08.2014  
Disponible en: <http://www.uca.es/publicaciones>
- 13.7 Innovación en Tecnología Alimentaria. 2012. Alfa Group. (En línea). Consultado 18.08.2014.  
Disponible en:  
<http://www.alfachilena.cl/index.php/es/divisiones-productos/especialidades/grasasempolvo.html>

- 13.8 Lambe, T. W.; Whitman, R.V. 2010. Mecánica de suelos. Editora Limusa. México. 199. Massachusetts. Consultado 18.08.2014. Disponible en:  
<http://www.cosaslibres.com/search/pdf/mecanica-de-suelos-lambe-y-whitman>
- 13.9 Pagán Jiménez, J.R. 2002. "Agricultura precolombina de Las Antillas: retrospectiva y análisis". Anales de Antropología. (En línea). Consultado: 18.08.2014. Disponible en:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Almid%C3%B3n>
- 13.10 Rico Rodríguez, A. 2005. Ingeniería de los suelos en las vías terrestres carreteras, ferrocarriles y aeropistas. Volumen 1. México. Limusa, Consultado: 18.08.2014. Disponible en:  
<http://imt.mx/archivos/Publicaciones/Libro/lb6.pdf>
- 13.11 United States Department of Agriculture. Agricultural Statistics. 2004. (En línea). Consultado: 18.08.2014. Disponible en:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Aceite\\_de\\_palma](http://es.wikipedia.org/wiki/Aceite_de_palma)
- 13.12 Wittig de Penna, E. 2001. Evaluación Sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos (En línea). Consultado: 18.08.2014. Disponible en:  
[http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_quimicas\\_y\\_farmaceuticas/wittinge01/index.html](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01/index.html).

*Ana Teresa Cap de González*

Vo.Bo. Licda. Ana Teresa Cap de González  
 Encargada de Biblioteca  
 CUNSUROC



## 14. ANEXOS

### 14.1 VALORES CRÍTICOS DE DISTRIBUCIÓN DE F



		Grados de libertad para el numerador																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	
Grados de libertad para el denominador	1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	244	246	248	249	250	251	
	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
	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	
	4	7.71	6.94	6.59	6.39	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	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	
	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	
	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	
	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	
	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	
	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	
	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	
	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	
	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	
	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	
	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	
	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	
	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	
	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	
	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	
	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	
	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	
	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	
	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	
	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	
	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	
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		
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		
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		
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		
∞	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		

Fuente: Writting de Penna, E. 2001. Evaluación Sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos

## 14.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PRUEBA BINOMIAL DE UN EXTREMO

**Prueba Binomial de Un Extremo**  
**Probabilidad de X o más juicios correctos en n pruebas (p = 1/3)**

n \ X	0	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
6	000	030	210	048	004																								
8	012	048	320	100	018	001																							
7	041	737	428	173	048	007																							
8	081	008	032	288	088	020	003																						
8	074	087	033	380	148	042	008	001																					
10	083	088	701	441	213	077	020	003																					
11	088	028	786	527	289	122	039	009	001																				
12	082	048	819	607	388	178	086	019	004	001																			
13	086	081	881	878	448	241	104	038	009	002																			
14	087	073	896	739	824	310	149	068	017	004																			
18	088	081	921	791	898	382	203	088	031	008	002																		
18	088	088	941	834	681	483	283	126	060	018	004																		
17	089	080	886	870	719	522	328	172	078	027	008	002																	
18	089	083	887	898	789	588	361	223	108	043	014	004																	
19	088	078	921	812	648	487	278	148	086	024	007	002																	
20	087	082	940	848	703	521	339	191	092	038	013	004																	
21	088	087	954	879	781	681	389	240	128	088	021	007	002																
22	088	091	988	904	794	638	480	293	183	079	033	012	003																
23	089	093	974	924	831	680	519	349	208	107	048	019	006	002															
24	090	096	980	941	882	737	576	406	284	140	068	028	010	003															
26	098	088	988	984	888	778	630	482	304	178	082	042	016	006	002														
26	097	089	984	910	818	679	518	387	220	121	088	028	009	003															
27	098	092	972	928	847	728	672	411	288	184	079	036	014	006	002														
28	099	094	979	943	874	788	623	484	314	191	104	060	022	008	003														
29	099	098	984	968	897	801	670	517	384	232	133	088	031	013	006	001													
30	099	097	988	986	916	833	714	589	418	276	166	090	043	019	007	002													
31	098	091	972	932	861	754	617	486	322	203	118	089	027	011	004	001													
32	098	093	978	948	888	789	682	516	370	243	144	078	038	016	006	002													
33	099	096	983	987	908	821	708	586	419	288	177	100	051	023	010	004	001												
34	099	096	987	986	922	849	744	612	488	330	213	126	067	033	014	006	002												
36	099	097	990	973	937	873	779	686	516	376	252	158	087	044	020	009	003	001											
36	098	092	978	948	898	810	697	582	422	293	187	109	058	028	012	008	002												
37	098	094	963	959	913	838	738	607	469	336	223	138	078	038	018	007	003	001											
38	099	096	987	987	928	883	789	680	518	381	261	164	098	051	028	011	004	002											
39	099	097	990	973	941	888	800	689	560	428	301	198	118	066	033	018	007	003	001										
40	099	097	992	979	962	903	829	726	603	470	342	231	144	083	044	021	010	004	001										
41	098	094	983	981	920	854	761	644	518	388	268	173	104	087	029	014	008	002											
42	099	095	987	988	933	876	791	683	588	428	307	208	127	073	038	019	008	003	001										
43	099	096	990	974	948	898	820	719	600	471	347	239	153	081	050	028	012	008	002										
44	099	097	992	980	968	912	848	753	639	514	389	278	182	111	063	033	016	007	003	001									
45	099	098	994	984	963	926	867	783	677	586	430	313	213	138	079	043	022	010	004	002									
46	098	096	987	970	938	887	811	713	596	472	352	246	161	088	058	029	014	008	003	001									
47	099	096	990	976	949	904	836	748	638	514	392	282	189	119	070	038	019	009	004	002	001								
48	099	097	992	980	958	919	859	776	672	584	433	318	220	142	086	048	028	012	008	002	001								
49	099	098	994	984	968	932	879	803	706	593	473	356	253	168	108	061	033	017	008	003	001								
50	099	098	998	998	998	987	972	943	896	829	739	631	513	398	287	198	128	076	042	022	011	008	002	001					

Nota: Se ha omitido la coma del decimal inicial.

FUENTE: [http://www.ugr.es/~mruiz/temas/Tema\\_7.pdf](http://www.ugr.es/~mruiz/temas/Tema_7.pdf)

### 14.3 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA CAPACIDAD DE PROCESOS

Valor Índice Cp	Categoría del proceso	Interpretación
$Cp \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad seis sigma
$Cp > 1.33$	1	Adecuado
$1 < Cp < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere control estricto
$0.67 < Cp < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario análisis del proceso. Requiere modificaciones serias para alcanzar calidad satisfactoria
$Cp < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere modificaciones muy serias

FUENTE: <http://es.slideshare.net/Imarcela74/capacidad-de-procesos-33906093>

## 15. APÉNDICE

### 15.1 CONSOLIDADO DE MATRIZ DE COMPETENCIAS OPERACIONALES

Competencias	Supervisor de Producción	Coordinador de Producción	Operador de Área de grasa en polvo	Operador de Área de grasa en polvo	Operador de Área de mezclado final	Operador de Área de embalaje	Operador de Área de embalaje	Operador de Área de embalaje			
	Deseado										
Verificación de la cámara a -20 °C	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
Verificación de la temperatura de las marquetas de grasa vegetal.	2	2	4	4	2	4	4	2	2	2	2
Identificación de desviaciones físicas de calidad de los bloques de grasa.	2	2	2	2	2	5	5	2	2	2	2
Fraccionamiento del bloque de grasa por la mitad	2	2	4	4	2	5	5	2	2	2	2
Pesaje de los carritos que contienen grasa picada.	2	2	4	4	2	5	5	5	2	2	2
Adición de almidón (50 kg)	2	2	5	5	2	5	5	2	2	2	2
Adición de grasa picada (105 kg)	2	3	5	5	2	5	5	2	2	2	2
Mezclado del almidón y la grasa picada	2	2	5	5	2	5	5	5	2	2	2
Colocación del tiempo de mezclado en la laska	2	2	5	5	2	5	5	5	2	2	2
Llenado del bigbag con grasa en polvo (440 kg)	2	2	4	4	3	5	5	5	2	2	2
Colocación del big bag dentro de la cámara a -20 °C	2	2	4	4	2	5	5	5	2	2	2
Almacenamiento del bigbag a 48 h	2	2	4	4	2	5	5	5	2	2	2
Realizar el análisis de porcentaje de granulometría	2	2	2	2	5	5	5	5	2	2	2
Graficar el resultado obtenido	3	2	4	4	2	5	5	5	2	2	2
Afilado de las cuchillas	2	2	2	2	2	5	5	5	5	5	5
Registro del afilado de cuchillas	2	2	2	2	2	4	4	4	5	5	5

FUENTE: Elaboración Propia 2014

## 15.2 DISEÑO EXPERIMENTAL DE LAS MEDICIONES PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA GRASA EN POLVO

Tipo de variable	Sitio de medición	Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Variable dependiente	Laboratorio	Granulometría																
		% de retención 1mm																
		% de retención 710mm																
		% de retención 500mm																
		% de retención 400mm																
		% de retención 250mm																
Variable independiente	Laboratorio	Altura de cubito																
		Prensabilidad																
		Peso de cubito																
		Ángulo de reposo																
		Peso específico																
	Área de grava	t acondicionamiento de bloque de																
		t de espera entre carrito																
		t de corte																
		t de mezcla																
		T de acondicionamiento																
		T de grasa picada																
		T de grasa en polvo																
		Cantidad de grasa en Kg.																
		Peso final de big bag de grasa en polvo																
Cantidad de almidon agregada.																		

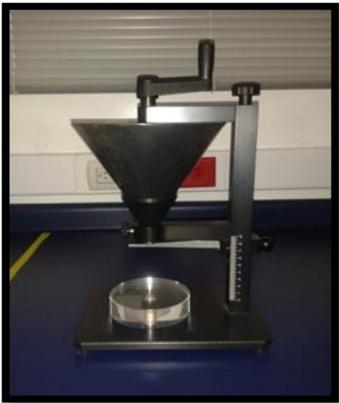
FUENTE: Elaboración Propia 2014

### 15.3 PICNÓMETRO



FUENTE: Industria de productos culinarios deshidratados

### 15.4 FLUIDÓMETRO



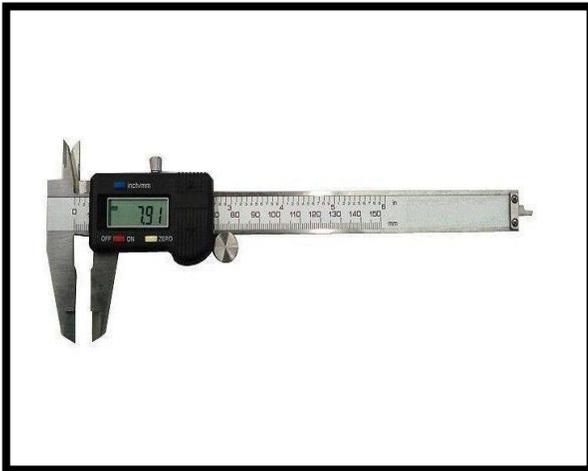
FUENTE: Industria de productos culinarios deshidratados

## 15.5 DURÓMETRO



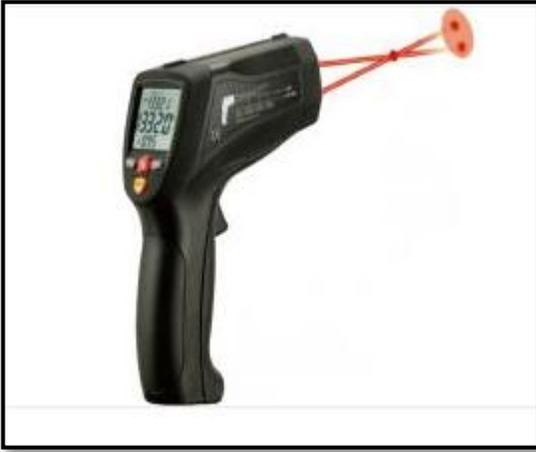
FUENTE: <http://www.hardnesstester.es/6-barcol-impresor.html>

## 15.6 MEDIDOR DE ALTURA



FUENTE: Industria de productos culinarios deshidratados

## 15.7 PISTOLA LÁSER DE TEMPERATURA



FUENTE: Industria de productos culinarios deshidratados

## 15.8 BOLETA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL



### BOLETA PARA PANEL PILOTO

#### Prueba Triangular

Fecha: \_\_\_\_\_ Número de Panelista \_\_\_\_\_

#### Instrucciones:

Evaluar las 3 muestras que estarán codificadas, **DOS** son iguales y **UNA** es diferente, las cuales deben ser evaluadas de **IZQUIERDA A DERECHA**. Escribir cada número de muestra en los cuadros correspondientes. Seleccione con una **X** la muestra que considere diferente. Si no encuentra diferencia, seleccione la que considere diferente, aunque no esté seguro.

Producto: \_\_\_\_\_ No. Charola: \_\_\_\_\_

--	--	--

Por favor indique porque seleccionó esa muestra como diferente

---

---

---

---

**¡GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!**

## 16. GLOSARIO

- Amplitud: es el movimiento oscilatorio que varía periódicamente.
- Ángulo de Reposo: es aquel que se forma en un montículo (cono) con respecto a la horizontal, teniendo en cuenta que el montículo se encuentre estático sin presentar fallas por deslizamiento
- Batch: sistema de procesamiento por lotes.
- Capacidad de proceso: Es la aptitud del proceso para producir productos dentro de los límites de especificaciones de calidad.
- Capacidad total: El comportamiento del proceso respecto a las especificaciones prefijadas.
- Criba: Cuero ordenadamente agujereado y fijo en un aro de madera, que sirve para tamizar.
- Durómetro: sirve para medir la fuerza de los materiales.
- Fluidómetro: equipo que se utiliza para medir la fluidez de los materiales sólidos en un producto
- Friabilidad: Que se desmenuza fácilmente.
- Grados de Libertad: conjunto de variables equivalen al número de datos independientes entre sí existentes dentro de ese

conjunto que es necesario conocer previamente para poder estimar el valor de cualquier otro dato independiente del mismo grupo.

- Granulómetro: instrumento que se utiliza para colocar cernidores de diferentes diámetros.
- Higroscopicidad: es la capacidad de los materiales para absorber la humedad atmosférica.
- Homogenizar: transformar una cosa que tenga características comunes y uniformes con otra u otras.
- Índice de Capacidad: son ampliamente utilizados como indicadores de la calidad de un proceso o producto.
- Límites de especificación: son fijados voluntariamente por el cliente, por el fabricante o por alguna norma.
- Llenaje: área en donde se envasa el producto final.
- Matraz: Recipiente de vidrio, generalmente de forma esférica y con un cuello recto y estrecho, que se usa en los laboratorios para contener y medir líquidos
- Matriz de habilidades operacionales: es una herramienta en donde indica las competencias que se realizarán en el proceso teniendo en cuenta al personal operativo responsable de cada una de las tareas indicadas.

- Merma: es una pérdida de utilidades en término físico.
- Minoritarios: que forma la menor parte de un conjunto o sociedad.
- Peso específico: peso de un cuerpo por unidad de volumen.
- Picnómetro: es un instrumento de medición cuyo volumen es conocido y permite conocer la densidad o peso específico de cualquier fluido ya sea líquido o sólido mediante gravimetría a una determinada temperatura.
- Pistones: son los elementos básicos del motor de combustión interna.
- Potencial dentro de la capacidad: Estima la capacidad del proceso bajo la hipótesis de que no existen diferencias entre las medias.
- Pulverización: procedimiento mediante el cual un cuerpo sólido se convierte en pequeñas partículas de polvo.
- Prensabilidad: es la compactación que posee el producto prensado por medio de los pistones.
- Producto Prensado: es la separación de líquido de un sistema de dos fases de sólido-líquido mediante la compresión, en condiciones que permiten que el líquido escape al mismo tiempo que se retiene el sólido entre las superficies de compresión.

- Productos culinarios deshidratados: son productos que tienen una forma creativa de prepararse ya que no contienen humedad.
- Propiedades electrostáticas: es la rama de la Física que estudia los efectos mutuos que se producen entre los cuerpos como consecuencia de su carga eléctrica.
- Tamiz: utensilio que se usa para separar las partes finas de las gruesas de algunas cosas y que está formado por una tela metálica o rejilla tupida que está sujeta a un aro.
- Variabilidad: diferencias en el comportamiento de todo fenómeno observable que se repite bajo las mismas condiciones.
- Vernier: instrumento de medición basado en la escala creada por el matemático francés Pierre Vernier.



Mazatenango, Suchitepéquez 11 de Febrero del 2015

Señores Miembros de Comisión de Trabajo de Graduación  
Carrera de Ingeniería en Alimentos  
Centro Universitario del Suroccidente

Estimados señores:

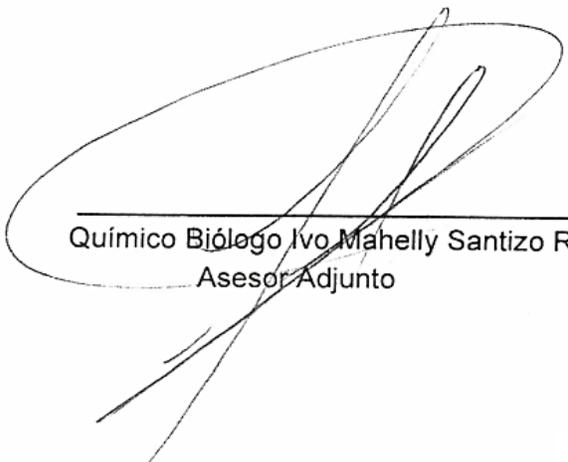
La presente es portadora de un cordial saludo, con muestras de respeto y estima.

El objetivo de la presente es para hacer de su conocimiento que hemos revisado Seminario II titulado **“Estandarización de la curva granulométrica de la grasa en polvo, utilizada en la elaboración de un producto prensado comercializado actualmente, por una industria de productos culinarios deshidratados”**, elaborado por la estudiante Evelyn María Del Mar Gómez Wilhelm que se identifica con el número de carné 200740299, el cual consideramos que reúne los requisitos necesarios para su evaluación.

Agradeciendo la atención prestada a la presente, nos despedimos de ustedes.

Atentamente

  
\_\_\_\_\_  
Inga. Carolina Estrada Elena  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
Químico Biólogo Ivo Mahelly Santizo Rodas  
Asesor Adjunto



Mazatenango, Suchitepéquez 21 de abril del 2015

A:  
Comité de Trabajo de Graduación  
Ingeniería en Alimentos  
Universidad San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario del Suroccidente

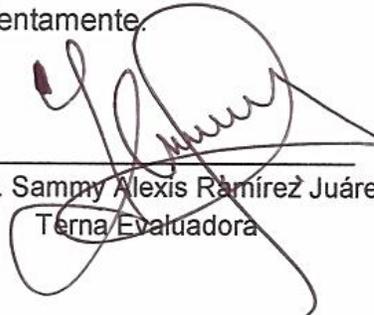
Respetable Comité:

La presente es portadora de un cordial saludo, con muestras de respeto y estima.

El objetivo de la presente es para hacer de su conocimiento que la estudiante Evelyn María Del Mar Gómez Wilhelm, con número de carné 200740299 ha sustentado la evaluación de Seminario II con el informe final de Trabajo de Graduación titulado: **“Estandarización de la curva granulométrica de la grasa en polvo, utilizada en la elaboración de un producto prensado comercializado actualmente, por una industria de productos culinarios deshidratados”**. Dicho informe fue corregido y revisado según los requisitos que exige el reglamento de trabajo de graduación.

Como evaluadores damos el visto bueno para los trámites correspondientes. Para los usos debidos se firma la presente.

Atentamente,

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Sammy Alexis Ramírez Juárez  
Terna Evaluadora

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Víctor Manuel Nájera Toledo  
Terna Evaluadora

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Mynor Enrique Cárcamo González  
Terna Evaluadora



Mazatenango, Suchitepéquez 21 de abril del 2015

A:

PhD Marco Antonio Del Cid Flores  
Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos  
Universidad San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario del Suroccidente

Respetable PhD:

Cumpliendo con el normativo de Trabajo de Graduación de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, se le informa que la estudiante Evelyn María Del Mar Gómez Wilhelm, con carné 200740299 ha sustentado la evaluación de Seminario II con el informe final de Trabajo de Graduación titulado: **“Estandarización de la curva granulométrica de la grasa en polvo, utilizada en la elaboración de un producto prensado comercializado actualmente, por una industria de productos culinarios deshidratados”**. Considerando que llena los requisitos exigidos por la Carrera de Ingeniería en Alimentos, dando por aprobada esta evaluación.

Sin otro particular, deferentemente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



  
Inga en Alimentos Aurora Carolina Estrada Elena  
Secretario Comité Trabajo de Graduación  
Carrera Ingeniería en Alimentos  
CUNSUROC



Mazatenango, Suchitepéquez 21 de abril del 2015

A:

Dra. Alba Ruth Maldonado De León  
Director  
Centro Universitario del Suroccidente

Respetable Dra Maldonado:

Por medio de la presente me permito informar que la estudiante Evelyn María Del Mar Gómez Wilhelm, quien se identifica con número de carné 200740299 de Ingeniería en Alimentos, ha concluido satisfactoriamente el proceso de evaluación de su Trabajo de Graduación titulado: **“Estandarización de la curva granulométrica de la grasa en polvo, utilizada en la elaboración de un producto prensado comercializado actualmente, por una industria de productos culinarios deshidratados”**.

Por tal razón la Carrera de Ingeniería en Alimentos, considera que ha llenado los requisitos para optar al título que la acredita como Ingeniera en Alimentos, en el grado Académico de Licenciado.

Remito por este medio el documento final, para su consideración y emitir la orden de IMPRIMASE.

Sin otro particular me suscribo de Ud.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



  
PhD Marco Antonio Del Cid Flores  
Coordinador  
Ingeniería en Alimentos

**CUNSUROC/USAC-I-10-2015**

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,  
Mazatenango, Suchitepéquez, veintisiete de abril de dos mil quince-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes de la Comisión de Tesis y del Secretario del comité de Tesis, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: “ESTANDARIZACIÓN DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA GRASA EN POLVO, UTILIZADA EN LA ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO PENSADO COMERCIALIZADO ACTUALMENTE, POR UNA INDUSTRIA DE PRODUCTOS CULINARIOS DESHIDRATADOS.” de la estudiante: Evelyn María del Mar Gómez Wilhelm, carné 200740299 de la carrera Ingeniería en Alimentos.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
DRA. ALBA RUTH MALDONADO DE LEÓN  
DIRECTORA

