

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL
DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**“ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALFAJORES
ENRIQUECIDOS CON HARINA DE CAMOTE (*Ipomea Batata Lam*) Y SOYA
(*Glicine Max Meir*) CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA MARGARINA POR
ACEITE DE AJONJOLI”**

AUTORES:

Bach. SING RAMOS, Miguel Marcos Gerardo

Bach. VILLALOBOS CIPRIANO, Juana Luz

ASESOR:

AGUIRRE VARGAS, Elza Berta

NUEVO CHIMBOTE – PERU

2015



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



HOJA DE CONFORMIDAD DE ASESOR

El presente trabajo de tesis titulado: “ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALFAJORES ENRIQUECIDOS CON HARINA DE CAMOTE (*Ipomea Batata Lam*) Y SOYA (*Glicine Max Meir*) CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA MARGARINA POR ACEITE DE AJONJOLÍ”. Ha contado con el asesoramiento de quien deja constancia de su aprobación. Por tal motivo, firmo el presente trabajo en calidad de Asesor. Designado por RESOLUCION DECANATURAL N° 550 – 2015 – UNS – FI.

Dra. ELZA BERTA AGUIRRE VARGAS
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA



ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

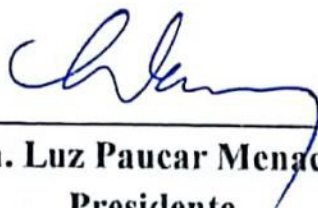
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

*“Elaboración y Evaluación Nutricional de Alfajores Enriquecidos con Harina de Camote (*Ipomea Batata Lam*) y Soya (*Glicine Max Meir*) con Sustitución Parcial de la Margarina por Aceite de Ajonjolí”*

TESISTAS

Bach. Juana Luz Villalobos Cipriano
Bach. Miguel Marcos Gerardo Sing Ramos

Revisado y Aprobado el día 04 de Enero de 2015 por el siguiente Jurado Evaluador, designado mediante Resolución Decanatural N° 459 – 2015 – UNS – CFI:



Dra. Luz Paucar Menacho
Presidente



Ms. Jorge Domínguez Castañeda
Secretario



Dra. Elza Aguirre Vargas
Integrante

DEDICATORIA

“A DIOS, por iluminarme en mi aprendizaje, dándome la fortaleza para seguir adelante”.

“A mis padres Francisca y Marcelino, por su amor incondicional, comprensión apoyo y dedicación. Por ser siempre un ejemplo de superación”

“A mis hermanos Wilman y Lizet, por su enseñanzas y aliento de superación, así poder cumplir mis metas”.

“A mis amigos, por su amistad sincera y por haber compartido momentos de alegría en todos estos años”.

Juana V. C

DEDICATORIA

“A DIOS, por iluminarme en mi aprendizaje, dándome la fortaleza para seguir adelante”.

“A mis padres Estela Ramos Mendez y Miguel Sing Balta, por su amor incondicional, comprensión apoyo y dedicación. Por ser siempre un ejemplo de superación”

“A mi hermano Carlos Sing Ramos y mis tíos Teodorico y Antonio Ramos Mendez, a mi prima Miriam Ramos Rojas y tía Anita Rojas Luna, por su enseñanzas y aliento de superación, así poder cumplir mis metas”.

“A mis amigos, por su amistad sincera y por haber compartido momentos de alegría en todos estos años”.

Miguel S.R

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento especial a nuestra asesora Dra. Elza Berta Aguirre Vargas por sus sugerencias, ideas, respaldo y amistad durante estos años académicos.

Al Ing. Lenin Palacios Ambrocio por el apoyo brindado, consejos y sugerencias en la realización de la parte experimental de este trabajo.

A los Ingenieros Berenice Córdova Chang, John Gonzales Capcha, Williams Castillo Martínez y Jadir Esquivel Soria por su apoyo brindado, paciencia y sugerencias en la realización de nuestro trabajo en la parte experimental.

Al Ing. Pedro Ayala, por facilitarnos el acceso de la planta piloto, por sugerencias y apoyo.

A la señorita Silvia Huacacolqui Minaya, por su colaboración al brindarnos el material bibliográfico para la realización de nuestros informes.

A nuestros amigos Darwin, Guisela, William, Paulo, Tatiana, José, César, Jimmy, Medali, Jeniffer M., Lucy, Celeste, Antony.P, Jeniffer L., Meryshell, Rony, Ruth, Freysi, Sheyla, Gary, Estrella, Juan, Ángela, Ana, Rebeca, Jhonas, Emerson, Jampier, Andrea, Johan, Antony T., Bryan, Anais, Daniel, Antony M., Wilder y a todas aquellas personas que colaboraron con nosotros e hicieron posible la culminación de este trabajo.

INDICE GENERAL

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. Soya.....	2
2.1.1. Generalidades de la soya (Glycine Max Meir)	2
2.1.2. Taxonomía y morfología	2
2.1.3. Producción nacional	4
2.1.4. Composición química	5
2.1.5. Harina de soya	5
2.1.6. Usos de la soya	6
2.2. Camote	8
2.2.1. Generalidades del camote	8
2.2.2. Taxonomía y morfología	9
2.2.3. Producción nacional	11
2.2.4. Rendimiento	12
2.2.5. Composición química	13
2.2.6. Harina de camote	15
2.2.7. Usos del camote.....	16
2.3. Trigo	17
2.3.1. Generalidades del trigo	17
2.3.2. Taxonomía y morfología	17
2.3.3. Composición química del trigo	19
2.3.4. Clasificación del trigo según su utilización	20
2.3.5. Harina de trigo	22
2.4. Ajonjolí	27
2.4.1. Generalidades del Ajonjolí.....	27
2.4.2. Taxonomía y morfología	28
2.4.3. Producción nacional	29
2.4.4. Composición química	30
2.4.5. Aceite de Ajonjolí.....	30
2.4.6. Usos del Ajonjolí	32
2.5. Margarina	33
2.5.1. Generalidades de la Margarina.....	33

2.5.2.	Composición nutricional de la margarina.....	34
2.5.3.	Usos de la Margarina	35
2.6.	Mezclas Alimenticias	35
2.6.1.	Complementación proteica	35
2.6.2.	Computo Químico	36
2.7.	Control de calidad de las harinas.....	37
2.7.1.	Contenido de humedad	37
2.7.2.	Proteína	37
2.7.3.	Prueba de cenizas.....	38
2.7.4.	Color de harina	38
2.8.	Generalidades en la Elaboración de Alfajores	39
2.8.1.	Definición del alfajor	39
2.8.2.	Características de Calidad de los alfajores	40
2.8.3.	Galletas enriquecidas	42
2.8.4.	Requisitos.....	42
2.8.5.	Ingredientes de los alfajores.....	45
2.8.6.	Materiales de embalaje	47
2.8.7.	Etapas en la elaboración de los alfajores	50
2.9.	Evaluación sensorial.....	51
2.9.1.	Conducción del panel	51
2.9.2.	Método de escala hedónica.....	51
2.10.	Diseño Estadístico de experimentos	52
2.10.1.	Metodología de Superficie de Respuesta	52
2.10.1.1.	Optimización	55
2.11.	Vida Útil.....	56
2.11.1.	Factores que afectan la calidad del tiempo de vida útil	57
2.11.2.	Métodos para la Determinación de Vida Útil	61
2.12.	EVALUACIÓN BIOLÓGICA.....	66
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	69
3.1.	Lugar de Ejecución	69
3.2.	Materia Prima e insumos	69
3.2.1.	Materia Prima	69
3.2.2.	Insumos.....	70
3.3.	Equipos, materiales y reactivos	70

3.3.1.	Elaboración de alfajores	70
3.3.2.	Para la evaluación Tecnológica de alfajores.....	70
3.4.	Métodos	72
3.4.1.	Obtención de harina de camote	72
3.4.2.	Obtención de Harina de Soya	78
3.4.3.	Análisis de las harinas.....	82
3.4.4.	Producción de alfajores	83
3.4.5.	Evaluación de los alfajores	94
3.4.6.	Optimización	95
3.4.7.	Evaluación del alfajor optimo-control.....	95
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	103
4.1.	Análisis de las harinas	103
4.1.1.	Caracterización química proximal	103
4.1.2.	Análisis Físicoquímico	106
4.2.	Cálculo del Computo Químico de las formulaciones	107
4.3.	Evaluación de los alfajores.....	110
4.3.1.	Evaluación de las grasas en los alfajores	110
4.3.2.	Evaluación del sabor en los alfajores	114
4.4.	Optimización.....	118
4.4.1.	Evaluación del alfajor óptimo	119
4.4.2.	Evaluación del tipo de envase	129
4.4.4.	Vida Útil de los alfajores	145
4.4.4.1	Análisis Sensorial	145
4.4.4.2.	Análisis Físicoquímico	150
4.4.5.	Análisis Biológico	151
V.	CONCLUSIONES.....	153
VI.	RECOMENDACIONES	156

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1: Clasificación taxonómica de la Soya.....	2
Tabla 2: Producción de la soya en el Perú	4
Tabla 3: Valor Nutricional (por 100g de porción aprovechable de soya).	5
Tabla 4: Clasificación taxonómica del Camote.	9
Tabla 5: Composición química por cada 100 gramos de parte comestible del camote.	14
Tabla 6: Clasificación taxonómica del trigo.	17
Tabla 7: Valor Nutricional (por 100g de porción aprovechable de trigo).....	20
Tabla 8: Clasificación del trigo con base en sus características generales de calidad y su uso industrial.	22
Tabla 9: Composición Química de la Harina de Trigo.....	23
Tabla 10: Clasificación taxonómica del trigo	28
Tabla 11: Producción Nacional de Ajonjolí.	30
Tabla 12: Valor Nutricional de las semillas de sésamo por 100 gr.	30
Tabla 13: Por cada 100 gr de Porción comestible de margarina.....	34
Tabla 14: Variación en el contenido de cenizas según el tipo de harina de trigo.	38
Tabla 15: Composición (macronutrientes) de productos de bollería / pastelería y galletería (por 100gr).	41
Tabla 16: Composición (micronutrientes) de productos de bollería/ pastelería y galletas (mg/100g).	41
Tabla 17: Requisitos fisicoquímicos de alfajor con relleno de manjar blanco. ..	44
Tabla 18: Permeabilidad y propiedades químicas de las películas de envasado.	47
Tabla 19: Formulación Control del alfajor	83
Tabla 20: Diseño de mezclas establecidas por el programa Estadístico Statgraphics Centurión XVI	85
Tabla 21: Composición químico proximal de la Harina de Trigo en 100g de porción comestible	103
Tabla 22: Composición químico proximal de la Harina de Soya en 100g de porción comestible	104
Tabla 23: Composición químico proximal de la Harina de Camote en 100g porción comestible	105
Tabla 24: Colorimetría de las harinas de Trigo, Soya y Camote.	106

Tabla 25: Cómputo Químico de las 15 formulaciones de alfajor a base de haría de camote y soya	109
Tabla 26: %Grasas de las 15 formulaciones.....	110
Tabla 27: Coeficientes de regresión estimados para %Grasas (proporcionales del componente)	111
Tabla 28: Análisis de varianza para %Grasas (Proporciones del componente)	113
Tabla 29: Valores obtenidos para Sabor.....	114
Tabla 30: Coeficientes de regresión estimados para Sabor (proporciones del componente)	115
Tabla 31: Análisis de Varianza para Sabor (Proporciones del Componente) .	117
Tabla 32: Criterios para la optimización de las mezclas	118
Tabla 33: Mezcla Óptima.....	118
Tabla 34: Caracterización químico-proximal de los alfajores	119
Tabla 35: Porcentaje de humedad del alfajor control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C)	120
Tabla 36: Variación del %Acidez y pH de los alfajores control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C)	122
Tabla 37: Variación de la textura de los alfajores control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C)	124
Tabla 38: Variación de la actividad de agua de los alfajores control y óptimo, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C).....	125
Tabla 39: Colorimetría del alfajor óptimo durante los 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C).....	127
Tabla 40: Variación de peso de alfajor óptimo y control envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C).....	129
Tabla 41: Variación del % de aumento de peso de alfajor control y óptimo envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)	131
Tabla 42: Análisis de Varianza para Peso - Control.....	132
Tabla 43: Análisis de Varianza para Peso - Óptimo.....	133
Tabla 44: Variación del % Humedad de alfajor control y óptimo envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C).....	133
Tabla 45: Análisis de Varianza para Peso – Control.....	136
Tabla 46: Análisis de Varianza para Peso - Óptimo.....	136

Tabla 47: Variación de la textura de alfajor control y óptimo envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C).....	137
Tabla 48: Análisis de varianza para Textura - Control	138
Tabla 49: Análisis de varianza para Textura - Óptimo	138
Tabla 50: Variación de la humedad del alfajor control y óptimo envasados en polipropileno durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)	140
Tabla 51: Variación del % Aumento de peso del alfajor control y óptimo envasados en polipropileno durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C).....	141
Tabla 52: Variación de la textura de alfajor control y óptimo envasados en polipropileno, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)	142
Tabla 53: Variación del Índice de Peróxidos de alfajor control y óptimo envasados en polipropileno, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C).....	143
Tabla 54: Índice de peróxidos.....	150
Tabla 55: Resultados de la evaluación Biológica.....	151

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1: Grano de Soya.....	4
Figura 2: Camote (Ipomoea batatas).....	11
Figura 3: Producción anual de camote Peruano (2003-2013).	12
Figura 4: Espiga de Trigo.....	19
Figura 5: Grano y aceite de Ajonjolí.	28
Figura 6: Selección	72
Figura 7: Lavado	72
Figura 8: Preparación de Solución Desinfectante de hipoclorito de sodio	73
Figura 9: Inmersión de camotes en solución desinfectante de hipoclorito de sodio	73
Figura 10: Pelado de Camote	74
Figura 11: Cortado del Camote en rodajas.....	74
Figura 12: Secado del Camote en bandejas.....	75
Figura 13: Molienda del Camote seco	75
Figura 14: Tamizado de Harina de Camote para la determinación de la granulometría.....	76
Figura 15: Envasado de Harina de Camote	76
Figura 16: Pesado de los granos de soya	78
Figura 17: Secado de los granos de soya	79
Figura 18: Molienda de los granos de soya seco.....	79
Figura 19: Tamizado de Harina de soya para la determinación de la granulometría.....	80
Figura 20: Sellado al vacío	80
Figura 21: Recepción de Materia prima e insumos.....	87
Figura 22: Pesado de la materia prima e insumos	87
Figura 23: Mezclado 1	88
Figura 24: Mezclado 3.....	88
Figura 25: Laminado	89
Figura 26: Moldeado	89
Figura 27: Horneado de los alfajores	90
Figura 28: Enfriado a temperatura ambiente	90
Figura 29: Relleno de los alfajores	91
Figura 30: Envasado y almacenamiento	91
Figura 31: Variación del %Humedad de los alfajores control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C)	121

Figura 32: Variación del %Acidez y pH de los alfajores control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C)	122
Figura 33: Variación de la textura de los alfajores control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C)	124
Figura 34: Variación de la actividad de agua de los alfajores control y óptimo, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C).....	126
Figura 35: Variación de peso de alfajor óptimo envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C).....	129
Figura 36: Variación de peso de alfajor control envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C).....	130
Figura 37: Variación del % de aumento de peso de alfajor control envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C).....	131
Figura 38: Variación del % de aumento de peso de alfajor óptimo envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C).....	132
Figura 39: Variación del % Humedad de alfajor óptimo envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C).....	134
Figura 40: Variación del % Humedad de alfajor control envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C).....	134
Figura 41: Variación de la textura de alfajor control envasado en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C).....	137
Figura 42: Variación de la textura de alfajor óptimo envasado en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C).....	138
Figura 43: Variación del %Humedad de alfajor control y óptimo envasados en polipropileno, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)	140
Figura 44: Variación del % Aumento de peso del alfajor control y óptimo envasados en polipropileno durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C).....	141
Figura 45: Variación de la textura de alfajor control y óptimo envasados en polipropileno, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)	142
Figura 46: Variación del Índice de Peróxidos de alfajor control y óptimo envasados en polipropileno, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C).....	143
Figura 47: Porcentaje de Aceptabilidad de los panelistas vs el tiempo de almacenaje del alfajor óptimo.....	145

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I: OBTENCIÓN DE LAS HARINAS.....	161
ANEXO 1.1: BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE CAMOTE	161
ANEXO 1.2: BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE SOYA	162
ANEXO II : ANÁLISIS EN LAS HARINAS	163
ANEXO 2.1: CARACTERIZACIÓN QUÍMICO-PROXIMAL DE LAS HARINAS	163
ANEXO 2.1.1: Determinación de la humedad en las harinas	163
ANEXO 2.1.2: Método de determinación de Grasa en las harinas.....	164
ANEXO 2.1.3: Determinación de Cenizas en las harinas.....	165
ANEXO 2.1.4: Determinación de Fibra Bruta en las harinas	166
ANEXO 2.2: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS EN LAS HARINAS	167
ANEXO 2.2.1: Medición de Colorimetría en las harinas	167
ANEXO III: CÓMPUTO QUÍMICO	168
ANEXO 3.1: MÉTODO PARA HALLAR EL AMINOGRAMA TEÓRICO DE LAS 15 FORMULACIONES.....	168
ANEXO IV : ANÁLISIS DE LOS ALFAJORES.....	169
ANEXO 4.1: DETERMINACIÓN DE GRASAS EN LOS ALFAJORES	169
ANEXO 4.2: EVALUACIÓN DE SABOR, TEXTURA, OLOR Y COLOR EN LOS ALFAJORES	170
ANEXO 4.2.1: Formato de la Evaluación Sensorial	170
ANEXO 4.2.2: Resultados de la Evaluación Sensorial para Sabor, Textura, Olor y Color	173
ANEXO 4.2.3: Fotografías del Análisis Sensorial.....	175
ANEXO V: ANÁLISIS DEL ALFAJOR ÓPTIMO Y CONTROL.....	176
ANEXO 5.1: DETERMINACIÓN DEL % PROTEINA DEL ALFAJOR ÓPTIMO Y CONTROL	176
ANEXO 5.2: MÉTODO PARA DETERMINAR ACTIVIDAD DE AGUA EN EL ALFAJOR ÓPTIMO Y CONTROL.....	177
ANEXO 5.3: DETERMINACIÓN DE FIBRA DE ALFAJOR ÓPTIMO Y CONTROL.....	178
DETERMINACIÓN DE FIBRA DE LAS HARINAS DE CAMOTE, SOYA Y TRIGO.....	179

ANEXO 5.4: MÉTODO PARA DETERMINAR ÍNDICE DE ACIDEZ ALFAJOR ÓPTIMO Y CONTROL.....	180
ANEXO 5.5: DETERMINACIÓN DEL pH ALFAJOR ÓPTIMO Y CONTROL	181
ANEXO 5.6: DETERMINACIÓN DEL INDICE DE PERÓXIDO DEL ALFAJOR ÓPTIMO	182
ANEXO 5.7: DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL ALFAJOR ÓPTIMO	183
ANEXO 5.7.1: Ficha del análisis sensorial.....	183
ANEXO 5.7.2: Resultados del análisis sensorial.....	184
ANEXO 5.7.3: Datos de la linearización de la distribución de weibull	186
ANEXO VI: ANÁLISIS BIOLÓGICO	188
ANEXO 6.1: DETERMINACIÓN DE LA DIETA	188
ANEXO 6.2: PROCEDIMIENTO DE LA EVALUACIÓN BIOLÓGICA EN RATAS.....	189
ANEXO 6.2.1: Procedimiento para Relación de Eficiencia Proteica (PER)	189
ANEXO 6.2.2: Procedimiento para Digestibilidad Verdadera (DV)	190
ANEXO 6.2.3: Procedimiento de Utilización Neta de las Proteínas (NPU)	191
ANEXO 6.3: DETERMINACIÓN DE NITROGENO	192
ANEXO 6.4: ANÁLISIS CON RATAS DE LABORATORIO ALIMENTADAS CON DIETA CONTROL, APROTEICA Y ÓPTIMA.	193

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo la optimización de sustitución parcial de la harina de trigo por harina de camote y soya así como la sustitución parcial de la margarina por aceite de ajonjolí para la elaboración de un producto de pastelería, denominado alfajor, que cumpla con los estándares de calidad y las especificaciones técnicas nacionales; logrando así el diseño de un nuevo producto para el mercado mediante la utilización de harinas sucedáneas y aceites. Para cumplir con ello, se partió de una formulación control constituida de: 100% harina de trigo, 25% de maicena, 65% de margarina, 30% azúcar impalpable, 40% manjar blanco y 5% coco rallado. Para lograr la optimización se elaboró alfajores a partir de 15 mezclas constituidas por 3 harinas (H.Trigo, H.Soya y H.Camote) y por 2 grasas (Margarina y Aceite Ajonjolí) proporciones que fueron establecidas utilizando un Diseño de Superficies -Box Behnken y el paquete estadístico Stat graphics centurión XVI y manteniendo el resto de insumos igual a la formulación base, los cuales fueron evaluados en función al % Grasa y sabor; datos que se analizaron con un nivel de significancia del 95% y utilizando el mismo paquete. Estos sirvieron para determinar la mezcla óptima de las harinas y grasas en las siguientes proporciones: 76.52% H.Trigo, 13.48% H. Soya, 10% H.Camote (con respecto a 100% Harina) y 35% Aceite de Ajonjolí, 65% Margarina (con respecto al 100% Grasa). La formulación óptima se realizó análisis químico proximal, fisicoquímicos para ver su comportamiento frente a solo harina de trigo. Se analizó por 12 días los parámetros exigidos por la Norma Técnica Peruana (%Acidez, %Humedad, Proteínas) contrastándose con el alfajor control. Entre los valores reportados tenemos 8.11% de proteína en el alfajor óptimo superior al control y grasa 22.22% inferior al del control. Para la conservación del producto, se evaluaron a tres tipos de envasados, resultando el polipropileno como mejor envase. Así mismo se determinó la vida útil del producto a temperatura ambiente mediante la evaluación sensorial, aplicando la Distribución de Weibull, obteniendo un tiempo de vida en anaquel de 10 días al producto. Finalmente, se realizó análisis biológico obteniendo un PER: 2.94 ± 0.06 , DV: 0.7718 ± 0.1704 , NPU: 0.7363 ± 0.0331 y VB: 0.9929 ± 0.1763 .

ABSTRACT

This research work had as purpose the optimization of the partial substitution of wheat flour by sweet potato flour and soybean, as well as the partial substitution of margarine by sesame oil for the production of a bakery product, called "alfajor", which satisfies with the quality standards and national technical specifications; thus achieving the design of a new product to the market through the use of substitute flours and oils. To accomplish with this, we started from control formulation consisting of 100% wheat flour, 25% cornstarch, 65% margarine, 30% powdered sugar, 40% blancmange and 5% coconut.

To achieve the optimization, we prepared alfajores from 15 mixtures of three flours (wheat, soybean and sweet potato) and 2 fats (margarine and sesame oil) ratios that were established using a Surface Design -Box Behnken and the Stat package graphics Centurion XVI, keeping the rest of supplies equal to the base formulation, which were evaluated according to the% fat and flavor; the data were analyzed with a significance level of 95% and using the same package. These were used to determine the optimal mix of flour and fat in the following proportions: 76.52% flour wheat, 13.48% soybean flour, 10% sweet potato flour (relative to 100% flour) and 35% sesame oil, 65% Margarine (relative to 100% Fat).

To the optimum formulation we done a proximal chemical analysis, physicochemical to see the behavior compared with only wheat flour. The parameters required by Peruvian Technical Standard (% Acidity, % moisture, protein) by contrasting with alfajor control, was analyzed for 12 days. Among the reported values have 8.11% protein in the optimal alfajor upper than the control alfajor, and 22.22% fat lower than the control alfajor.

For the preservation of the product, we evaluated three types of packages, resulting the polypropylene as the best package. Also we determined the shelf life of the product at room temperature by sensory evaluation, applying the Weibull distribution, obtaining a shelf life time of 10 days the product. Finally, we realized the biological analysis, obtaining a PER: 2.94 ± 0.06 , DV: 0.7718 ± 0.1704 , NPU: 0.7363 ± 0.0331 y VB: 0.9929 ± 0.1763 .

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se observa la presencia de dos vertientes totalmente diferentes en los hábitos alimenticios: por un lado se ha incrementado e incorporado en la alimentación infantil, el consumo de golosinas y por el otro la preocupación de los padres por proporcionar a su hijos productos con alto contenido nutricional.

La panificación atraviesa por ciertas tendencias, como la que estamos experimentando con los famosos alfajores. El alfajor es un dulce propio de Latinoamérica, es reconocido en Argentina, Chile, Perú y Uruguay. Tiene herencia árabe, de la palabra al -hasúque significa relleno. (Pino, 2013). El alfajor es definido como un dulce con un gran valor nutritivo. Además, restituye y aporta energía. (Coello, 2013). Como en la mayoría de productos de panificación, los alfajores están tradicionalmente hechos a base de harina de trigo, floja, harina que no es muy alta en proteínas. Sin embargo, actualmente el tema de la salud y de los productos nutritivos ha hecho crecer a la demanda de panes especiales (Saravia, 2013).

Debido a la demanda, se está haciendo uso de las mezclas de harinas que contribuyan al mejoramiento a nivel nutricional del alfajor. Se propone el uso de las harinas de Soya, que es una leguminosa que tiene mayor trascendencia mundial debido a la calidad de su proteína así como del camote morado es rico en antocianinas, con capacidad antioxidante además facilita además la evacuación intestinal ya que es rico en fibra .De la misma manera el aceite de ajonjolí, por su riqueza en nutrientes esenciales y sus cualidades, por su increíble riqueza en ácidos grasos saludables.

Lo expuesto en los párrafos anteriores ha servido de incentivo para el diseño y realización de un nuevo producto de panificación, con un mejor sabor y aporte nutricional a la dieta diaria. Es así como surge el siguiente proyecto de investigación titulado: "Elaboración y Evaluación Nutricional de alfajores enriquecidos con harina de camote (*Ipomea Batata Lam*) y soya (*Glicine Max Meir*) con sustitución parcial de margarina por Aceite Ajonjolí".

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Soya

2.1.1. Generalidades de la soya (*Glycine Max Meir*)

La soya (*Glycine max meir*) es un frijol y pertenece al grupo de las leguminosas a la familia Fabaceae subfamilia Papilionoideas. Viene en una vaina y se destaca por su alto contenido de proteína (alrededor del 40%) en comparación con otras leguminosas y por su calidad nutritiva. (Ochoa, 2010).

La soya es una leguminosa anual que está presente en la cadena alimenticia desde hace más de 5.000 años. Por muchos años, ha sido un producto básico de la dieta asiática. Recién en el año 1800 se introdujo la soya en los Estados Unidos. En la actualidad, este mismo producto ha sido modernizado tecnológicamente de diversas formas para atraer a los consumidores interesados en la salud. (Aquino, 2007).

2.1.2. Taxonomía y morfología

2.1.2.1. Taxonomía

Tabla 1: Clasificación taxonómica de la Soya.

Taxonomía de la soya	
Reino	Plantae
Subreino	Angiosperma
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Rosales
Familia	Leguminosae
Genero	<i>Glycine</i>
Especie	<i>Glicine max</i>
Variedad	Nacional
Nombre científico	<i>Glycine max</i> L.

Fuente: Guamán *et. al.*, 2005.

2.1.2.2. Morfología

La planta crece erguida y ramificada su altura varia de 30cm a 130 cm, según las variedades, con un periodo vegetativo promedio de 100 a 130 días, también influyen las condiciones de suelo y clima.

Según Álvaro, 2007.

- **La raíz:** Se encuentra entre los primeros 30 a 60 cm de profundidad, presentado las nudosidades o nódulos característicos de color cremosa o pardo grisáceo, que son formados por las bacterias benéficas nutritivas que fijan el nitrógeno libre del aire, esta permite que la planta sea mejoradora del suelo con la consiguiente economía de abonos nitrogenados.
- **Las hojas:** Son compuestas, generalmente, tiene 3 hojuelas, son de color verde, tomándose amarillas a la madurez y produciendo la defoliación; en algunas variedades permanecen adheridas en las plantas aun después de secas.
- **Las flores:** Son pequeñas de color blanco o morado liláceas según las variedades.
- **Los frutos:** Son varias que contiene 2 o 3 semillas según las variedades la semilla pueden ser de forma esférica o alargada, de color amarillo, verde, verde amarillento, castaño o marrón.
- El tallo, la hoja y el fruto de la planta en la mayoría de las variedades presentan vellosidades o pequeños pelos.



Fuente: Industria y Alimentos Internacional, 2015

Figura 1: Grano de Soya

2.1.3. Producción nacional

Tabla 2: Producción de la soya en el Perú
(2004 – 2013).

AÑOS	PRODUCCIÓN(TM)
2004	675 000
2005	704 000
2006	763 500
2007	815 000
2008	1 358 000
2009	2 208 000
2010	7 270 000
2011	2 866 000
2012	2819 000
2013	3128 000

Fuente: FAOSTAT, 2015

2.1.4. Composición química

Tabla 3: Valor Nutricional (por 100g de porción aprovechable de soya).

COMPONENTES	VARIEDAD NACIONAL
Agua	11.7 g
Proteínas	28.2 g
Carbohidratos	35.7 g
Fibra	4.6 g
Cenizas	5.5g
Grasa	18.9g
Calcio	314g
Fosforo	759g
Hierro	8.30mg
Vitamina A	100mg
Vitamina B2	0.31mg
Vitamina B1	1.14mg
Niacina	2.10mg

Fuente: Tabla Peruanas de Composición de Alimentos, 2009.

2.1.5. Harina de soya

2.1.5.1. Obtención de harina de soya

Para la obtención de la harina de soya se debe seguir el siguiente proceso. (Programa de Capacitación para Empresarias de la Industria de Procesamiento de Alimentos - Volumen II).

- **Limpiar:** Elimine piedras, vainas y desecho utilizando aventadoras o con canastas aventadoras.
- **Pelar:** Friccione el grano en la palma de la mano para pelar o soltar las cascaras que cubren las semillas.
- **Secar:** Seque al sol sobre tarimas.
- **Moler:** La materia prima una vez secada, pasara por un molino, el producto de la molienda debe ser un polvo fino que esté de acuerdo con las

especificaciones de las harinas. Generalmente las harinas de acuerdo a las Normas AOAC 965.

- **Cernir:** Use un cedazo o tamiz fino (1mm de luz).
- **Empacar:** Empaque en bolsas de polietileno usando balanzas.
- **Sellar:** Se utilizara con selladora con calor.
- **Almacenar:** El almacenamiento en bodegas secas y frescas. (Blanca Hernández *et. al.*, 1999).

2.1.6. Usos de la soya

En el mercado de la soya se oferta una gran variedad de productos, tanto destinados al consumo humano como empleados en el enriquecimiento de los piensos compuestos de uso animal. De entre todos ellos, destacamos los que describimos a continuación.

- **Semilla:** Al igual que nuestras legumbres, se consumen hervidas, tras pasar unas ocho horas en remojo. La mayoría se transforma en productos alimenticios derivados de la soya (soy foods). (Ridner, 2006).
- **Aceite:** Se obtiene del prensado de las semillas. Es una excelente fuente de lecitina, conteniendo además una mezcla de glicéridos de ácidos poliinsaturados, linoleico, oleico y linolénico (86%) y saturados: palmítico y esteárico (14%) y no tiene colesterol. El aceite de soya se puede emplear como tal para frituras o para consumirlo crudo en el aliño de las ensaladas. Sin embargo, la mayor parte del mismo se suele procesar y transformar en margarina, mayonesa y otros productos comestibles. También se destina a la fabricación de pinturas, barnices, linóleo y tejidos de caucho. En los medicamentos se suele emplear como excipiente. (Ridner, 2006).

- **Harina:** Polvo fino que se obtiene tras el tostado y molido de las semillas. Casi no contiene almidón, por lo que se usa para la fabricación de productos dietéticos. También se emplea en forma de tortas para enriquecer en proteínas los piensos animales. Contiene un 50% de proteínas, por lo que esta riqueza proteica la hace idónea en las dietas destinadas al consumo humano, siendo la principal fuente de proteínas en los países con un déficit de las mismas. Además, se emplea para enriquecer el contenido proteico de cualquier receta. Si se añade a otras harinas obtenidas a partir de cereales, mejora el valor nutricional de las mismas al compensar su déficit en el aminoácido lisina. También se suele emplear en las tortillas, como sustituto del huevo. Su contenido en lecitina es elevado (100 g de harina tiene más lecitina que media docena de huevos). (Ridner, 2006).
- **Leche de soja:** La leche de soja es un líquido de consistencia cremosa y de sabor que recuerda al de las nueces. Se obtiene de las semillas de soja empapadas en agua, cocidas y, posteriormente, molidas y coladas. El líquido resultante es la leche de soja y la parte sólida que queda tras el proceso de colado es la okara. Puede sustituir a la leche de la vaca en pacientes con intolerancia a la lactosa (que carecen de la enzima lactasa). No contiene colesterol, aporta calcio, vitaminas del grupo B y Fe. Sin embargo, esta leche no aporta la misma cantidad de proteínas que la que aporta la leche de vaca. Se comercializa en estado líquido y como leche en polvo. (Ridner, 2006).

2.2. Camote

2.2.1. Generalidades del camote

El camote es un tubérculo nativo del continente americano y ahora además se cultiva ampliamente en Asia y África tropical, generalmente a partir de trozos de tallo. Es planta herbácea de tipo rastrero y perenne, aunque cultivado como anual. Crece a nivel o un poco arriba de la superficie del suelo, se cultiva en un gran rango de suelos, incluso en suelos con un valor agrícola marginal es decir suelos pobres de poca materia orgánica con bajos niveles de fertilidad y suministro irregular de agua; soporta excesos de lluvia y sequias; por lo que tiene un bajo costo de producción comparado con otros cultivos. (FAO, 2000).

Además de su rusticidad productiva tiene un corto periodo vegetativo los primeros tubérculos se pueden cosechar en aproximadamente 4 meses, pues es de rápido desarrollo, alto rendimiento potencial. La parte más importante de la planta es la raíz, por transformarse en tubérculo las raíces rastreras que acumulan reservas nutritivas, y se producen en los puntos donde dejan de ser rastreras, para profundizarse en el suelo. (FAO, 2000).

Existen variedades tradicionales y algunas mejoradas, variando el color de la pulpa entre diversos tonos de anaranjado, amarillo, blanco (mejorado) y morado. (FAO, 2000).

2.2.2. Taxonomía y morfología

2.2.2.1. Taxonomía

Tabla 4: Clasificación taxonómica del Camote.

Taxonomía del Camote	
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Convolvulaceae
Tribu:	Ipomoeae
Género:	Ipomoea

Fuente: National Center for Biotechnology Information, 2014.

2.2.2.2. Morfología

- **Planta:** Planta de consistencia herbácea, porte rastrero, y vivaz o perenne, aunque se cultiva como anual.
- **Tallo:** También llamado rama, de longitud variable (de 10 cm a 6 m), es cilíndrico (calibre de 4 mm a más de 6 mm) y rastrero. Puede ser glabro (sin pelos) o pubescente (velloso). El color varía entre verde, morado o combinación de ambos.
- **Sistema radicular:** Es la parte más importante de la planta, ya que constituye el objeto principal del cultivo. Las raíces son abundantes y ramificadas, produciendo unos falsos tubérculos de formas y colores variados (según variedad), de carne excelente, hermosa, azucarada, perfumada y rica en almidón, con un elevado contenido en caroteno y vitamina C y una proporción apreciable de proteínas.

El peso de los tubérculos puede variar desde 200-300 gramos hasta 6 kilogramos.

- **Hojas:** Son muy numerosas, simples, alternas, insertadas aisladamente en el tallo, sin vaina, con pecíolo largo, de hasta 20 cm, y coloración y vellosidad semejante al tallo. Limbo ligeramente muy desarrollado. Palminervias, con nervios de color verde o morado. La forma de limbo es generalmente acorazonada (aunque hay variedades con hojas enteras, hendidas y muy lobuladas).
- **Flores:** Se agrupan en una inflorescencia del tipo de cima bípara, con raquis de hasta 20 cm, que se sitúan en la axila de una hoja con cuatro centímetros de diámetro por cinco de largo, incluido el pedúnculo floral; el cáliz posee cinco sépalos separados, y la corola cinco pétalos soldados, con figura embudiforme y coloración violeta o blanca; el androceo lo constituyen cinco estambres y el gineceo un pistilo bicarpelar.
- **Fruto:** Es una pequeña cápsula redondeada de tamaño inferior a un centímetro, en cuyo interior se alojan de una a cuatro pequeñas semillas redondeadas de color pardo a negro. Mil semillas pesan de 20 a 25 gramos. (Huamán, 1992)



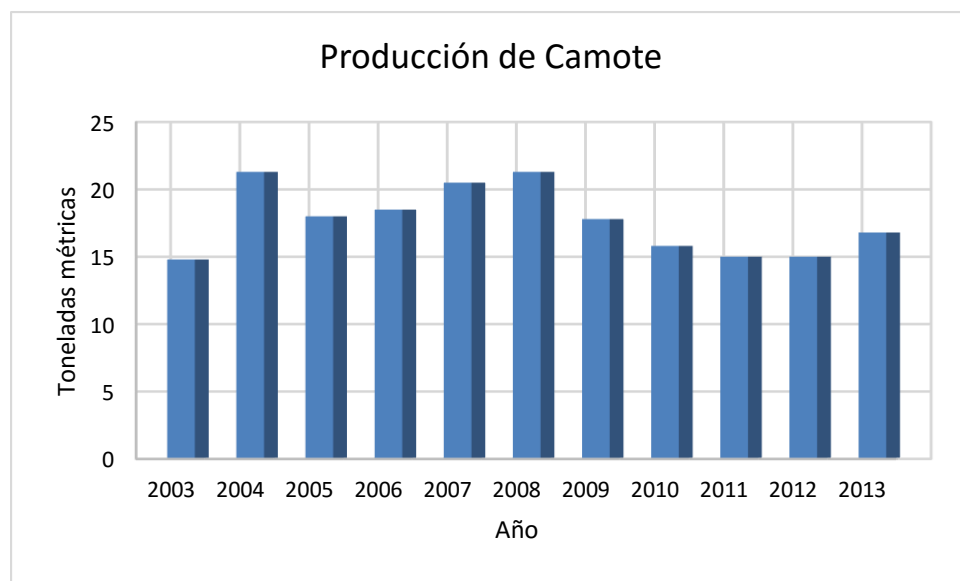
Fuente: Revista Colectivo Camote

Figura 2: Camote (*Ipomoea batatas*).

2.2.3. Producción nacional

El Perú posee la mayor diversidad de variedades de camote del mundo, y crece en nuestro país desde hace 10 mil años, al igual que en Centroamérica. El agricultor peruano puede cultivarlo casi todos los días del año. En el Perú, el camote se siembra en la costa, selva y valles interandinos ubicados entre 20 y 2000 metros sobre el nivel del mar. En estos últimos años, el área sembrada con este cultivo oscila entre 12,000 a 14,000 hectáreas (10 mil unidades agrícolas), con un volumen de producción de 190 mil a 224 mil toneladas (0.3% del valor bruto de producción agrícola) y un rendimiento promedio de 16 t/ha. Según registro de estadísticas, la mayor zona de producción de camote en el país es el departamento de Lima, en donde se concentra el 70% de la superficie cultivada; siendo las provincias de Huaral (800 ha) y Cañete (3,500 ha), las principales zonas productoras de camote; las cuales ofertan al mercado capitalino 120 mil toneladas métricas anuales. Los valles del norte chico Huacho, Barranca y Pativilca, poseen menor superficie de siembra (700 ha) y aportan alrededor 12 mil TM para los mercados de Lima. (Zuloaga, 2007).

Los valles costeros de Ancash, cultivan aproximadamente 1,500 hectáreas que aportan al mercado capitalino 24 mil TM. Anuales. En cambio, los valles costeros de los departamentos de Lambayeque y la Libertad registran una superficie de siembra de 2,300 ha, las cuales aportan 25 mil TM al mercado regional del norte. En los valles de Ica y Arequipa cultivan 1000 ha, las cuales producen 16 mil TM. (Zuloaga, 2007).



FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Figura 3: Producción anual de camote Peruano (2003-2013).

2.2.4. Rendimiento

En el Perú no se le ha dado la importancia que se merece el camote, hasta no hace mucho su uso era destinado mayormente para comida de animales. Pero se inició una campaña en los programas periodísticos donde se explicaba sus propiedades alimenticias en cuanto a nutrición, además de su bajo costo. El consumo per cápita anual es de 4.363Kg. (Lardizábal., 2003)

Cultivo de camote y costos de producción.

El periodo vegetativo del camote es de 120 a 125 días, este necesita francos o suelos sueltos para su buen crecimiento a

condiciones de 18 a 22 grados centígrados, su costo de producción total esta entre 600 a 700 \$/Hectárea, entre los fertilizantes necesarios tenemos 60kg de nitrógeno, 40kg de fósforo, 40kg de potasio por hectárea. Para su riego se necesita entre 7000 a 8000 m³/hectárea. (Lardizábal., 2003)

El camote tiene bajos costos de producción. Un agricultor invierte alrededor de los S/. 0,12 por kilo producido, y el costo de la mano de obra (S/. 15,00 por jornal), montos que convierten al cultivo en altamente competitivo frente a los costos de producción de los Estados Unidos (que en algunos casos llega a superar 10 veces más de nuestros costos). Ello convierte a nuestro camote en un producto altamente competitivo para la exportación. (Lardizábal., 2003)

2.2.5. Composición química

La composición química es la principal característica que influye sobre las calidades culinarias y nutritivas de la batata. El sabor, la textura, y el color dependen de la composición química. (Martí H. R.; 2000).

El almidón es una sustancia de reserva formada por la unión en cadena de unidades (moléculas) de un azúcar (glucosa).

Los principales azúcares hallados en la batata cruda son sacarosa, glucosa y fructosa. En algunos casos también se ha hallado maltosa. La concentración de azúcar varía con los distintos cultivares. En la batata cocida la concentración de maltosa aumenta mucho, pues la cocción provoca la degradación del almidón, que es convertido en maltosa y dextrinas. La maltosa está formada por dos moléculas de glucosa. Ese aumento en la concentración de maltosa es una de las causas que motivan que la batata cocida sea más dulce que la cruda. (Martí H. R.; 2000).

Las fibras son otros hidratos de carbono hallados en la batata, e incluye compuestos como las sustancias pécticas,

hemicelulosas y celulosa. La cantidad de fibra también varía con los cultivares. La cantidad de fibra influye sobre la textura. El color se debe a la presencia de pigmentos antociánicos (colores morados) y carotenoides (colores crema, amarillos y anaranjados). (Marti H. R.; 2000).

Hay otros grupos de constituyentes de la batata que en conjunto constituyen menos del 1% de la materia seca. Entre ellos se encuentran las vitaminas y los pigmentos. La batata puede contener altas cantidades de beta caroteno, que es el precursor de la vitamina A. También es una fuente importante de vitamina C, y contiene moderadas cantidades de vitaminas del grupo B. El principal factor que afecta el contenido de caroteno es el cultivar. (Marti H. R.; 2000).

Tabla 5: Composición química por cada 100 gramos de parte comestible del camote.

Nutrientes	Cantidad
Energía (Kcal)	114
Proteína	1.10
Grasa total (gr)	0.10
Colesterol (mg)	---
Glúcidos	28.80
Fibra (g)	1.10
Calcio (mg)	19
Hierro (mg)	2.10
Yodo (µg)	---
Vitamina A (mg)	10
Vitamina C (mg)	48
Vitamina D (mg)	---
Vitamina E (mg)	0
Vitamina B12 (µg)	---
Folato (µg)	0

Fuente: Ministerio Nacional de Agricultura, 2015.

2.2.6. Harina de camote

2.2.6.1. Obtención de harina de camote

Para la obtención de la harina de camote se debe seguir el siguiente proceso.

- **Recepción:** En esta etapa se recibe la materia prima. y se realiza la evaluación de la materia prima, se revisa que cumplan con las especificaciones requeridas (libre de daños por plagas, etc.) y además se procede a tomar pesos para luego hallar el rendimiento. (Roquel, 2008).
- **Lavado:** Es muy importante el lavado de la materia prima, en este proceso se procede a lavar los camotes con agua, para evitar que cualquier suciedad presente afecte la calidad del producto que se obtendrá en el proceso. En la clasificación se desecha cualquier unidad defectuosa que no cumpla con los requerimientos para la elaboración de la harina. (Roquel, 2008).
- **Pelado:** En esta etapa ingresan todos los camotes que van a ser utilizados el proceso ya limpios, el rendimiento en pulpa de un camote es de aproximadamente 80%. (Roquel, 2008).
- **Cortado:** Se cortan los camotes ya sin cáscara en láminas delgadas o en pequeños cuadrados para luego ser llevados al Secador. (Roquel, 2008).
- **Secado:** El secado se lleva a cabo en un secador de bandejas, donde se coloca el producto en bandejas, la temperatura del secador es de 50 +/- 3°C. Este proceso se realiza hasta que los pesos de las bandejas se mantengan constantes, lo que

significa que el producto se encuentra seco. (Roquel, 2008).

- **Molienda:** La materia prima una vez seca, es pasada por un molino, el producto de la molienda debe ser un polvo fino que esté de acuerdo con las especificaciones de las harinas. Generalmente las harinas de acuerdo a las Normas AOAC 965.33, 2002.
- **Tamizado:** Es el proceso que nos permitió separar las partículas más grandes de las pequeñas o algunas partículas que se pudieron adherirse en la harina, para darse la textura al producto. (Roquel, 2008.)

2.2.7. Usos del camote

La batata de pulpa morada sirve para la elaboración de jugos y de colorantes alimenticios. También se analiza la posibilidad de utilizar los residuos industriales de la batata para producir aditivos de alimentos o suplementos nutricionales como fuente de fibras y antioxidantes. En Japón se la usa como materia prima para la fabricación de almidón y se aprovechan los residuos de esta producción para usarlos como fibra alimentaria. También son usadas en ese país como medicina para la diabetes y otras enfermedades. (Lardizábal, 2003)

Las raíces sirven para la fabricación de productos fermentados (vino, butanol, ácido láctico, acetona y etanol).

Mediante la extracción de almidón y su conversión en azúcares se produce ácido láctico que, polimerizado, refinado y moldeado, permite obtener bioplástico. (Lardizábal, 2003)

2.3. Trigo

2.3.1. Generalidades del trigo

La palabra trigo designa tanto a la planta como a sus semillas comestibles, tal y como ocurre con los nombres de otros cereales (Aykrod et.al.1970). El trigo es uno de los tres cereales más producido globalmente, y el más ampliamente consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad. El grano de trigo es utilizado para hacer harina; harina integral, sémola, cerveza y una gran variedad de productos alimenticios (Forero, 2000)

2.3.2. Taxonomía y morfología

2.3.2.1. Taxonomía

Tabla 6: Clasificación taxonómica del trigo.

Taxonomía del Trigo	
Reino	Vegetal
Subreino	Fanerógamas
División	Cheteriodophitas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Monocotiledónea
Orden	Cereales
Familia	Gramínea
Género	Triticum
Especie	Vulgare
Científico	Triticum Vulgare
Común	Trigo

Fuente: Gallejo, 2002.

2.3.2.2. Morfología

Las partes de la planta de trigo se pueden describir de la siguiente manera:

- **Raíz**

El trigo posee una raíz fasciculada o raíz en cabellera, es decir, con numerosas ramificaciones,

las cuales alcanzas en su mayoría una profundidad de 25 cm, llegando algunas de ellas hasta un metro de profundidad. (Camacho, 1981).

- **Tallo**

El tallo del trigo, de tipo herbáceo, es una caña hueca con 6 nudos que se alargan hacia la parte superior, alcanzando entre 0.5 a 2 metros de altura, es poco ramificado (Mateo, 2005).

- **Hojas**

Las hojas del trigo tienen una forma linearlanceolada (alargadas, rectas y terminadas en punta) con vaina, lígula y aurículas bien definidas. (Camacho, 1981).

- **Inflorescencia**

La inflorescencia es una espiga compuesta por un raquis (eje escalonado) o tallo central de entrenudos cortos, sobre el cual van dispuestas de 20 a 30 espiguillas en forma alterna y laxa o compacta, llevando cada una nueve flores, la mayoría de las cuales abortan, rodeadas por glumas, glumillas o glumelas, lodículos o glomélulas (Mateo, 2005).

- **Granos**

Los granos son cariósides que presentan forma ovalada con sus extremos redondeados.

El germen sobresale en uno de ellos y en el otro hay un mechón de pelos finos. El resto del grano, denominado endospermo, es un depósito de alimentos para el embrión, que representa el 82% del peso del grano. A lo largo de la cara ventral del

grano hay una depresión (surco): una investigación de la aleurona y todas las cubiertas. En el fondo del surco hay una zona vascular fuertemente pigmentada. El pericarpio y la testa, juntamente con la capa aleurona, conforman el salvado de trigo. El grano de trigo contiene una parte de la proteína que se llama gluten. EL gluten facilita la elaboración de levaduras de alta calidad, que son necesarias en la panificación. (Mateo, 2005).



Fuente: Revista Trigopan, 2014.

Figura 4: Espiga de Trigo.

2.3.3. Composición química del trigo

El grano maduro del trigo está formado por: hidratos de carbono, compuestos nitrogenados, ácidos grasos, sustancias minerales y agua junto con pequeñas cantidades de vitaminas, enzimas y otras sustancias como pigmentos. (De la Vega, 2009)

Dentro de las proteínas que contiene el trigo la más importante en la industria de panificación es el gluten que es un complejo de proteínas de color blanco grisáceo, duro y elástico, presente en el trigo; esta proteína da a la masa de pan el tacto viscoso o pegajoso que retiene el gas cuando sube por acción de la levadura (De la Vega, 2009).

El gluten se forma cuando se combinan con agua las proteínas gluteína y gliadina, presentes en la harina. Al cocerse el pan, el gluten de la masa se expande debido al dióxido de carbono producido por acción de la levadura, dando a la masa una textura esponjosa y elástica. Los panes con gluten tienen mayor contenido en proteínas y menor contenido en almidón que otros panes. (Tapia, 2001).

Tabla 7: Valor Nutricional (por 100g de porción aprovechable de trigo).

Nutrientes	Cantidad	Unidad
Humedad	14.20	Gr.
Proteínas	13.00	Gr.
Carbohidratos totales	69.60	Gr.
Extracto etéreo	1.70	Gr.
Fibra	2.90	Gr.
Ceniza	1.50	Gr.
Calcio	54.0	Gr.
Tiamina	0.56	Mg.
Riboflavina	0.05	Mg.
Niacina	4.96	Mg.
Caroteno	0.01	Mg.
Hierro	3.70	Mg.
Fosforo	340	Mg.
Energía	354	Cal.

Fuente: De la Vega, 2009.

2.3.4. Clasificación del trigo según su utilización

Son varios los tipos de trigo que se cultivan alrededor del mundo, de acuerdo a su hábito de crecimiento estos se clasifican en trigos invernales, primaverales e intermedios o facultativos. El trigo hexaploide (*Triticum aestivum*), comúnmente conocido como harinero, también se clasifica con base en el color de grano en rojo y blanco. El trigo tetraploide (*Triticum durum*) es comúnmente conocido como durum o cristalino y tiene color ámbar. (Tapia, 2001).

Un ejemplo de clasificación del trigo, con base en su uso o procesamiento, es de acuerdo a su textura y características de fuerza de gluten (Tabla 13). Los trigos de gluten fuerte y extensible (grupo1) son necesarios en los procesos mecanizados de panificación (pan de molde en general) en los cuales las masas deben tolerar el trabajo intenso al cual son sometidas. Esos trigos también son utilizados como correctores de trigos de menor fuerza de gluten. Los trigos con gluten medio fuerte y extensible (grupo 2) son aptos para la producción semi mecanizada y manual de pan a partir de masas fermentadas (pan blanco, pan de masa hojaldrada y pan dulce, moldeados manualmente y horneado sin molde) y no fermentadas (pan plano como el árabe, tortilla de harina, etc.). (Tapia, 2001).

Por otro lado, los trigos de endospermo suave (o blando) y gluten débil (grupo3), son requeridos en la industria galletera y repostería. Estos trigos deben poseer un contenido de proteína menor que el de los grupos 1 y 2. Los trigos de gluten tenaz(poco extensibles), del grupo 4, son altamente indeseables en la industria panificadora, ya que producen masas de panificación que, por el hecho de tener extensibilidad muy limitada, presentan poca tolerancia al sobre mezclado, deficiente capacidad de expansión durante la fermentación y el horneado, y pobres características de manejo y moldeado. El trigo cristalino o durum (grupo5) produce semolina (harina gruesa) de color amarillo y posee un gluten medio fuerte y tenaz, adecuado para elaborar pastas alimenticias muy densas y resistentes. (Tapia, 2001).

Tabla 8: Clasificación del trigo con base en sus características generales de calidad y su uso industrial.

Grupo de calidad	Fuerza de gluten	Uso industrial	Observaciones
Grupo 1 (F)	Fuerte /extensible	<ul style="list-style-type: none"> • Panificación mecanizada. • Mejorador de trigos de menor fuerza de gluten. 	Endospermo duro a semi-duro.
Grupo 2 (M)	Medio /extensible	<ul style="list-style-type: none"> • Panificación manual y semi-mecanizada. • Galletería y repostería 	Endospermo duro a semi-duro
Grupo 3 (S)	Débil / extensible	<ul style="list-style-type: none"> • Panificación artesanal. 	Endospermo suave (blando)
Grupo 4 (T)	Medio/ tenaz (poco extensible)	<ul style="list-style-type: none"> • Algunos productos de repostería 	Endospermo duro a semi-duro(No panificable)
Grupo 5 (C) (T.durum)	Fuerte/ tenaz	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de pastas alimenticias (espagueti,etc.) 	Endospermo muy duro a cristalino (No panificable)

Fuente: Peña *et al*, 1991

2.3.5. Harina de trigo

2.3.5.1. Definición

Por harina de trigo se entiende al producto elaborado con granos de trigo común. *Triticum aestivum* L, o trigo ramificado, *Triticum aestivum* L, o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host, o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura (Codex Alimentarius 152, 1985).

2.3.5.2. Composición química

Los compuestos químicos que componen la harina son los mismos que los del trigo, aunque con una modificación porcentual debido a la eliminación de parte de ellos en el proceso de molienda. (Calaveras, 1996).

Tabla 9: Composición Química de la Harina de Trigo.

Componente	Harina 100% extracción
Proteínas	12-13.5%
Lípidos	2.2%
Almidón	67%
Cenizas(materia mineral)	1.5%
Vitaminas (B y E)	0.12%
Humedad	13-15%
Fibra(Salvado)	11%
Azúcares	2-3%

Fuente: Calaveras, 1996.

2.3.5.3. Principales componentes de la harina

- **Carbohidratos:** Se llama así a ciertos compuestos químicos formados por carbono, hidrogeno y oxígeno. Constituyen la parte mayor del endospermo del trigo. El principal componente de la harina que contribuye en el poder de absorción gracias a que es muy ávido de agua es el almidón. (Aguirre *et.al*, 1997).

Dada su higroscopicidad, existe una competencia directa entre proteínas y el almidón al añadir el agua al amasado. La constitución del almidón viene dada por dos componentes que son la amilasa (parte interna) y la amilo pectina (parte externa), unidos

entre sí por enlaces de hidrógeno. (Aguirre *et al*, 1997).

- **Proteínas:** Son macromoléculas que contienen nitrógeno. Sus complejos compuestos de naturaleza coloidal, al contacto con el agua son los responsables de la formación del gluten que es bien conocido por el sector de panificación. (Aguirre *et. Al*, 1997).

La cantidad de proteína determina las propiedades de panificación de la harina, y sus características generales y naturaleza coloidal determinan su calidad. (Aguirre *et. Al* 1997).

- **Humedad:** La humedad de la harina oscila alrededor del 14%. La harina con mucha humedad se puede poner mohosa. Al utilizar la harina que perdió humedad se debe compensar echándole más agua en el mezclado. (Aguirre *et, al*, 1997).
- **Cenizas:** Es la cantidad de material mineral que tiene la harina. Depende de la clase de trigo y de la extracción. Las harinas patentes tienen menos cenizas que las claras.

2.3.5.4. Tipos de harina

Las harinas pueden dividirse en dos grandes grupos:

- **Harinas Duras:** Son aquellas que tienen un alto contenido de proteínas como el trigo rojo duro de invierno y rojo duro de primavera.
- **Harinas Suaves:** Son aquellas que tienen bajo contenido de proteínas y se extraen de trigos de baja

proteína como el trigo blando rojo de invierno. Se utiliza para bizcochos, queques y galletas. En algunos sistemas de molienda, es posible obtener del mismo trigo un tipo de harina con alto contenido de proteína y otro tipo de harina con baja proteína. A este sistema de molienda se denomina molienda o separación por impacto (Aguirre et.al, 1997).

Las harinas, según sus tipos, se clasifican en: cero (0), dos cero (00), tres ceros (000) y cuatro ceros (0000).

La harina 000 corresponde a la harina de trigo, que se utiliza siempre en la elaboración de panes, debido a que su alto contenido de proteína posibilita la información de gluten. Por su parte la harina 0000 es más refinada y más blanca, al tener escasa formación de gluten. Solo se utiliza en panes de molde y en pastelería (Aguirre et. Al 1997).

2.3.5.5. Harina para productos de pastelería

Para elegir la harina ideal para pastelería hay que distinguir entre los tipos de pasteles ya que en la pastelería existen una gran variedad de artículos, de tal manera que para elaborar en condiciones óptimas cada uno de estos productos, es preciso disponer de harinas de las características requeridas en cada caso, que a continuación se describe:

- **Para pastas secas y mantecados:** Para la fabricación de dulces compactos y pastas secas en las que se emplea alto contenido en grasa y azúcares la harina ha de ser bastante floja, puesto que en el caso de que se empleen harinas más fuertes las piezas serían demasiado tenaces y no desarrollarían bien en el horno. (Calavera 1996)

- **Para bizcochos:** En algunos bizcochos es necesario que resista un cierto grado de fractura y dejarse aplanar en capas o enrollar sin que llegue a quebrar. Las harinas típicas de bizcochos son aquellas que poseen entre 7.5 y 8.5% de proteínas, de gluten extensible y poco tenaz, por lo tanto una harina galletera o micronizada sería lo ideal. (Calaveras, 1996)
- **Para Masas Batidas:** En el caso de productos con masas batidas tal es el caso de los quequitos, cupcakes o magdalenas se recomienda el uso de las harinas denominadas *Harina Micronizada*, ya que han sido trituradas nuevamente reduciéndole el tamaño de la partícula. Una harina panificable, normal tiene entre 110 y 180 micras de granulometría, las harinas micronizadas son las que tienen una granulometría entre 40 y 80 micras. (Calaveras, 1986).

Este tipo de harina, al tener reducido el tamaño de la partícula, el gránulo queda mucho más hidratado, durante el batido de la masa, y por tanto el desarrollo y la esponjosidad de la magdalena y de todas aquellas masas batidas es mayor en comparación con los productos elaborados con harina normal. Otra gran ventaja es que aumenta el rendimiento, puesto que en el proceso de micronización pierde humedad siendo más seca. Al mismo tiempo la absorción es de 1.5% mayor que la harina normal. (Calaveras, 1986).

2.4. Ajonjolí

2.4.1. Generalidades del Ajonjolí

El ajonjolí es una semilla rica en beneficios y propiedades cardiosaludables, gracias a su contenido en ácidos grasos esenciales. Descubre sus virtudes nutricionales más importantes.

El ajonjolí es una planta herbácea que pertenece a la familia de las Pedaliáceas, la cual puede alcanzar un metro de altura y se caracteriza por poseer unas flores llamativas, de colores blanco-rosáceos.

Con este nombre se conoce también a su semilla, conocida a su vez con el nombre de sésamo, originario de la India y África, donde tiende a ser muy utilizada para espesar y dar sabor a una gran diversidad de platos.

En una anterior ocasión te hablábamos de los diferentes beneficios de las semillas de sésamo, destacando que tienden a ser muy utilizadas en la cocina al ser añadidas a una diversidad interesante de panes, aportándoles un sabor ciertamente característico. También son usados en dulces, destacando Marruecos en ese sentido por su gran diversidad de dulces árabes que contienen sésamo. (Zavaleta et al., 2008.)

2.4.2. Taxonomía y morfología

2.4.2.1. Taxonomía

Tabla 10: Clasificación taxonómica del trigo

Taxonomía del Ajonjolí	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Lamiales
Familia:	Pedaliaceae
Género:	Sesamum
Especie:	Sesamum indicum L.

Fuente: Dep. de Agric. USA, 2014.

2.4.2.2. Morfología

- **Raíz.-** pivotante.
- **Tallo.-** cilíndrico irregular.
- **Hojas.-** peciolos largos hojas lobuladas.
- **Flores.-** gamopétalos con 5 pétalos, gineceo carpelar color blanco o lila.
- **Fruto.-** en capsula erecta de tamaño 2 a 8 cm de largo.
- **Semilla.-** pequeña ligeramente achatado 2 a 4mm de longitud y 2mm de ancho.
- **Días a floración.-** 40 a 50 días.
- **Madures fisiológica.-** 100 a 105 días.
- **Numero de semillas por capsula.-** 17 a 25 semillas de color blanco. (Pérez et al ,2010)



Fuente: Industria y Alimentos Internacional, 2015
Figura 5: Grano y aceite de Ajonjolí.

2.4.3. Producción nacional

El ajonjolí sésamo es una planta anual cuyo ciclo de vida puede variar entre ochenta y ciento treinta días. (Vizcarra, 2013).

Es una planta de alta adaptabilidad; sin embargo su cultivo da los mejores resultados en las zonas donde hay altas temperaturas (el óptimo para el crecimiento, floración y maduración es de 26 °C – 30 °C), abundante luminosidad y una precipitación bien distribuida a lo largo de su fase vegetativa y durante la floración. (Vizcarra, 2013).

Los suelos deben ser preferiblemente profundos, fértiles franco arenosos, con buen drenaje de agua y sales minerales.

Para la siembra repetida de variedades provenientes de semillas clasificadas, se requiere una distancia de 400 metros como mínimo a sembradíos con otras variedades para evitar la polinización cruzada. (Vizcarra, 2013).

Por otro lado, cultivos ecológicos de Ajonjolí hay en el Perú, Méjico, El Salvador, Nicaragua, India, Sri Lanka, Turquía, Uganda y China. En el Perú se cosecha hasta 800 kg/ha. El promedio de la producción convencional mundial es 330 kg/ha. (Vizcarra, 2013).

En el trienio 2012 – 2014, según la DRAL del MINAG, la producción de Ajonjolí en T.M. fue la siguiente:

Tabla 11: Producción Nacional de Ajonjolí.

Mes	Año		
	2012	2013	2014
Enero	2.76	5.54	14.38
Febrero	5.16	10.50	13.00
Marzo	2.60	21.96	25.18
Abril	2.60	20.20	38.90
Mayo	2.60	16.94	28.34
Junio	27.09	19.69	15.85
Julio	31.84	27.20	31.36
Agosto	4.10	24.20	16.00
Setiembre	0.00	22.75	8.85
Octubre	4.86	5.64	4.40
Noviembre	4.74	10.20	9.11
Diciembre	25.99	14.53	17.70
Total	114.34	199.35	223.08

Fuente: Ministerio de Agricultura de Perú, 2013.

2.4.4. Composición química

Tabla 12: Valor Nutricional de las semillas de sésamo por 100 gr.

Componente	Cantidad
Agua (gr)	4.9
Calorías (Kcal)	573
Grasa (gr)	49.67
Proteína (gr)	17.73
Carbohidratos (gr)	23.45
Fibra (gr)	11.8

Fuente: Bothanical, 2015.

2.4.5. Aceite de Ajonjolí

2.4.5.1. Obtención del aceite de ajonjolí

- **Limpieza:** Las semillas de ajonjolí son recepcionadas y sometidas a una limpieza en donde se extraen todas aquellas partículas ajenas a la semilla.
- **Secado:** Secamos las semillas de ajonjolí hasta una humedad inferior al 10% para luego ser

sometida a una extracción por prensado. (Zavaleta et al.,2008)

- **Almacenamiento:** La semilla una vez secada se almacena en un ambiente a condiciones adecuadas para evitar que éstas ganen humedad. (Zavaleta et al.,2008)
- **Descascarado:** Descascamos la semilla para facilitar la extracción de aceite. (Zavaleta et al.,2008)
- **Acondicionamiento:** Las semillas se laminan en molinos de cilindros y luego se cocinan con vapor.
- **Extracción por prensado:** Mediante el prensado de las semillas se obtiene una gran cantidad de aceite, que luego en una etapa de extracción por solvente se me puede complementar. (Zavaleta et al.,2008)
- **Extracción por solvente:** Se extrae casi la totalidad del aceite empleando solvente hexano. Esta etapa puede realizarse sola o procedida de extracción por prensado. (Zavaleta et al.,2008)
- **Destilación de miscela:** Se separa el solvente (hexano) del aceite extraído para luego ser recirculado al proceso. (Zavaleta et al.,2008)
- **Aceite crudo:** Luego de haber sido separado el solvente, obtenemos un aceite con impurezas.
- **Refinado:** Se separan todas las impurezas contenidas en el aceite, con el fin de obtener un aceite de calidad. (Zavaleta et al.,2008)
- **Desolventación y tostado:** El solvente de extracción se elimina de la harina y esta es secada y tostada. (Zavaleta et al.,2008)

2.4.6. Usos del Ajonjolí

- El ajonjolí es rico principalmente en antioxidantes, hierro, fósforo, magnesio, calcio, zinc, proteínas, metioninas y aminoácidos esenciales.
- Es recomendado para prevenir y curar varias enfermedades, algunos lo toman para bajar el colesterol de la sangre pues contiene Omega 3 y 6.
- Es una maravilla cuando se usa para la energía mental y física, bueno para la memoria.
- Ayuda a tranquilizarnos, combatiendo la depresión y el insomnio.
- Porque tiene calcio, hierro y zinc es bueno para aumentar la hemoglobina.
- También para la osteoporosis es una bendición, por su contenido de calcio orgánico.
- Es un aliado cuando deseamos limpiar el cuerpo, pues nutre y limpia.
- Se puede añadir en polvo o en granos tostados a sopas calientes, vegetales y ensaladas.
- En la mañana temprano, masticar muy bien el contenido de una cucharada de las semillas, después tomar un vaso de agua, esto lo recomienda Lutecia Adams para la energía y vigor en la jornada de trabajo y también si desea bajar de peso hacer este tratamiento por 24 o 48 días.
- Crema de ajonjolí
- Crema de garbanzos o hummus.
- Gomacio, sal de sésamo o salsa de ajonjolí
- El turrón de ajonjolí o sésamo es una manera muy rica de consumir la semilla y aprovechar sus numerosas propiedades, también la chicha de ajonjolí es una manera sabrosa de aprovechar los beneficios del sésamo.
- En el pan integral es muy usado, lo sugerimos.
- En batidos de fruta, por ejemplo, con lechosa.

- El queso y la mantequilla de ajonjolí son otras ricas delicias que podemos hacer para nuestras comidas. (Zavaleta *et al.*,2008)

2.5. Margarina

2.5.1. Generalidades de la Margarina

Las margarinas son grasas semisólidas con aspecto similar a la mantequilla pero más untuosas. Se obtienen mediante procedimientos industriales a partir de grasas insaturadas de origen vegetal (margarina 100% vegetal) o bien a partir de grasas de origen animal y vegetal mezcladas (margarinas mixtas). Las margarinas 100% vegetales, se obtienen a partir de grasas con un elevado porcentaje de ácido linoleico (un ácido graso esencial para nuestro organismo), una parte del cual debe ser saturado con hidrógeno para que el alimento sea más estable, lo que hace que se originen «grasas hidrogenadas» y de «configuración trans», que en nuestro organismo se comportan como las grasas saturadas.

La margarina es una emulsión sólida y extensible del tipo «agua en materia grasa», pero existen sensibles diferencias según la marca comercial y el porcentaje de grasa: margarina 80% de materia grasa, margarina tres cuartos contienen entre un 60% y un 62% de grasa, materia grasa para untar con un porcentaje de materia grasa de un 42 a un 55% aproximadamente y margarinas o materia grasa para untar enriquecidas en vitaminas (A, D, E, B2), minerales (calcio), fibra y fitosteroles. (Berger *et al.*, 1988)

2.5.2. Composición nutricional de la margarina

Tabla 13: Por cada 100 gr de Porción comestible de margarina

Componente	Cantidad
Energía (Kcal)	732
Proteínas (g)	0.3
Lípidos totales (g)	80.7
AG saturados (g)	21.26
AG monoinsaturados (g)	21.35
AG poliinsaturados (g)	37.6
ω -3 (g)	1.511
C18:2 Linoleico (ω -6) (g)	36.078
Colesterol (mg/1000 Kcal)	115
Hidratos de Carbono (g)	1
Fibra (g)	0
Agua (g)	18
Calcio (mg)	8
Hierro (mg)	0.2
Yodo (μ g)	26
Magnesio (mg)	1
Zinc (mg)	---
Sodio (mg)	800
Potasio (mg)	7
Fósforo (mg)	6
Selenio (μ g)	Tr
Tiamina (mg)	0
Riboflavina (mg)	0
Equivalentes niacina (mg)	0
Vitamina B ₆ (mg)	Tr
Folatos (μ g)	0
Vitamina B ₁₂ (μ g)	0
Vitamina C (mg)	0
Vitamina A (mg): Eq. Retinol (μ g)	900
Vitamina D (μ g)	0
Vitamina E (mg)	8

Fuente: Composición de Alimentos. Moreiras y col., 2013.

2.5.3. Usos de la Margarina

Margarinas “de cocción”, pueden ser mixtas o solamente vegetales: soportan todas las cocciones, salvo para freír, y son especialmente apropiadas para los asados, los salteados y braseados, así como para la confección de roux. (Berger et al., 1988)

Margarinas “de untar”, son vegetales y están concebidas de manera que se parezcan lo más posible a la mantequilla, tanto en la textura como en el sabor; se consumen crudas y se emplean en la pastelería (especialmente para el hojaldre), así como para otras aplicaciones de cocina (mantequillas compuestas, mantequillas fresca para legumbres y parrilladas, en los purés, en las pastas y el arroz). (Berger et al., 1988)

Margarinas de uso profesional, estas se diferencian por su consistencia y su punto de fusión, en función del uso a que son destinadas: preparación de pastas hojaldradas, de pasta leudadas, de pastas de croissants, de pasta de cake o de cremas y rellenos. (Berger et al., 1988)

2.6. Mezclas Alimenticias

Las mezclas alimenticias son combinaciones de diferentes alimentos, cereales, cultivos andinos, leguminosas, leche, etc., que se efectúan a fin de obtener un producto final comestible de alta calidad nutricional, con un balance adecuado de AA esenciales en una dieta. Las mezclas se destinan principalmente a la población infantil en riesgo de desnutrición a fin de cubrir mejor sus necesidades nutricionales. (Mataix, et. al., 2003).

2.6.1. Complementación proteica

Aunque la calidad de una proteína sea la adecuada en términos de alimentación habitual, no se puede considerar la proteína de un alimento aislado, puesto que usualmente se mezclan

alimentos con distintos tipos de proteínas. Así, si la combinación de dos alimentos suministra proteínas que se complementan en sus aminoácidos deficitarios, el resultado es una proteína de mejor calidad que si se considera por separado. En general los cereales tienen cierta deficiencia en lisina. (Mataix, et. al., 2003).

2.6.2. **Computo Químico**

Los métodos más comunes para determinar la calidad de las proteínas alimenticias se dividen en químicos y biológicos. Dentro de los métodos químicos se encuentra el método de cómputo químico, conocido como puntaje químico, número químico o score químico propuesto por Mitchell y Block (1946), este método se basa en calcular el porcentaje de presencia de los aminoácidos esenciales, con respecto al patrón de referencia de aminoácidos esenciales para niños mayores de un año y adultos g/100 g (FAO/OMS, 1985). El porcentaje de aminoácido esencial que está en menor proporción indica el aminoácido limitante al cual se le denomina score químico (SQ), cuando no hay déficit de ningún aminoácido esencial el SQ es 100% y equivale al de una proteína ideal o de referencia; por el contrario, si una proteína es carente en un aminoácido esencial su SQ es cero. (Vásquez, et. Al., 2005).

Los patrones de referencia, reciben este nombre debido a que son proteínas que permiten una óptima síntesis proteica por lo que son utilizados como modelos, referencias o mezclas aminoacídicas deseables. (Vásquez, et. Al., 2005).

$$\text{Cómputo químico} = \frac{\text{g. AAE. Alimento o Mezcla}}{\text{g. AAE. Proteína patrón}}$$

El cómputo aminoacídico califica las proteínas, estableciendo una comparación porcentual entre la composición

aminoacídica de una proteína patrón que garantiza una óptima síntesis proteica y la composición aminoacídica de la proteína o mezcla proteica a evaluar. Las proteínas son compuestos que participan en una serie de reacciones orgánicas en forma permanente a fin de permitir mantener la vida. En forma continua se producen procesos de construcción y destrucción de componentes nitrogenados. El último objetivo de la ingestión de proteínas es la provisión de aminoácidos, componentes responsables de la síntesis proteica de todo ser vivo. El organismo para cubrir la demanda de aminoácidos hace uso del pool de aminoácidos provenientes de las vías exógenas y endógenas. No todas las proteínas presentan la misma capacidad de aportar aminoácidos útiles para favorecer la síntesis proteica. (Vásquez, *et. Al.*, 2005).

2.7. Control de calidad de las harinas

2.7.1. Contenido de humedad

El contenido de humedad de la harina es una característica muy importante en relación a un almacenamiento seguro. Según la norma del Instituto de Investigación Tecnológica e Industrial (INTITEC, 1981), la harina no debe tener más del 15% de humedad. (Repo-Carrasco, 1998).

2.7.2. Proteína

Tanto la calidad como la cantidad de la proteína son importantes cuando queremos determinar el uso apropiado para una harina. La cantidad de proteína cruda de una harina está relacionada con el nitrógeno total, mientras la evaluación de su calidad se relaciona, especialmente, con las características físico-químicas de los componentes del gluten. La cantidad de la proteína se estima mediante el método de Kjeldahl que, en realidad, determina el contenido de nitrógeno y mediante la multiplicación con un factor se halla el contenido de proteína. (Repo-Carrasco, 1998).

2.7.3. Prueba de cenizas

La prueba de cenizas se utiliza para medir el grado de extracción de la harina porque el endospermo puro contiene muy pocas cenizas, mientras el salvado, capa aleurona y germen contienen mucho más. Esta prueba se ha utilizado durante mucho tiempo como una medida importante de la calidad de la harina.

En este método se incinera la harina en una mufla a una temperatura de 400-600 °C durante 6 horas. Al finalizar este tiempo se pesa y se calcula como porcentaje de materia original. (Repo-Carrasco, 1998).

Según ITINTEC (1981) la harina se clasifica según su contenido de cenizas de la siguiente manera:

Tabla 14: Variación en el contenido de cenizas según el tipo de harina de trigo.

Harina	Contenido de cenizas (%)
Especial	0.64 máximo
Extra	0.65 – 1.00
Corriente	1.01 – 1.20
Semi-Integral	1.21 – 1.40
Integral	1.41 mínimo

Fuente: Repo – Carrasco, 1998.

2.7.4. Color de harina

La prueba del color de la harina informa también sobre el grado de extracción, tal como la prueba de cenizas.

El color de la harina se deriva principalmente de su contenido de carotenoides, proteínas, fibras y la presencia de impurezas en la rutina. Harina de trigo para la panadería debe ser amarillenta o levemente amarilla, sin manchas negras (salvado). El color de una comida especial fusiones pueden estar relacionadas con el contenido de cenizas que esta harina

cuando ha comparado con otro de la misma combinación de comida. Esto significa que usted no puede asociar diferentes mezclas de harinas, es decir, usted no puede relacionar el color con el contenido de cenizas de pertenecientes a distintas mezclas de harina. El color se puede controlar de diversas maneras, entre ellas podemos mencionar los estándares de pekar y colorímetros. Colorímetro Minolta es un método fácil de lectura directa sin necesidad de preparación de la muestra, dando el resultado en distintas bandas de color, en el L * a * b sistema, interpretado como sigue: L: luminosidad, mide intensivo y oscila entre 0 y 100. (Repo-Carrasco, 1998).

Cuanto más cerca del valor es 100, la más clara es la harina; a+ indica tonalidad predominante para el rojo, a-, tonalidad predominante para el verde, mientras b+ indica tonalidades amarillas y b- tonalidades azules. Normalmente se utiliza también la prueba de Pekar o el Método Kent-Jones & Martin. En la prueba de Pekar se coloca la harina sobre una placa de vidrio, se la humedece y compara con patrones establecidos. En el método fotoeléctrico de Kent-Jones & Martin se mide el poder de reflexión de la luz de la harina. Este instrumento está proyectado para medir el grado de color o brillantez de una harina y no está influido por pigmentos naturales o artificiales, como la prueba de Pekar. Últimamente ambos métodos están reemplazando a las determinaciones rutinarias de cenizas. (Repo-Carrasco, 1998).

2.8. Generalidades en la Elaboración de Alfajores

2.8.1. Definición del alfajor

Según el Diccionario de la Real Academia Española (DRAE), Golosina compuesta por dos rodajas delgadas de más adheridas una a otra con dulce y a veces recubierta de chocolate o merengue.

Con el nombre de alfajor se entiende al producto constituido por dos o más galletitas, galletas o masas horneadas, adheridas entre sí por mermeladas, jaleas o dulces. Pueden estar revestidas parcial o totalmente por coberturas, baños de repostería u otras sustancias y contener frutas. (Cavallera, 2007).

2.8.2. Características de Calidad de los alfajores

Los cuatro ingredientes básicos (harina, margarina, azúcar y maicena) son los que determinan su valor energético y nutricional. Son alimentos que aportan hidratos de carbono complejos, fibra, vitaminas y minerales y otros nutrientes de gran valor nutricional, además de ser una buena fuente de energía. (Mijan, 2007).

En general, y en comparación con el pan común, todos estos productos (bollería y pastelería industrial) son mucho más calóricos, contienen menos fibra dietética (salvo si se elaboran con harina integral, con preparados prebióticos o con elevado contenido de frutos secos); más grasa y generalmente de peor calidad (grasas saturadas y trans); menos almidón y más azúcares. (Mijan, 2007).

La cantidad de vitaminas y minerales es muy variable de unos productos a otros y depende de los ingredientes empleados en su elaboración. En la tabla 15 y 16 se observa la composición de macronutrientes y micronutrientes respectivamente en los diferentes productos de bollería. (Mijan, 2007).

Tabla 15: Composición (macronutrientes) de productos de bollería / pastelería y galletería (por 100gr).

Variedad	Energía (Kcal)	Agua (g)	Glúcidos (g)	Proteína (g)	Lípidos (g)
Bizcocho	467	15.5	50.7	6.1	26.3
Bollo	443	16.6	50.8	6.6	23
Croissant	444	15.9	52.6	7	22.4
Churro	361	34.2	40	4.6	20
Magdalena	353	27	49.3	7.8	13.2
Palmera	539	1.6	61	5	30
Donut	400	26.5	42	6.1	22.4
Galleta tipo María	482	1.8	69	7.1	19
Galleta Integral	427	13.4	42.9	10	21.2
Galleta doble rellena de chocolate	487	6.1	60.4	6.9	12.4

Fuente: Ortega R, et al., 2004.

Tabla 16: Composición (micronutrientes) de productos de bollería/ pastelería y galletas (mg/100g).

Variedad	Ca	Fe	Mg	Zn	B ₁	B ₂	Niacina
Bizcocho	73	1.2	14	0.7	0.09	0.12	2.1
Bollo	99	1.5	17	0.5	0.16	0.02	2.4
Croissant	80	2	22.1	0.88	0.23	0.2	4
Churro	7	0.6	14	0.4	0.4	0.03	1.6
Magdalena	93	2.7	11	0.3	0.2	0.16	3.2
Palmera	11	2	11	0.4	0.03	0.03	0.8
Donut	95.3	4.3	21	0.6	0.22	0.2	2.4
Galleta tipo María	118	2	25	0.59	0.1	0.08	2.1
Galleta Integral	333	15	28	12.5	1.3	1.4	2.4
Galleta doble rellena de chocolate	66	2.1	42	0.8	0.08	0.11	2.9

Fuente: Ortega R, et al., 2004.

2.8.3. Galletas enriquecidas

Los alimentos enriquecidos son alimentos a los que se ha añadido (o de los que sea eliminado) uno o varios ingredientes, alimentos cuya estructura química o biodisponibilidad de nutrientes se ha modificado, o es una combinación de estos dos factores, es decir, son alimentos modificados, con la particularidad de que alguno de sus componentes (sea o no nutriente) afecte funciones vitales del organismo de manera específica y positiva. Entre esta gran gama de alimentos se encuentran leches y derivados lácteos, jugos, cereales y galletas, entre otros (Sloan, 1994).

Las galletas enriquecidas han cobrado importancia en la actualidad debido a su niveles adicionales de nutrientes (Dary, 2004); se ha buscado mejorar aspectos como el contenido de fibra (Chim et al.2003) y proteínas (Vitela,2003), vitaminas y minerales (Wittig de Penna,2000) .Se reportó el usos de diversos ingredientes como fuente de nutrientes, tal es el caso de leguminosas, pescado y chapulín, así como la utilización de niveles de 3 y 5% de harina de pescado en una formulación estándar de galletas dulces, concluyendo que es factible el enriquecimientos de las mismas .(Jimenez,2000).

2.8.4. Requisitos

Según el Proyecto Norma técnica peruana (PNTP 209.800:2010)

A. Objetivo

Este Proyecto de Norma Técnica Peruana establece los requisitos que debe cumplir el Alfajor Gigante destinado a consumo humano.

B. Definiciones

Para los efectos de la presente Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

- **Alfajor gigante:** Elaborado a base de galleta untado con manjar blanco, dulce de piña, maní y otros.
- **Manjar blanco para alfajor gigante:** Es un producto obtenido por concentración, mediante calor, a presión normal en todo o parte del proceso de la leche o leche reconstituida, con o sin adición de sólidos de origen lácteo y/o crema, y adicionado de sacarosa (parcialmente sustituida o no por monosacáridos y/o crema y/o otros disacáridos), con o sin adición de otras sustancias alimenticias y aditivos permitidos, hasta alcanzar los requisitos especificados en la presente Norma. (Velásquez, 2008).
- **Galleta:** Es el producto de consistencia crocante, de forma variable, obtenidas por el cocimiento de masas preparadas con harina, féculas, huevos, grasas comestibles, mantequilla, conservantes, con o sin leudantes, colorantes, saborizantes e ingredientes y aditivos permitidos y debidamente autorizados. (Velásquez, 2008).

C. Clasificación

De acuerdo al relleno del que están constituidos se clasificara:

- Alfajor Gigante de 3 sabores: Alfajor con relleno de Manjar blanco, dulce de piña y dulce de maní.
- Alfajor Gigante de 2 sabores: Alfajor con relleno de Manjar blanco y dulce de Piña.
- Alfajor Gigante de 1 sabor. Alfajor con relleno de Manjar blanco.
- Alfajor Gigante Saborizado Alfajor que contiene rellenos de manjar blanco saborizado y/o otros dulces.

D. Aditivos permitidos

- Conservadores: tales como ácido propiónico o sus sales, ácido benzoico o sus sales, ácido sórbico o sus sales, natamicina, nisina.
- Leudantes: Carbonatos y Bicarbonatos de amonio y/o Carbonatos de sodio, ácido cítrico, etc.
- Emulsionantes y/o estabilizantes: tales como lecitina, mono y diglicéridos.
- Mejoradores: enzimas.
- Antioxidantes: Butil Hidroxi Tolueno (BHT), Butil Hidroxi Anisol (BHA).
- Regulador de Acidez: ácido tartárico, ácido cítrico, Bicarbonato de Sodio. (Velásquez, 2008).

E. Requisitos

- **Requisitos fisicoquímicos**

Tabla 17: Requisitos fisicoquímicos de alfajor con relleno de manjar blanco.

Ensayo	Requisito	Método de ensayo
Humedad	Máximo 20 %	NTP 202. 108:1988
Materia grasa	Mínimo 8,6 %	NTP 202.027:1987.
Proteína(factor 6,38)	Mínimo 10,3 %	NTP 202.138:1998
Cenizas	Máximo 2,0 %	NTP 202.139:1998
Acidez, expresada en gramos de ácido láctico	Máximo 0,3 %	NTP 202.009

Fuente: NTP 209.800, 2010.

2.8.5. Ingredientes de los alfajores

A) Harina de trigo

Según la legislación peruana, harina es el producto resultante de la molienda del grano del trigo (*Triticum aestivum* L.) con o sin separación parcial de la cascara (ITINTEC, 1982). La designación “harina” es exclusiva del producto obtenido de la molienda de trigo. A los productos obtenidos de la molienda de otros granos (cereales y menestras), tubérculos y raíces le corresponde la denominación de “harina” seguida del nombre del vegetal de que provienen. A este tipo de harinas se les denomina sucedáneas según ITINTEC (1976).

- **Influencia de la harina en la elaboración de alfajores**

Harinas con un contenido de proteínas del 7,5 al 10%, son especiales para la producción de galletas, queques y tortas, son las harinas débiles o blandas. Las harinas blandas o débiles, contienen menor cantidad de proteínas y forman gluten blando, débil y sin elasticidad, que no retiene bien el gas. Tiene poca capacidad de absorber agua y necesitan menos tiempo de trabajo y amasado, además tienen poca tolerancia a la fermentación. (Velásquez, 2008).

B) Margarina

Es una grasa comestible compuesta esencialmente de aceite vegetal, agua, colorante, sabor especial a leche.

- **Influencia de la margarina en la elaboración de alfajores**

La materia grasa es el ingrediente enriquecedor más importante de la masa, lubrica, suaviza y hace más apetitoso el producto. La grasa se distribuye en la masa uniformemente impidiendo la fuga de humedad del producto. (Velásquez, 2008).

C) Azúcar

Con el nombre específico de azúcar (sacarosa), se designa exclusivamente el producto obtenido industrialmente de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris*, l. var rapa), o de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*, l.). (ASEMAC, 2012).

- **Influencia del azúcar en la elaboración de alfajores**

El azúcar le confiere firmeza al producto, debido al comportamiento de la primera durante el horneado. El azúcar se disuelve en el agua de la masa hasta formar una solución altamente concentrada. Cuando el producto se enfría después del horneado, esta solución solidifica, no retornando a su forma primitiva de cristales, sino que se trata de un material duro y amorfo que le da al alimento una textura un tanto crujiente (Dendy, 2001).

Contribuye al ablandamiento inicial de la mezcla, determinando la temperatura del horneado. Dando color y caramelizando la corteza durante la cocción así como mejora la conservación y textura. (Velásquez, 2008).

D) Maicena

La Fécula de Maíz es el almidón de maíz sin modificar, es un polvo fino, blanco, de sabor y olor característico, recomendado como agente espesante y de retención de humedad en diferentes productos alimenticios.

- **Influencia de la maicena en la elaboración de alfajores**

Sustituto de harina en pasteles, galletas, pastas, frituras, etc. Absorbe una cantidad mucho mayor de humedad que la harina de trigo, por tanto se obtienen panes y pasteles más suaves y esponjosos y no contiene gluten. (www.unileverfoodsolutions.com).

2.8.6. Materiales de embalaje

De los pocos miles de plásticos que se han sintetizado, solamente unos veinte se emplean en el envasado de alimentos.

Sin embargo, estos 20 polímeros se combinan en tales variedades de formas, que se dispone comercialmente de cientos de estructuras diferentes de plásticos utilizables en el envasado de alimentos. Entre los más importantes de los usados para películas y recipientes semirrígidos, se encuentran los poliésteres (PET, Mylar), polietileno y polipropileno. En la tabla 18 muestra de la Permeabilidad y propiedades químicas de las películas de estos materiales (Potter, 1999).

Tabla 18: Permeabilidad y propiedades químicas de las películas de envasado.

Material de la Película	Velocidad de Transmisión de Gases (cm ³ /100pulg ² /24h/m) temp.25°C			Velocidad de transferir vapor de agua (g/100pulg ² ./24h/m) 90% hr.	% Absorción de agua en 24h
	O ₂	N ₂	CO ₂		
Poliéster	3-Abr	0-7-1	15-25	1-1.3	<0.8
Polietileno de baja densidad	500	180	2700	1-1.5	<0.01
Polietileno de alta densidad	185	42	580	0.3	Nulo
Polipropileno orientado	150-240	40-48	500-800	0.7	<0.005
Polipropileno orientado	160	20	540	0.25	<0.005

Fuente: Potter, 1999.

Un empaque es algo más que el mero medio conveniente de trasladar las piezas con seguridad al consumidor. También permite la exposición de la información sobre el tipo, peso, contenido, fabricación, precio, edad, etc., que puede ser exigida por la ley otros atributos más artísticos asociados con la atracción del clientes incitándole a su adquisición o para permitir su fácil reconocimiento.(Matckovich,2009).

A) Polietileno (PE)

En forma general podemos mencionar dos tipos generales de polietileno de baja densidad (HDPE) obtenido mediante polimerización de metileno gaseoso, con un proceso de alta presión (LDPE) obtenido por un proceso de baja presión. En el LDPE (0.91/0.92) la parte cristalina representa cerca de 50% mientras que el HDPE (0.94/0.96) está representado por el 80 al 95% (Matckovich, 2009).

B) Polipropileno (PP)

Se obtiene con un proceso similar al HDPE, con una polimerización del etileno gaseoso a baja presión, se dan de tres tipos: Polipropileno no orientado, orientado y lacado. El polipropileno no orientado es el material adecuado para las bolsas del alfajor. Se obtiene por extrusión plana, tiene bajo peso específico (0.89) lo cual de un mayor rendimiento de m² por Kg.

Comparativamente con otros materiales, presenta alta resistencia mecánica al corte o perforación, elevada impermeabilidad al vapor de agua, alta resistencia a la temperatura por su punto de fusión (170°C) lo cual permite auto clavado.

Las características ópticas de este material son óptimas por su brillantez y por su facilidad para la impresión, tiene alta resistencia a los ácidos y álcalis, además está calificada en las normas europeas para estar en contacto con los alimentos. (Matckovich, 2009).

C) Polietileno Tereftalato (PET)

Es un polímero plástico que se obtiene mediante un proceso de polimerización de ácido tereftálico y monoetilenglicol. Es un polímero lineal, con un alto grado de cristalinidad y

termoplástico en su comportamiento, lo cual lo hace apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termo formado.

- Cristalinidad y transparencia, aunque admite cargas de colorantes.
- Buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes.
- Alta resistencia al desgaste.
- Muy buen coeficiente de deslizamiento.
- Buena resistencia química.
- Buenas propiedades térmicas.
- Muy buena barrera a CO₂ aceptable a O₂ y humedad.
- Compatible con otros materiales barrera que mejoran en su conjunto la calidad barrera de los envases y por lo tanto permiten su uso en mercados específicos.
- Totalmente reciclable
- Aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimentarios.

Las propiedades físicas del PET y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sido las razones por las que el material haya alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y en la producción de una gran diversidad de envases, especialmente en la producción de botellas, bandejas, flejes y láminas. (Matckovich, 2009).

2.8.7. Etapas en la elaboración de los alfajores

Para elaborar los alfajores, se debe precalentar el horno a 180°C. Luego seleccionar los ingredientes a utilizar. (Pymes-Argentina, 2008).

- **Recepción**

En la elaboración de las tapas se emplean harina, agua, materias grasas, azúcar, leche en polvo, aromatizantes y saborizantes. En algunos productos se puede utilizar almidón de maíz.

- **Amasado**

En esta etapa tiene como objetivo conseguir la homogeneidad de los ingredientes.

- **Formado**

En esta etapa consiste hacer el diseño a nuestra masa con moldes para que adquieran su forma característica.

- **Horneado**

El alfajor debería tener, desde el punto de vista del consumidor, un color uniforme y atractivo.

- **Agregado de relleno**

Los rellenos más habituales son dulces de leche, mermeladas y jaleas. También pueden agregarse frutas secas partidas.

- **Cobertura:**

Pueden estar revestidos con cobertura, baños de repostería o coco rallado.

- **Envasado y etiquetado:**

Se envasa indicando el relleno y la cobertura empleados. (Matckovich, 2009).

2.9. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. Es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, reológico, etc. (Anzaldúa, 1994).

2.9.1. Conducción del panel

Para conducir o llevar a cabo las evaluaciones en los paneles sensoriales se deben tener en cuenta ciertas condiciones deseables: Una sala libre de olores extraños (perfumes, cigarrillos y otros) y ruidos, contarse con un área de preparación de las muestras (Mackey et al. 1984)

A fin de eliminar la distracción y prevenir la comunicación entre panelistas se usan cabinas individuales eliminando así la distracción, la iluminación debe ser uniforme y no debe influenciar la aparición de la muestra y los miembros del panel. Si están enfermos no deben participar en la evaluación (Larmond, 1977).

2.9.2. Método de escala hedónica

A. Objetivo: Localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. Se evalúa de acuerdo a una escala no estructurada (también llamada escala hedónica), sin mayores descripciones que los extremos de la escala, en la cual se puntualiza las características de agrado. Esta escala debe contar con un indicador del punto medio, a fin de facilitar al juez consumidor la localización de un punto en indiferencia de la muestra. (Larmond, 1977).

B. Muestras: Se presentan unas o más muestras, según la naturaleza del estímulo, para que cada una se ubique por separado en la escala hedónica. Es recomendable que estas muestras se presenten de una manera natural tal como se consumiría habitualmente, procurando evitarle la

sensación de que se encuentra en una circunstancia de laboratorio o bajo análisis.

C. Jueces: La población elegida para evaluación debe corresponder a los consumidores potenciales o habituales del producto en estudio. Estas personas no deben conocer la problemática del estudio, solamente entender el procedimiento de la prueba y responder a ella. Se recomienda un número de 8-25 jueces. (Espinoza A, 2003). Las ventajas consisten en que es una prueba sencilla de aplicar y no requiere entrenamiento o experiencia por parte de los consumidores. Esta prueba permite detectar el nivel de agrado que una muestra representa para una población en particular. Las limitaciones constituyen en que se requiere de un gran número de evaluaciones para considerar a los resultados como representativos de las tendencias de los gustos de una población o mercado.(Reyes, 1996).

2.10. Diseño Estadístico de experimentos

2.10.1. Metodología de Superficie de Respuesta

La metodología de superficie de repuesta (MSR) es una colección de técnicas matemáticas y estadísticas útiles en el modelado y el análisis de problemas en los que una repuesta de interés recibe la influencia de diversas variables y donde el objetivo es optimizar esta repuesta (Montgomery, 2002).

Según (Villarroel et al.200), el método de Superficie de Repuesta permite formular y desarrollar productos, habiendo mostrado ser una excelente herramienta para simplificar diseños experimentales, permitiendo trabajar simultáneamente son diferentes variables. (Larmond, 1977).

Experimentación tradicional frente al método de Superficie de Repuesta

(Madrigal et al.1992, citado por Pinto 1995), señala que la experimentación tradicional o “uno a la vez” consiste en mantener constantes los valores de todos los factores excepto uno de ellos, siendo este el que se analiza. Este método es sencillo y permite representar sus resultados gráficamente, La utilización del mismo es una buena alternativa cuando se presentan circunstancias fuera de lo común, como las siguientes:

- ✓ El resultado es una función compleja del factor x (quizá multimodal) lo cual hace necesario emplear varios niveles del mismo factor para interpretar su efecto.
- ✓ Los efectos son aditivos y no existen interacciones, esto es, el efecto de un factor no está influenciado por los niveles de los otros factores. (Giovanni, 1983)

Según (Giovanni 1983, citado por Pinto 1995), el método de experimentación tradicional es ineficiente por tres razones:

- a) Se requiere un gran número de experimentos, lo que puede ser costoso y consume mucho tiempo.
- b) La variable de repuesta optima no puede ser determinada por estos procedimientos porque el experimentador debe aceptar las suposiciones formadas para especificar los niveles.
- c) Ninguno de estos procedimientos establece una ecuación que describa la relación entre las variables y la repuesta de estas (variable control).
- d) (Montgomery 1991), presenta dos diseños de superficie de repuesta:

Primer diseño de superficie de repuesta

Considera que los niveles de cada factor son independientes de los niveles de los otros factores.

Segundo diseño de superficie de repuestas (Box Behnken)

Un tipo de diseño que presenta ser una alternativa razonable contra el central compuesto fue inventado por Box y Behnken para situaciones cuando el experimentador desea correr solamente 3 niveles de los factores pero se quiere que el diseño también sea rotatable. Mientras el diseño central compuesto con puntos al centro de cara centrada también tiene 3 niveles, este coloca la mayoría de los puntos del diseño en las esquinas de la región experimental. Si esa región define las condiciones viables para el proceso, el central compuesto con cara centrada es una opción natural. Sin embargo, si uno está comenzando en una combinación particular de factores y se está buscando simplemente las mejores condiciones, un arreglo más esférico de los puntos del diseño sería más eficiente.

El diseño Box-Behnken consiste de un conjunto de corridas donde cada par de factores es variado entre sus niveles bajo y alto, mientras los demás factores experimentales se fijan en el nivel medio. Por ejemplo, un diseño Box-Behnken con 3 factores (con puntos al centro omitidos) se muestra abajo:

Cada conjunto de 4 corridas consecutivas es un diseño experimental con 2 niveles implicando seleccionar un par de factores. Además, de 3-5 puntos al centro en (0,0,0) pueden agregarse al diseño. El diseño es comparable en tamaño al central compuesto y considerablemente más pequeño que un factorial a tres

niveles. Para un diseño Box-Behnken, la quinta caja de dialogo es la misma que para un diseño factorial a tres niveles. (Nuñez, 2000).

2.10.1.1. Optimización

La optimización de un proceso por medio de diseño experimentales requieren del uso de una metodología o estrategia adecuada que nos lleve por el camino seguro y rápido para encontrar los valores óptimos de un proceso bajo estudios; encontrando así una combinación de factores que maximicen o minimicen una función objetivo (Nuñez, 2000).

Cuando la respuesta de un sistema analítico depende de 2 factores que son variables continuas, la relación entre la respuesta y los niveles de los 2 factores se puede representar por una superficie tridimensional llamada superficie de respuesta. Una representación más conveniente es el diagrama de curvas de nivel, muy parecido a los mapas topográficos, siendo su forma desconocida para el investigador. Para describir la relación cuantitativa existente entre las respuestas de los factores se utilizan modelos matemáticos que deben ser capaces de describir tanto superficie de respuestas lineales como no lineales (Cornell, 1990).

Los diseños de mezcla se utilizan en la investigación e alimentos (Hare, 1974). En los experimentos de mezcla, la suma de las proporciones de todos los componentes debe ser igual a un valor constante, y la proporción de cada componente en la misma debe estar entre un valor mínimo (0) y un valor máximo (el total). (Nuñez, 2000).

2.11. Vida Útil

La vida útil de un alimento representa aquel periodo de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente establecidos como aceptables (Hough *et al.*, 2005).

Labuza (2000) indica que el tiempo de vida útil depende de 4 factores principales: formulación, procesamiento, empaque y condiciones de almacenamiento. La formulación involucra la selección de las materias primas más apropiadas e ingredientes funcionales que permiten incrementar la aceptación y lograr la seguridad e integridad del producto. El procesamiento somete las materias e ingredientes formulados a condiciones que son desfavorables o inhibitorias para las reacciones de deterioro y promueven cambios físicos y químicos favorables que dan al alimento su forma y características finales. Una vez que el alimento abandona la etapa del procesamiento sigue manteniendo sus características y el periodo en que el alimento retiene dichos atributos está en función del microambiente del empaque. (Chao, 2003).

Los parámetros más importantes son: composición del gas (oxígeno, dióxido de carbono, gases inertes, etileno, etc.), humedad relativa, presión o estrés mecánico, luz y temperatura. Estos parámetros son dependientes tanto del empaque como de las condiciones de almacenamiento. (Chao, 2003).

Dado que los productos alimenticios tienen una vida finita y variable, se deben tomar precauciones para maximizar el mantenimiento de calidad, que se traduce en costos y patrones de manipuleo.

La vida del producto debe exceder el tiempo mínimo de distribución requerido, hasta que llegue al consumidor y que esté, como usuario final, sometido a un periodo razonable de almacenamiento al producto (Dethmers, 1879; citado por Chao, 2003).

En general, el final de la vida en anaquel del producto alimenticio se define como el tiempo en el cual las muestras almacenadas son percibidas como diferentes en alguna medida (Chao, 2003).

2.11.1. Factores que afectan la calidad del tiempo de vida útil

La vida en anaquel de un producto está determinada por los componentes del sistema, el proceso de elaboración, el método de empaclado, el tiempo y la humedad relativa durante el transporte y almacenamiento. En forma general, estos factores pueden ser caracterizados en factores intrínsecos y extrínsecos (Kilcast y Subramanian, 2000; citado por Chapo, 2003). Los factores intrínsecos están constituidos por las propiedades del producto final, como son:

- Contenido de humedad
- pH y acidez
- Potencial redox
- Oxígeno disponible
- Contenido de nutrientes
- Micro flora natural y recuento de microorganismos supervivientes.
- Bioquímica de la formulación del producto (reactivos químicos, enzimas, etc.).
- Uso de preservantes en la formulación del producto.
- Los factores intrínsecos se encuentran influenciados por variables como, tipo y calidad de la materia prima, formulación del producto y su estructura.

Los factores extrínsecos son aquellos que el producto tiene que enfrentar durante la cadena de distribución del mismo, estos incluyen los siguientes:

- Perfil tiempo- temperatura durante el procesamiento, presión del espacio de cabeza.
- Control de la temperatura durante el almacenamiento y distribución.
- Humedad relativa durante el procesamiento, almacenamiento y distribución.
- Exposición a la luz (UV e IR) durante el procesamiento, almacenamiento y distribución.

- Contaminación microbiana durante el procesamiento, almacenamiento y distribución.
- Composición de la atmosfera dentro del empaque.
- Tratamiento térmico subsecuente (es decir, recalentamiento o cocción del producto antes de que sea consumido).
- Manipulación del consumidor.

Estos factores operan comúnmente en firma conjunta e impredecible, por lo que debe investigarse la posibilidad de interacción entre ellos, Un tipo de interacción particular muy útil ocurre cuando los factores como, reducción de la temperatura, tratamiento térmico, acción antioxidante y empaque en atmósfera controlada, operan con la finalidad de inhibir el crecimiento microbiano, en el llamado “efecto de barrera”. Esta forma de interacción de los factores, los cuales, de forma individual, no podrían prevenir el crecimiento microbiano, en combinación, permite a los productos usar técnicas de procesamiento más moderadas de tal manera que permitan una mayor retención de las propiedades sensoriales y nutricionales (kilcast y Subramanian 2000; citador por Chao, 2003).

La interacción de los factores intrínsecos y extrínsecos puede inhibir o estimular procesos que ponen fin a la vida en anaquel. (Man y Jones, 1997).

Estos procesos ser clasificados de la siguiente manera:

A) Cambios de deterioro químicos

Pueden ocurrir muchas reacciones de deterioro como resultado de las reacciones dentro del alimento y de los componentes del mismo con agentes externos, tales como el oxígeno. El desarrollo de la rancidez es un factor importante en los alimentos ricos en grasa y ocurre a través de diversos mecanismos, como por ejemplo, reacciones lipolíticas/ hidrolíticas, reacciones de

oxidación y reacciones de reversión de aromas. Los procesos enzimáticos limitan la vida en anaquel de frutas y vegetales y las reacciones de oxidación limitan la vida en anaquel de las carnes. Los cambios químicos pueden deberse también a la exposición a la luz, produciendo pérdida de color, rancidez, desarrollo de sabores indeseables en la leche y en los bocaditos (Chao, 2003).

B) Cambios de deterioro microbiológicos

Los alimentos que consumimos, raramente por no decir nunca, son estériles sino que contienen asociaciones microbianas cuya composición depende de que organismos llegan a él y de como se multiplican, sobreviven e interaccionan en el alimento en el transcurso del tiempo. Los microorganismos introducidos durante las operaciones de recolección /sacrificio, tratamiento, almacenamiento y distribución (Adams, 1997).

El crecimiento de ciertos microorganismos durante el almacenamiento depende de varios factores como el recuento microbiano al inicio del almacenamiento, propiedades fisicoquímicas del alimento como el pH, contenido de humedad , potencial de óxido-reducción, contenido de nutrientes y preservantes; el método utilizado para el procesamiento del alimento y condiciones de almacenamiento del producto (James, 2002).

La patogenicidad de ciertos microorganismos es la mayor preocupación del procesamiento y manejo de los alimentos,

Además de indigestión, los microorganismos tales como las especies de *Salmonella* y las cepas de *Escherichia coli* causan infección mientras que otras tales como *Aspergillus flavus*, *Clostridium botulinum* y *Staphylococcus aureus* producen químicos en los alimentos que son tóxicos para los humanos. La presencia de mohos y su crecimiento podría ocasionar apariencias y sabores indeseables (Man y Jones, 1997).

C) Cambios de deterioro físicos

La pérdida de humedad es la mayor causa del deterioro físico en los alimentos. Esta pérdida puede darse tanto en productos frescos (donde se pierde humedad), como en productos secos o deshidratados (donde se gana humedad).

Otro fenómeno de migración especialmente en los alimentos complejos, es el de la grasa de un componente a otro. Los cambios físicos de los materiales en empaque, pueden también limitar la vida en anaquel (Kilcast y Subramanian, 2000; citado por Chao, 2003).

D) Cambios de deterioro relacionado con la temperatura

El deterioro puede producirse tanto a temperaturas bajas como a temperaturas altas. El incremento de la temperatura generalmente incrementa la velocidad de las reacciones químicas. En alimentos con contenido graso, la grasa sólida se vuelve líquida y actúa como solvente para las reacciones en la fase oleosa. El incremento de la temperatura puede también cambiar las características de cristalización de los alimentos con contenido en azúcares. La desestabilización del sistema de emulsión puede ocurrir bajo condiciones de la

variación en la temperatura y agitación mecánica. Las temperaturas fluctuantes producen formación de cristales en los alimentos congelados, como los helados.

En contraste, el incremento de la temperatura reduce el endurecimiento de los panes (Kilcast y Subramanian, 2000; citado por Chao 2003).

2.11.2. Métodos para la Determinación de Vida Útil

La vida útil o vida en anaquel es determinada para cada alimento en particular (Kennt et al., 1997) y el hecho de incorporar nuevos ingredientes en el diseño de nuevos productos, puede traer consigo variación de la vida de anaquel del alimento. El alimento es intrínsecamente perecedero, en función de sus características físicas y químicas, de sus propiedades y las condiciones de almacenamiento, llegará un momento en que cualquiera de sus cualidades de calidad no serán aceptables o se convertirá en perjudicial para el consumidor (Kilcast and Subramaniam, 2001).

Una metodología que se está aplicando a estudios de vida en anaquel o vida útil de alimentos, es el análisis de supervivencia. Esta técnica comprende un conjunto de procedimientos estadísticos para analizar datos que incluyen el tiempo que media entre dos sucesos como variable respuesta.

Se caracteriza por la presencia de información proporcionada por consumidores y porque la distribución normal no es aplicable en la mayoría de los casos, sino más bien la variable de tiempo a menudo tiene una distribución asimétrica (Gomez,G.,2002). El tiempo de rechazo de cada individuo está sujeto a variaciones aleatorias y, por lo tanto

“t” es una variable aleatoria continua, no negativa, cuya función de probabilidad puede especificarse de varias maneras. El modelo para la distribución “t” queda caracterizado por la función de la supervivencia $S(t)$ que puede ser definida como la probabilidad de que un consumidor acepte el producto más allá del tiempo t y su complemento, la función de fallo $F(t)=1-S(t)$. En estudios de vida útil es más adecuada la interpretación de la función de fallo $F(t)$ que puede ser definida como la probabilidad de que un consumidor rechace un producto antes del tiempo t (Garitta, et al. ,2003).

En el análisis de supervivencia, el análisis de los datos se puede realizar utilizando técnica paramétricas y no paramétricas. El uso de modelos paramétricos proporciona estimaciones más precisas de la función de supervivencia que los estimadores no paramétricos (Gómez, 2001). Entre las funciones de distribución más utilizadas está la de Weibull.

Generalmente se utiliza el percentil 50 como el término de la vida útil, y corresponde al tiempo en el cual el 50% de los consumidores rechaza el producto (Cardelli y Labuza 2001, citado por Hugh et al., 2003).

Prabhakar et al. (2004), menciona que la literatura sobre los modelos de Weibull es amplia, desarticulada y dispersa a través de muchas y diferentes revistas. Klein & Moschenberger (1997), reporta una fórmula para asegurar el ajuste de una distribución de Weibull y estimar sus parámetros:

$$\ln H(t) = -\beta \ln \alpha + \beta \ln t$$

Este método de estimación es llamado “Rectificación Lineal” en ingeniería mecánica (Toblas y Trinidad, 1995), ecuación que los científicos alimentarios normalmente la re arreglan estimando el tiempo, bajo la forma de:

$$\ln t = -\ln \alpha + \left(\frac{1}{\beta}\right) \ln H(t)$$

y que Larsen (2006) llama, método Gacula y que en presente artículo se llamara igual.

Larsen (2006), en base a los trabajos de Freitas et al. (2003), de Klein y Moeshcenberger (1997); así como, de Gacula y Singh (1984), presenta la deducción de la ecuación anterior:

Función de supervivencia o de confiabilidad de t:

$$S(t) = 1 - F(t) \dots \dots \dots (1)$$

$$S(t) = e^{-H(t)} \dots \dots \dots (2)$$

Función de distribución acumulativa o función de fallo:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta} \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

α : parámetro de escala.

β : parámetro de forma

Reemplazando (3) en (1) y el resultado igualándolo a (2):

$$\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta = H(t) \dots \dots \dots (4)$$

Sacando logaritmo natural y ordenando:

$$\ln H(t) = -\beta \ln \alpha + \beta \ln t \dots \dots \dots (5)$$

Despejando el tiempo y re arreglando:

$$\ln t = -\ln \alpha + \left(\frac{1}{\beta}\right) \ln H(t) \dots \dots \dots (6)$$

Otras funciones importantes también son definidas:

Función de densidad probabilística fdp:

$$Af(t) = \left(\frac{\beta}{\alpha^\beta}\right)t^{(\beta-1)}e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta} \dots\dots (7)$$

$$Af(t) = \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{(\beta-1)}e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta} \dots\dots (8)$$

Función riesgo, coeficiente de riesgo o índice instantáneo al fracaso.

$$h(t) = \frac{f(t)}{S(t)} \dots\dots (9)$$

Mide la probabilidad de que un producto que ha sobrevivido hasta un tiempo “t”, fracase posteriormente.

Función acumulativa de riesgo:

$$H(t) = \int_0^t h(t)dt \dots\dots(10)$$

El pth percentil es :

$$F^{-1}p = e^{ln\alpha}[-ln(1 - p)]^{\frac{1}{\beta}} \dots\dots(11)$$

Ocampo (2003), menciona que a partir de los encontrados en la función anterior, se puede establecer el valor esperado E (t) y la Varianza σ .

$$E(t) = \alpha\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \dots\dots(12)$$

Donde Γ es la función gamma definida por:

$$\Gamma(t) = \int_0^\infty t^{(p-1)}e^{-t}dt \text{ para } t>0 \dots\dots(14)$$

Gakula y Kubala (1975), propusieron un método por medio del cual se puede hallar los parámetros α y β de la función Weibull:

1. Para cada valor observado se toma el tiempo, marcando aquellos valores para cuales el producto falla.
2. Se anota el orden del suceso en el que se suministra el tiempo, tanto para las muestras que fallan, como para que no fallan.

3. Este proceso genera una serie de observaciones ordenadas, luego se invierte el orden del suceso y se obtiene el rango inverso, denominado como k .
4. Los valores de riesgo $h(t)$ para las muestras que fallan se calculan por la siguiente expresión :

$$h(t) = \frac{100}{k} \dots (15)$$

5. Para cada tiempo de fallo se calcula el riesgo acumulado $H(t)$ sumando al riesgo actual el valor precedente.
6. Con estos datos y teniendo en cuenta que la función (6) se puede hallar los parámetros de la función de distribución de Weibull.

2.12. EVALUACIÓN BIOLÓGICA

La evaluación de proteína de un alimento se lleva a cabo partiendo de lo más simple a lo más complejo. La evaluación comienza con el análisis de nitrógeno y de aminoácidos, la sigue una serie de determinaciones químicas específicas, y termina con las pruebas biológicas. Los ensayos biológicos se basan en la determinación del crecimiento o la retención de nitrógeno en animales experimentales como la rata, o en seres humanos, en función del consumo de proteína. Para obtener datos de una precisión fiables y significativos, deben utilizarse varios animales en cada ensayo y analizar estadísticamente los resultados; es preciso, además, estandarizar las condiciones de ensayo. El método conocido como razón proteica neta (NPR) representa una mejora sobre el índice de eficiencia proteica (PER), en el sentido de que se usa un grupo control alimentado con una dieta libre de proteína. Los métodos convencionales para calcular los requerimientos de proteína, tanto de la cantidad como de su calidad nutricional, son el valor biológico (VB) y la utilización neta de proteína (NPU) que a pesar de sus limitaciones fueron reconocidos por un grupo de expertos (FAO-OMS, 1989).

2.12.1. Formulación de dietas para animales de experimentación

La formulación de dietas tiene como punto fundamental conseguir las concentraciones ideales de nutrientes que permitan hacer frente a las necesidades específicas de los distintos animales de laboratorio, teniendo en cuenta las pérdidas debidas a los procesos tecnológicos y de almacenamiento (estas pérdidas se deben evaluar mediante el análisis del pienso elaborado).

La elaboración de dietas de ingredientes naturales proviene de fuentes naturales y se confeccionan usando como elemento de base cereales sin refinar (avena, trigo, etc.). Se clasifican en dos grupos: fórmulas comerciales cerradas y fórmulas abiertas. (Martínez et al.2000).

- **Formula cerrada:** Su composición no es conocida. La mezcla de materias primas utilizadas es secreta y es propiedad del fabricante de un determinado pienso comercial. En el etiquetado suele aparecer la composición en nutrientes desde un punto de vista cuantitativo.
- **Fórmula abierta:** En algunos casos se publica la composición en ingredientes y a estas dietas se las conoce con el nombre de fórmulas abiertas. Tienen una composición conocida y pueden ser confeccionadas por los usuarios. Entre ellas, destacan la NIH-07, NTP-90, NTP-91, NTP-92, NPT-2000 para roedores y conejos, descritas con detalle por el National Research Council (NRC) y el American Institute of Nutrition.

2.12.2. Relación de Eficiencia Proteica (PER)

Este método fue desarrollado por Osborne *et al.* (1919), y es más conocido como PER. Es una medición que determina la capacidad de la proteína dietario para promover crecimiento bajo ciertas condiciones estándar. El principio de su determinación es bastante simple y consiste en controlar el crecimiento de los animales jóvenes alimentados con la proteína del alimento problema para relacionar los gramos de peso ganado con los gramos de proteína consumida por un grupo de ratas.

$$PER = \frac{\text{Aumento de peso (g)}}{\text{Consumo (g)} \times \% \text{ proteína}}$$

2.12.3. Digestibilidad Verdadera (DV)

La digestibilidad para la evaluación nutricional de estas dietas fue necesario porque con esta se puede comprobar si los alimentos ingeridos han sido de provecho en este caso para las ratas. (Arango Salazar.,L 2011)

$$DV = \frac{\text{Consumo de N} - (\text{N fecal} - \text{N fecal metabólico})}{\text{Consumo de N}}$$

2.12.4. Utilización Neta de las Proteínas (NPU)

Este método determina la proporción del nitrógeno ingerido y que el organismo retiene.

$$NPU = \frac{Nmuestra - Nconocido}{Ingesta de N}$$

Donde:

N Muestra: Contenido de N corporal con la proteína a probar.

N Conocido: Contenido de N corporal con dieta libre N.

2.12.5. Valor Biológico (VB)

Es un método que cuantifica la fracción del nitrógeno absorbido y que es retenido por el organismo. (FAO-OMS, 1989).

$$VB = \frac{NPU}{DV}$$

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de Ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en los siguientes ambientes:

- Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustria- Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria- Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria- Universidad Nacional del Santa.
- Instalaciones del área de Panificación de la Planta Piloto Agroindustrial – Universidad Nacional del Santa.

3.2. Materia Prima e insumos

3.2.1. Materia Prima

- **Harina de trigo**

Se ha utilizado harina para panificación, marca Nicollini, lote N°111 0025, adquirido en el comercio D´GOBA E.I.R.L (Nuevo Chimbote).

- **Soya en grano y harina de Soya**

La soya nacional proveniente del departamento de Lambayeque, Perú. (Chiclayo).

- **Camote en fruto y harina de Camote**

El camote morado, proveniente del Valle de Santa, provincia del Santa, Ancash – Perú.

- **Aceite de ajonjolí**

Se ha utilizado el aceite de ajonjolí, marca IMPORT & EXPORT TAY S.A.C, con registro sanitario C1302813ENAIPEP, adquirido en Jr. Paruro N° 824, Lima – Perú.

3.2.2. Insumos

Para la producción de alfajores, se utilizó los siguientes insumos:

- Margarina, marca Sello de oro.
- Azúcar impalpable
- Maicena

3.3. Equipos, materiales y reactivos

3.3.1. Elaboración de alfajores

3.3.1.1. Equipos

- Horno rotativo por convección
 - Mesa de acero inoxidable
- Todos los equipos utilizados fueron marca NOVA – Perú.

3.3.1.2. Utensilios

- Tamices
- Espátula
- Moldes aluminio

3.3.1.3. Materiales de empaque

- Taper de polipropileno de alta densidad.
- Taper de polietileno
- Taper de PET

3.3.2. Para la evaluación Tecnológica de alfajores

3.3.2.1. Equipos

- Colorímetro, KONIKA MINOLTA.
- Equipo de Actividad de Agua, ROTRONIC.
- Mufla, THERMOLYNE.
- Secadora de Bandejas, JARCON DEL PERÚ.
- Texturómetro, BROOKFIELD – Canadá.

3.3.2.2. Materiales de laboratorio

- Bureta
- Crisoles de porcelana
- Papel filtro
- Pera succionadora
- Pinzas de metal y de madera.
- Probetas
- Mortero
- Matraces
- Vaso de Precipitado
- Campana extractora de gases

3.3.2.3. Otros Materiales

- Papel aluminio
- Papel toalla
- Bolsas de polietileno
- Material para prueba sensorial: cabinas de degustación, formatos, lapicero, platos descartables, vasos y marcador

3.3.2.4. Reactivos

- Éter de petróleo
- Hidróxido de sodio al 40% (Marca: Mabelsa; Pureza: 50%)
- Ácido sulfúrico
- Ácido Clorhídrico
- Nitrógeno
- Cloroformo
- Yoduro de Potasio
- Almidón
- Ácido acético glacial

3.4. Métodos

3.4.1. Obtención de harina de camote

Para la elaboración de la harina de camote se siguió la metodología de Roquel (2008). En la figura se muestra el flujo de operaciones para la elaboración de la harina de camote.

- **Recepción:** La materia prima (Camote) se transportará a la mesas de trabajo, que cumplan con las especificaciones requeridas (libre de daños) y se pesara.



Figura 6: Selección de camotes

- **Lavado:** Se realizara el lavado de la materia prima, en este proceso se procederá a lavar los camotes con agua, para eliminar las impurezas.



Figura 7: Lavado de camote en agua potable

- **Desinfectado:** Se desinfecta con una solución desinfectante de hipoclorito de sodio a 60 ppm.



Figura 8: Preparación de Solución Desinfectante de hipoclorito de sodio

Se desinfectaron los camotes por un tiempo de 20 minutos.



Figura 9: Inmersión de camotes en solución desinfectante de hipoclorito de sodio

- **Pelado:** En esta etapa se ingresará todos los camotes que van a ser utilizados en el proceso ya limpios, el rendimiento en pulpa de un camote es de aproximadamente 80%.



Figura 10: Pelado de Camote

- **Cortado:** Se cortarán los camotes ya sin cáscara y serán ingresados posteriormente llevados al Secador.



Figura 11: Cortado del Camote en rodajas

- **Inmersión:** Los camotes rodaja dos se sometió a una inmersión de ácido cítrico al 0.5% para evitar el pardeamiento.

- **Secado:** El secado se llevara a cabo en un secador de bandejas, donde se coloca el producto en bandejas, la temperatura del secador es de $50 \pm 3^{\circ}\text{C}$. Este proceso se realizara hasta que los pesos de las bandejas se mantengan constantes, lo que significa que el producto se encuentra seco.



Figura 12: Secado del Camote en bandejas.

- **Molienda:**
La materia prima una vez secada, pasara por un molino, el producto de la molienda debe ser un polvo fino que esté de acuerdo con las especificaciones de las harinas. Generalmente las harinas de acuerdo a las Normas AOAC 965.



Figura 13: Molienda del Camote seco

- **Tamizado:** Es el proceso que nos permitirá separar las partículas más grandes de las pequeñas o algunas partículas que se pudieran adherirse en la harina, para darse la textura al producto.

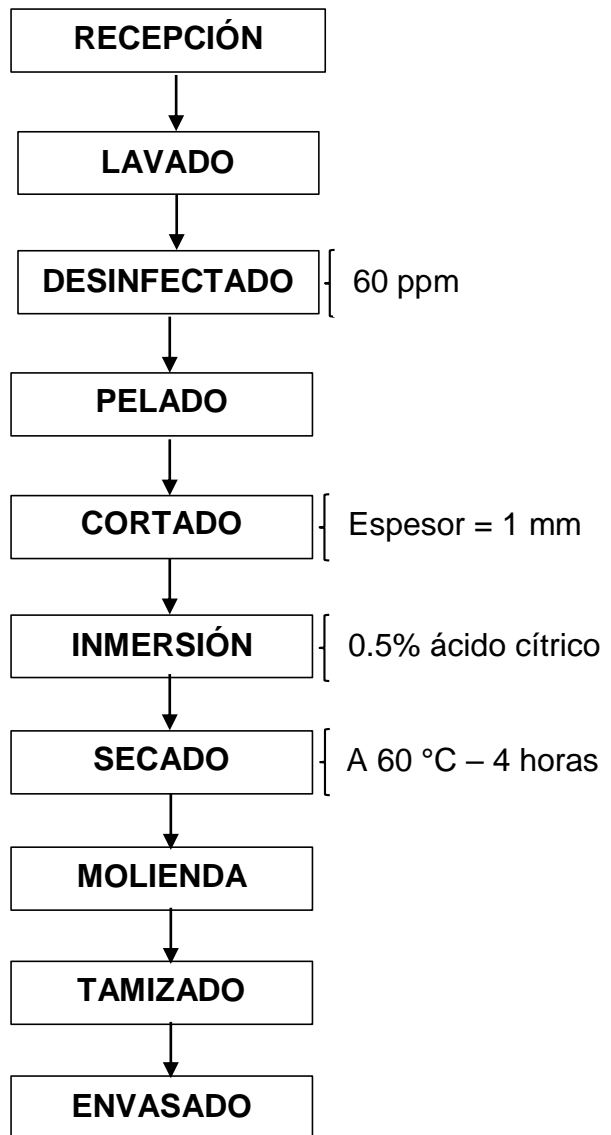


Figura 14: Tamizado de Harina de Camote para la determinación de la granulometría

- **Envasado**
El envasado es mediante en una selladora al vacío que realiza un cierre hermético a través de calor.



Figura 15: Envasado de Harina de Camote



Fuente: Roquel M., 2008.

Diagrama de flujo de la elaboración de harina de Camote.

3.4.2. Obtención de Harina de Soya

Para la elaboración de la harina de soya se siguió la metodología de (Programa de Capacitación para Empresarias de la Industria de Procesamiento de Alimentos - Volumen II). En la figura se muestra el flujo de operaciones para la elaboración de la harina de soya.

- **Recepción y pesado:** La materia prima (Soya) se transportará a la mesas de trabajo.



Figura 16: Pesado de los granos de soya

- **Limpiar:** Se eliminará las piedras, vainas y desechos presentes en la materia.
- **Descascarado:** Se fraccionará el grano en la palma de la mano para pelar o soltar las cascaras que cubren las semillas.
- **Secar:** Secamos el grano de soya en el secador de bandejas.



Figura 17: Secado de los granos de soya

- **Moler:** La materia prima una vez secada, pasara por un molino, el producto de la molienda debe ser un polvo fino que esté de acuerdo con las especificaciones de las harinas. Generalmente las harinas de acuerdo a las Normas AOAC 965.



Figura 18: Molienda de los granos de soya seco

- **Tamizar:** Use un cedazo o tamiz fino (1mm de luz).



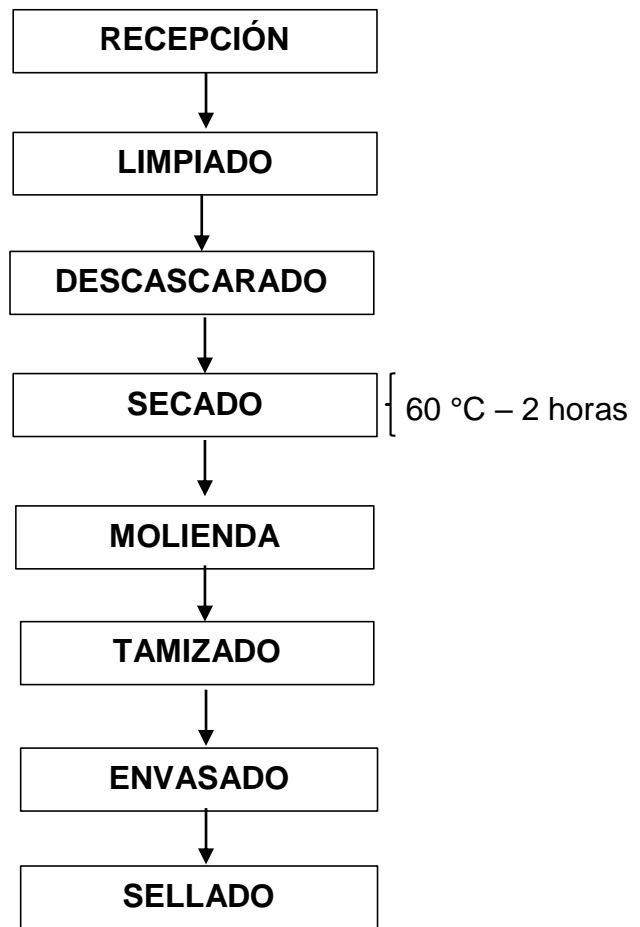
Figura 19: Tamizado de Harina de soya para la determinación de la granulometría

- **Envasado y sellado:** Empaque en bolsas de polietileno y se utilizó una selladora al vacío.



Figura 20: Sellado al vacío

- **Almacenar:** El almacenamiento en bodegas secas y frescas.



Fuente: Programa de Capacitación para Empresarias de la Industria de Procesamiento de Alimentos - Volumen II., 1885.

Diagrama de flujo de la elaboración de harina de Soya.

3.4.3. Análisis de las harinas

3.4.3.1. Caracterización de las harinas de trigo, soya y camote

La caracterización se realizó individualmente a la harina de trigo, harina de camote y harina de soya y a las formulaciones de los alfajores enriquecidos. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Investigación y desarrollo de productos agroindustriales de la Escuela Agroindustria.

A) Humedad: Se determinó por el método estufa, AOAC (1990).

B) Proteína: La determinación de la proteína total se realizó según el Método Oficial AOAC 2011.11.

C) Grasas:

Se utilizó el equipo Soxhlet, usando hexano como solvente. Metodología de la Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC) 963.15.2005, método Soxhlet.

D) Cenizas: Se realizó por la incineración de la materia orgánica en una mufla, siguiendo la metodología por la NTP 205.038:1975(Revisada el 2011): harinas. Determinación de cenizas.

E) Color: Para la determinación de color de la harina de trigo, camote y soya fue utilizado el colorímetro (Marca KONICA MINOLTA), siguiendo el sistema CIE-lab, determinándose los valores de

L*luminosidad (Negro 0/Blanco 100), a*(verde-/rojo+) y b* (azul-/amarillo+). La cromacidad(C*) y el ángulo de tonalidad (h*), fue calculado según Minolta (1993).

F) Fibra: Se determinó después de una hidrolisis acida y luego hidrolisis alcalina; siguiendo la metodología por la AOAC (930-10).

G) Carbohidratos: Se obtuvo por diferencia, restando del 100%, la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G), proteína (P) y fibra (F).

Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INN) señalada por Collazos et.al (1993).

Usando la fórmula:

$$\% \text{Carbohidratos} = 100 - (H + C + G + P + F)$$

3.4.4. Producción de alfajores

3.4.4.1. Formulación

Para la formulación control de la elaboración de los alfajores, es aquella que la formulación, presentada a continuación en la Tabla 19.

Tabla 19: Formulación Control del alfajor

Insumo	Cantidad (%)
Harina	100%
Maicena	25%
Margarina	65%
Azúcar impalpable	30%
Manjar blanco	40%
Coco rayado	5%

Con esta formulación base, se elaborará el alfajor control, para ser analizados y poder contrastar los datos obtenidos con los análisis que se realizarán al alfajor óptimo.

3.4.4.2. Diseño experimental

Para determinar la evaluación nutricional de la mejor formulación, se procedió a optimizar las 15 formulaciones, es decir la cantidad de la mezcla de las harinas y de aceite de ajonjolí con la margarina, empleándose el diseño experimental que se detalla a continuación:

1. Determinación de las Proporciones de Harinas

Este proceso consistirá en obtener formulaciones o mezclas de las 3 harinas (H. Trigo, H. Camote y H. Soya), y de las 2 grasas (margarina y aceite de ajonjolí), para ello se utilizará un Diseño de superficies y con el uso del programa estadístico Statgraphics Centurión XVI se establecerá las mezclas. Las cantidades de los insumos (Maicena, azúcar impalpable) se fijarán como formulación base. (Ver tabla 19).

En la tabla 20 se observa las 15 formulaciones, porcentajes de las harinas y de grasas para el diseño experimental de Box Benkhen

Tabla 20: Diseño de mezclas establecidas por el programa Estadístico Statgraphics Centurión XVI

N° Mezcla	%H. Trigo	% H. Soya	% H. Camote	% Margarina	% Ac. Ajonjolí
1	77.50%	10.00%	12.50%	30%	35%
2	72.50%	15.00%	12.50%	20%	45%
3	75.00%	12.50%	12.50%	25%	40%
4	72.50%	12.50%	15.00%	20%	45%
5	72.50%	12.50%	15.00%	30%	35%
6	75.00%	15.00%	10.00%	25%	40%
7	77.50%	12.50%	10.00%	30%	35%
8	80.00%	10.00%	10.00%	25%	40%
9	72.50%	15.00%	12.50%	30%	35%
10	75.00%	12.50%	12.50%	25%	40%
11	77.50%	12.50%	10.00%	20%	45%
12	75.00%	12.50%	12.50%	25%	40%
13	77.50%	10.00%	12.50%	20%	45%
14	70.00%	15.00%	15.00%	25%	40%
15	75.00%	10.00%	15.00%	25%	40%

2. Elaboración de los alfajores

Se elaborarán alfajores considerando los porcentajes de las formulaciones obtenidas en la tabla 20, y manteniendo el resto de insumos constantes que la formulación control. Los alfajores serán elaborados en la Planta Piloto Agroindustrial.

A) Recepción

- **Materia Prima**

- ✓ **Harina Trigo**

Se empleó Harina de trigo de marca Nicollini Premium de uso industrial, que cumple con la

Norma Técnica Peruana
205.027:1986. El porcentaje
utilizado, según mezclas de la
tabla 25.

✓ **Harina de Camote**

Se empleó la Harina de Camote
obtenida en el Área de
Operaciones Unitarias del
Instituto de Investigación
Tecnológica Agroindustrial (IITA);
cumpliendo con la NTP
205.043:1976. El porcentaje
utilizado, según mezclas de la
tabla 25.

✓ **Harina de Soya**

Se empleó la Harina de Camote
obtenida en el Área de
Operaciones Unitarias del
Instituto de Investigación
Tecnológica Agroindustrial (IITA);
cumpliendo con la NTP
205.044:1976.El porcentaje
utilizado, según mezclas de la
tabla 25.

✓ **Aceite de Ajonjolí**

Se empleó el Aceite de Ajonjolí
de marca. El porcentaje utilizado,
según mezclas de la tabla 25.

- **Insumos**

Se recibió los siguientes insumos:
Azúcar impalpable, margarina y maicena.



Figura 21: Recepción de Materia prima e insumos

B) Pesado

En esta operación se pesaron las materias primas e insumos según las formulaciones de cada ensayo. Operación se realizó en una balanza de marca PRECISA. Esta operación permitió determinar la cantidad de materia prima que ingresa además podemos determinar el rendimiento final y cuanto se va perdiendo en cada proceso.



Figura 22: Pesado de la materia prima e insumos

C) Mezclado 1

En esta operación consistió en agregar la margarina con el azúcar impalpable, mezclando continuamente por 5 minutos.



Figura 23: Mezclado 1

D) Mezclado 2

El segundo mezclado consistió en agregar la maicena, mezclando y teniendo una masa homogenizada por 5 minutos.

E) Mezclado 3

En esta operación se procedió a agregar la mezcla de las harinas según corresponda a la formulación, así mismo se agregó el aceite de ajonjolí. Se mezcló manualmente hasta que se tenga una masa homogénea.



Figura 24: Mezclado 3

F) Laminado

La laminación de la masa se llevó a cabo mediante rodillos laminadores, cuya superficie es de acero inoxidable, con el objetivo de adecuar la masa a un espesor de 0.5 cm del alfajor.



Figura 25: Laminado

G) Moldeado

El dosificado se realizó con molde de acero inoxidable de 3cm de diámetro y 0.5 cm de altura.



Figura 26: Moldeado

H) Horneado

Se llevó a cabo en el horno rotatorio por convección, a una temperatura de 140°C por 15 minutos.



Figura 27: Horneado de los alfajores

I) Enfriado

Se enfrió a temperatura ambiente por 30 minutos.



Figura 28: Enfriado a temperatura ambiente

J) Relleno

Se añadió el manjar blanco como relleno a los alfajores a un 5% según la formulación.



Figura 29: Relleno de los alfajores

K) Envasado y almacenamiento

Los alfajores fueron envasados en envase polipropileno que fueron tapas herméticamente. Finalmente se llevó a almacenamiento a temperatura ambiente (26°C-27°C), en un lugar fresco, sin exposición excesiva a la luz. Asimismo también, los alfajores fueron envasados en taper de polietileno y PET; para estudiar el efecto del tipo de envase en función humedad, textura y peso.



Figura 30: Envasado y almacenamiento

3. Evaluación de los alfajores

Una vez establecidas las formulaciones, se procederá a su evaluación en función a las siguientes variables de respuesta: Porcentaje de Grasas y Sabor, análisis que son detallados más adelante.

4. Optimización

Este proceso se realizará con el fin de determinar las cantidades exactas para cada una de las harinas involucradas así como la cantidad óptima de aceite de ajonjolí con el fin de obtener un alfajor con un menor porcentaje de grasa y mayor sabor. Para ello se utilizará el Statgraphics Centurion XVI.

5. Evaluación del Alfajor Óptimo

Con el fin de comprobar si el alfajor óptimo o producto final, cumple con las especificaciones estipuladas en las normas técnicas peruanas para este tipo de producto, se procedió a evaluar el % Humedad, % Acidez, % Cenizas a través de los días (0, 2, 5, 7, 9 y 12), los cuales serán comparados con las mismas evaluaciones que se realizarán el alfajor control (100% Harina de trigo y 65% margarina).

6. Evaluación de Envases

Los alfajores con la formulación óptima serán envasados en tres tipos diferentes de envases: polietileno, polipropileno y

PET, con el fin de evaluar la permeabilidad y elegir cuál de ellos es el mejor para conservar las propiedades del producto. Es así, que durante varios días se evaluará el porcentaje de humedad, textura y peso de los alfajores.

7. Determinación del tiempo de Vida útil

Una vez determinado el mejor envase, se procederá a evaluar la vida útil del producto, se utilizará evaluaciones sensoriales para determinar el tiempo de vida del producto mediante el ajuste de los datos a la Distribución de Weibull.

3.4.4.3. Cálculo del Computo Químico de las formulaciones

Se realizó en base a las cantidades en gramos, de las proteínas en las 15 mezclas de harina de trigo, soya y camote con sustitución parcial de la margarina por aceite de ajonjolí.

El patrón que se utilizó para el cómputo químico de aminoácidos fue el grupo de niños (de 3 a 10 años), según FAO 2007.

$$CQ = \frac{\text{mg de a. a. en 1g de N de la proteína del alimento}}{\text{mg de a. a. en 1g de N de la proteína de referencia}}$$

El score químico o cómputo químico se expresó como la cantidad (mg) de aminoácido esencial por gramo de la proteína en estudio, en relación con la cantidad del mismo compuesto en la proteína de

referencia (g), es decir, el patrón aminoacídico establecido para el niño.

El resultado se expresó de manera porcentual. El valor más bajo es el que corresponde al score y el aminoácido que lo produce se denomina "primer limitante". El valor obtenido para cada aminoácido mayor a 100%, expresa una proteína completa.

3.4.5. Evaluación de los alfajores

3.4.5.1. Análisis de Grasa

Para la determinación del % de grasa se evaluarán todas formulaciones de los alfajores en estudio según el método AOAC, edición 1980, 14.059.

3.4.5.2. Análisis Sensorial

Los alfajores serán evaluados por 30 panelistas semi-entrenados, de ambos sexos y diferentes grupos de edad, pertenecientes a la Universidad Nacional del Santa (E.A.P de Ingeniería Agroindustrial), a fin de conocer el grado de aceptabilidad de los alfajores. La prueba se realizará a las 10:00 a.m. en los paneles de degustación de la Planta Piloto de Agroindustria de la Universidad Nacional del Santa.

Por otro lado, las fichas de evaluación sensorial fueron realizadas teniendo en cuenta una escala hedónica de 9 puntos, siendo las alternativas de respuesta las siguientes: 1 = Me disgusta extremadamente, 2 = Me disgusta mucho; 3 = Me disgusta moderadamente; 4 = Me disgusta levemente;

5 = No me gusta ni me disgusta; 6 = Me gusta levemente; 7 = Me gusta moderadamente; 8 = Me gusta mucho; 9 = Me gusta extremadamente. La ficha utilizada para la evaluación se encuentra en el Anexo 4.2.1. Las muestras estuvieron codificadas con números de tres cifras.

3.4.6. Optimización

La optimización consistió en determinar la formulación o la mezcla óptima en base a las 3 harinas y 2 grasas, para ello se utilizará el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVI, el cual nos ofrece una opción para maximizar respuestas en función a pesos ya ponderaciones que el investigador asigne a su variables dependientes en función a lo que quiera priorizar. Para esta investigación nos enfocaremos en maximizar los niveles sabor para la aceptación del producto por los consumidores y minimizar los niveles de grasas. Finalmente el programa, contraponiendo todos estos requisitos determinará una mezcla que permita cumplir con todos ellos.

3.4.7. Evaluación del alfajor optimo-control

3.4.7.1. Caracterización químico-proximal

La caracterización químico proximal se realizó tanto al alfajor de formulación optimo como al control.

A) Humedad: Se realizó utilizando el procedimiento descrito en la norma técnica peruana N.T.P 206.011:1981 (Revisada el 2011) para bizcochos, galletas, pastas y fideos.

B) Proteína: Se realizó según el método Oficial AOAC 2011.11.

C) Grasa: Se realizó según el método AOAC edición 1980, 14.059.

D) Ceniza: Se realizó utilizando el procedimiento descrito en la norma técnica peruana N.T.P. 206.007.1976 (Revisada el 2011) para productos de panadería.

E) Fibra: Se determinó después de una hidrolisis acida y luego hidrolisis alcalina; siguiendo la metodología por la AOAC (930-10).

F) Carbohidratos: Se obtuvo por diferencia, restando del 100%, la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G), proteína (P) y fibra (F).

Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INN) señalada por Collazos et.al (1993).

Usando la fórmula:

$$\% \text{Carbohidratos} = 100 - (H + C + G + P + F)$$

3.4.7.2. Caracterización fisicoquímica

Se evaluaron en función de los requisitos de la norma técnica peruana NTP:

A) Acidez: Se determinó según el método indicado por la N.T.P.206.013:1981 (Revisada el 2011): bizcochos, galletas, pastas y fideos. Determinación de la acidez;

basada en la neutralización de la acidez de la muestra, mediante titulación con solución de hidróxido de sodio (NaOH 0.1 N), en presencia de fenolftaleína como indicador. El resultado se expresó en % de ácido láctico.

B) Textura: Para este análisis se utilizó el texturómetro de marca BROOKFIELD.

C) Actividad de agua: Se utilizó el equipo de Actividad de Agua, ROTRONIC.

D) pH: Se determinó por el método de la Norma Técnica Peruana 209.059 (1974). Determinación del pH (Método potenciométrico).

E) Color: Para la determinación del color de las harinas de trigo, camote y soya y los alfajores fue utilizado el colorímetro marca KONICA MINOLTA, siguiendo el sistema CIE-lab, determinándose los valores de *L luminosidad (negro 0/blanco 100), a* (verde-/rojo+) y b* (azul-/amarillo+). La cromacidad C* y el ángulo de tonalidad (h*), fue según Minolta, 1993.

La cromacidad fue determinada utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Cromacidad} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

El ángulo de tonalidad fue determinado por:

$$\text{Ángulo de tonalidad} = \arctg (b^*/a^*)$$

F) Índice de Peróxidos: Para la determinación del índice de peróxidos según el método indicado por las NTP 206.016.1981.

3.4.7.3. Evaluación del tipo de empaque

Para la evaluación del tipo de empaque se realizó al alfajor de formulación óptima los siguientes análisis:

A) Humedad: Se realizará utilizando el procedimiento descrito en la norma técnica peruana N.T.P. 206.011:1981 (Revisada el 2011) para bizcochos, galletas, pastas y fideos.

B) Textura: Para este análisis se utilizara el Texturómetro de marca BROOKFIELD.

C) Control de peso: Este análisis se realizará por medio de una balanza analítica PRECISA GRAVIMETRICS.

3.4.7.4. Vida Útil del alfajor

Para la determinación de la vida útil del alfajor se utilizó una evaluación sensorial para saber el porcentaje de aceptabilidad de los panelistas para alfajores con diferentes días de almacenamiento, datos que fueron procesados utilizando la Distribución de Weibull. A continuación se describe las etapas en la distribución de la vida útil del alfajor óptimo.

1. Almacenamiento de los alfajores: Los alfajores fueron almacenados en envases de polipropileno a temperatura ambiente (26°C aproximadamente). Para la

degustación se prepararon los alfajores en el día 0, y se convocaron a los panelistas durante los días previamente definidos.

2. Evaluación Sensorial:

Para realizar la evaluación sensorial se convocó a 30 estudiantes desde el séptimo ciclo al décimo de la E.A.P de Ingeniería Agroindustrial. Los panelistas tuvieron que decidir sobre la aceptación o rechazo de cada una de las muestras contestando a la siguiente pregunta:

“Ud. Normalmente consumiría este producto”, mediante respuestas positivas, con un “Si”, o negativas con un “No”. Se les explico a los consumidores que la preguntase refiere a que si ellos consumirían el pan, ya sea si lo comprarán o les fuera servido. (Ver Anexo 5.7.1)

3. Determinación de los parámetros de la distribución Weibull:

Para la determinación de los parámetros α y β de la función de Weibull se utilizó la función linearizada de la distribución acumulativa de Weibull:

$$\ln(t) = \ln\alpha + \left(\frac{1}{\beta}\right) \ln H(t)$$

Siguiendo las recomendaciones de Gakula y Kubala (1975) con pequeñas modificaciones que consistieron en el asignar de “0” para la aceptación de los consumidores y “1” para el rechazo.

Para estimar la vida en anaquel del alfajor, los tiempos de rechazo fueron ajustados a una distribución de Weibull y se definió la variable aleatoria "t" como el tiempo de almacenaje al cual el consumidor rechaza la muestra. La función de distribución acumulativa o función de fallos $F(t)$ fue definida como la probabilidad de que el consumidor rechace el producto antes del tiempo t , tal que $F(t)=P(Tt)$

4. Determinación del Intervalo de Confianza:

Para la determinación del intervalo de confianza fue necesario determinar la desviación estándar de los datos, asimismo el nivel de significancia y el tamaño de la muestra; esto se logró con la utilización del programa Excel 2013 y Statgraphics centurion XVI.

3.4.7.5. Análisis Biológico

El trabajo de investigación es de tipo experimental, empleándose 6 ratas machos de la cepa Wistar. Los criterios de inclusión son: ratas destetadas de 21 días de vida, procedentes de la misma camada.

Se evaluó 3 dietas, las que se denominan (Formulación Óptima, Dieta Control y Dieta A proteica). El criterio de formulación se basó en el método oficial AOAC 1990.

1. Relación de Eficiencia Proteica (PER)

Se utilizó 6 ratas machos distribuidas en 3 grupos correspondientes al tipo de dieta administrada (Formulación Optima, Dieta Control y Dieta A proteica). Los animales se colocaron en jaulas individuales administrándoles las dietas y el agua ad libitum durante 28 días. Para el PER se utilizó el método AOAC 960.48; donde se emplea, la siguiente expresión:

$$PER = \frac{\text{Aumento de peso (g)}}{\text{Consumo (g)} \times \% \text{ proteína}}$$

2. Digestibilidad Verdadera (DV)

Se utilizó 6 ratas machos distribuidas en grupos (Formulación Optima, Dieta Control y Dieta A proteica) .Se recolectó las heces, las que fueron secadas y trituradas para determinar el contenido de nitrógeno. La DV se determinó por el método AOAC 2:6.1995; empleando la siguiente fórmula:

$$DV = \frac{\text{Consumo de N} - (\text{N fecal} - \text{N fecal metabólico})}{\text{Consumo de N}}$$

3. Utilización Neta de las Proteínas (NPU):

Se empleó 6 ratas machos, distribuidas en los grupos (Formulación Optima, Dieta Control y Dieta A proteica).Se registró los pesos y el consumo de alimento. Al final del ensayo se sacrificaron los animales con cloroformo y se secó la carcasa para luego molerla y determinar el contenido de

nitrógeno. El valor de NPU se calculó con la siguiente fórmula:

$$NPU = \frac{Nmuestra - Nconocido}{Ingesta de N}$$

4. **Valor biológico (VB):** Este parámetro se calculó a partir de la fórmula:

$$VB = \frac{NPU}{DV}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis de las harinas

4.1.1. Caracterización química proximal

4.1.1.1. Harina de trigo

Los resultados del análisis de la composición porcentual de la harina de trigo se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21: Composición químico proximal de la Harina de Trigo en 100g de porción comestible

Componentes	(%)
Humedad	14.44 \pm 0.20
Proteína	13.00 \pm 0.28
Ceniza	1.30 \pm 0.30
Grasa	1.20 \pm 0.35
Carbohidratos	68.16
Fibra	1.46 \pm 0.20

*Media basados en tres repeticiones.

Los resultados mostrados en la tabla muestran que la humedad asciende a los (14.44 \pm 0.20 %) valor que es inferior al 15% de humedad, que es el máximo permitido por la N.T.P 205.027:1986.

El contenido de proteína de la harina es de (13.00 \pm 0.28 %) siendo mayor al 7.0% referido en el CODEX Alimentarius 152-1985.

Con respecto al contenido, de ceniza se obtuvo (1.30 \pm 0.30 %), lo cual cumple con la N.T.P.205.027:1986, para harina de trigo enriquecida.

El contenido de carbohidratos en la harina fue de (68.16%), valor más cercano a (Bilbao, 2007), el cual menciona que la harina de trigo tiene alrededor de 70% de carbohidratos.

También (Bilbao, 2007) menciona que el contenido de fibra de una harina de trigo como máximo es de 1.5% lo cual quiere decir que nuestro resultado se encuentra dentro de los parámetros ya que se reportó una cantidad de fibra del $1.46 \pm 0.2\%$.

4.1.1.2. Harina de soya

Los resultados del análisis de la composición porcentual de la harina de soya se muestran en la Tabla.

Tabla 22: Composición químico proximal de la Harina de Soya en 100g de porción comestible

Componentes	(%)
Humedad	11.52 ± 0.4
Proteína	31.69 ± 0.2
Ceniza	4.58 ± 0.2
Grasa	17.22 ± 0.32
Carbohidratos	24.66
Fibra	10.33 ± 0.26

*Media basados en tres repeticiones.

Los resultados mostrados en la tabla muestran que la humedad de la harina de quinua asciende a los $11.52 \pm 0.4\%$ valor que es inferior al 15% de humedad, que el máximo permitido por la N.T.P 011.451:2013. Según (Cheftel, 1976) menciona que a humedades inferiores a 12.00% se evitan deterioros en el almacenamiento prolongado, a temperaturas de 20°C.

El contenido de proteína de la harina de soya fue de $31.69 \pm 0.2\%$, el cual fue mayor que el de las tablas peruanas de composición de alimentos (2009), que reportan un valor 31.4 de proteínas para la harina

de soya. En general este parámetro variará según la variedad y el tratamiento de limpieza que haya tenido el grano. (Molina, 1970).

4.1.1.3. Harina de camote

Los resultados del análisis de la composición porcentual de la harina de Camote se muestran en la Tabla.

Tabla 23: Composición químico proximal de la Harina de Camote en 100g porción comestible

Componentes	(%)
Humedad	8.04 ± 0.25
Proteína	1.12 ± 0.21
Ceniza	3.01± 0.03
Grasa	1.32 ± 0.026
Carbohidratos	84.71
Fibra	1.8 ± 0.07

*Media basados en tres repeticiones.

En contraste, los resultados de análisis proximal de la harina de camote en el presente estudio, son similares a los obtenidos en Utilización De Harina De Camote En Raciones Alimenticias Para Aves De Engorde (Fiallos et. al., 2014) los cuales tuvieron: Proteína = 2.10 %; grasas = 0.9 %, Carbohidratos = 84.30 % y fibra = 1.80 %.

4.1.2. Análisis Fisicoquímico

4.1.2.1. Colorimetría de las harinas de trigo, soya y camote.

Los resultados del análisis del color de las harinas de trigo, soya y camote se muestran en la Tabla 24.

Tabla 24: Colorimetría de las harinas de Trigo, Soya y Camote.

Muestra	ANÁLISIS DE COLOR DE HARINAS				
	a*	b*	L* Luminosidad	C* Cromacidad	h* Angulo de Tonalidad
Harina de Trigo	-1.97 ± 0.01	11.52 ± 0.05	93.33 ± 0.28	11.687	-80.296
Harina de Soya	-2.85 ± 0.02	19.68 ± 0.09	90.61 ± 0.04	19.904	-81.389
Harina de Camote	-2.98 ± 0.06	23.38 ± 0.3	88.33 ± 0.15	23.553	-83.049

*Media basados en tres repeticiones.

En la tabla 24 podemos observar que la harina de trigo el valor presentado de b* (11.52 ± 0.05), el cual muestra una tendencia al color amarillo y en a* (-1.97 ± 0.01) una ligera tendencia al color verde. L* presento un valor de 93.33 ± 0.28 que nos indica que tiene una alta tendencia al color blanco. El ángulo de tonalidad presento un valor de -80.296 que corresponde al segundo cuadrante de las coordenadas de color (verde-amarillo), con una tendencia más amarillo. La cromacidad presento un valor de 11.687.

Con respecto a la Harina de soya, podemos observar que le valor presentado de b* (19.68 ± 0.09), el cual muestra una tendencia al color amarillo y en a* (-2.85 ± 0.02) una ligera tendencia al color verde. El valor de L* (90.61 ± 0.04) nos indica que tiene una tendencia al color al color blanco. El ángulo de tonalidad presento un valor de -81.389 que

corresponde al primer cuadrante de las coordenadas de color (rojo-amarillo), con una tendencia más amarillo. La cromacidad presento un valor de 19.904.

Con respecto a la Harina de Camote observamos que el valor presentado de b^* (23.38 ± 0.3), el cual muestra una tendencia al color amarillo mayor que en las harinas de trigo y quinua, esto se le atribuye a la presencia de carotenos en el camote. El valor de a^* (-1.97 ± 0.01) tiene tendencia al color rojo. El valor de L^* (88.33 ± 0.15) INDICA UNA HARINA CLARA. El ángulo de tonalidad presento un valor de -83.049 que corresponde al primer cuadrante de las coordenadas de color (rojo-amarillo), con una tendencia más amarillo. La cromacidad presento un valor de 23.553.

4.2. Cálculo del Computo Químico de las formulaciones

Se calculó el cómputo químico de las diferentes mezclas de las harinas de trigo, soya y camote, se usó como referencia el patrón de los aminoácidos esenciales de la FAO/OMS/UNU 1985 (mg.AA/Proteína). Los resultados se muestran en la tabla .Los valores obtenidos son cálculos teóricos, que se obtuvieron a partir de la composición de aminoácidos de la harina de trigo, soya y camote que se reportan en la bibliografía.

Los alimentos de origen vegetal como leguminosas y cereales constituyen un porcentaje importante de las proteínas de la dieta pero ambos poseen aminoácidos limitantes que disminuyen la eficiencia de su utilización y es necesario complementarlos con otros para mejorar su calidad. Esto puede lograrse agregándoles pequeñas cantidades de proteína animal o combinándolos entre sí, dado que las leguminosas son pobre en aminoácidos azufrados (metionina+cistina) y los cereales como trigo, arroz maíz, son pobres en lisina (el maíz también es pobre en triptófano y el arroz

en treonina). Al ser distintos los aminoácidos limitantes de leguminosas y cereales (como el caso de soya y trigo), una mezcla de ambos permitirá mejorar el cómputo de aminoácido y con ello la calidad biológica de la proteína de la mezcla, proceso llamado de complementación aminoacídica.

Según (Callejo, 2002) menciona que el trigo debe ser consumido junto con leguminosas, porque se incrementa el aporte proteico y la calidad de las proteínas; esto es debido a que el patrón de aminoácidos de las proteínas de las leguminosas complementa a de los cereales.

En la tabla 25, se muestra el CQ de harina de trigo, harina de soya y harina de camote, así como también se muestra los CQ para las diferentes mezclas. También se pudo identificar a la lisina como aminoácido limitante, sin embargo la mezcla de estas harinas (harina de trigo, harina de soya y harina de camote) sobrepasa el límite mínimo de 70% recomendado por la FAO /OMS.

En este trabajo de investigación no se mostró deficiencia de los demás aminoácidos esenciales en su totalidad, demostrado en los valores que exceden el 100%. Cabe mencionar que en todas las mezclas el aminoácido limitante fue la lisina y que inicialmente al determinar el cómputo químico del trigo, soya y camote por separado (ver anexo: Tabla) el trigo mostro deficiencia aminocídica de lisina. Sin embargo, como es mencionado por Lutz (2009); este junto con arginina, están presentes en mayor cantidad en las capas más externas del grano y en el germen las cuales son eliminadas durante el proceso de molienda.

Tabla 25: Cómputo Químico de las 15 formulaciones de alfajor a base de haría de camote y soya

HARINAS	FORMULACIONES															
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
%H.Trigo	100%	77.50%	72.50%	75.00%	72.50%	72.50%	75.00%	77.50%	80.00%	72.50%	75.00%	77.50%	75.00%	77.50%	70.00%	75.00%
%H.Camote	0%	12.50%	12.50%	12.50%	15.00%	15.00%	10.00%	10.00%	10.00%	12.50%	12.50%	10.00%	12.50%	12.50%	15.00%	15.00%
%H.Soya	0%	10.00%	15.00%	12.50%	12.50%	12.50%	15.00%	12.50%	10.00%	15.00%	12.50%	12.50%	12.50%	10.00%	15.00%	10.00%
Aminoácidos esenciales	SCORE QUÍMICO															
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
Isoleucina	1150.00	1481.88	1661.88	1571.88	1566.25	1566.25	1667.50	1577.50	1487.50	1661.88	1571.88	1577.50	1571.88	1481.88	1656.25	1476.25
Leucina	1171.43	1417.50	1564.64	1491.07	1481.43	1481.43	1574.29	1500.71	1427.14	1564.64	1491.07	1500.71	1491.07	1417.50	1555.00	1407.86
Lisina	436.36	883.18	1094.09	988.64	993.64	993.64	1089.09	983.64	878.18	1094.09	988.64	983.64	988.64	883.18	1099.09	888.18
Metionina + Cistina	485.71	602.86	661.43	632.14	632.14	632.14	661.43	632.14	602.86	661.43	632.14	632.14	632.14	602.86	661.43	602.86
Fenilalanina + Tirosina	1450.00	1756.67	1960.00	1858.33	1838.33	1838.33	1980.00	1878.33	1776.67	1960.00	1858.33	1878.33	1858.33	1756.67	1940.00	1736.67
Treonina	800.00	1141.25	1302.50	1221.88	1225.63	1225.63	1298.75	1218.13	1137.50	1302.50	1221.88	1218.13	1221.88	1141.25	1306.25	1145.00
Triptofano	1200.00	1622.50	1802.50	1712.50	1725.00	1725.00	1790.00	1700.00	1610.00	1802.50	1712.50	1700.00	1712.50	1622.50	1815.00	1635.00
Valina	1633.33	2110.00	2356.67	2233.33	2230.00	2230.00	2360.00	2236.67	2113.33	2356.67	2233.33	2236.67	2233.33	2110.00	2353.33	2106.67
Proteína mexicana (g/100g)	4.35651	5.00278	5.54428	5.27353	5.18618	5.18618	5.63163	5.36088	5.09013	5.54428	5.27353	5.36088	5.27353	5.00278	5.45693	4.91543

4.3. Evaluación de los alfajores

4.3.1. Evaluación de las grasas en los alfajores

Se determinó el porcentaje de grasas contenidas en cada una de las 15 formulaciones (Tabla 26).

Tabla 26: %Grasas de las 15 formulaciones

Form.	Grasas (%)
1	31.64
2	32.54
3	32.82
4	31.04
5	32.63
6	36.14
7	20.2
8	31.49
9	22.34
10	29.13
11	25.99
12	29.94
13	29.25
14	35.63
15	34.39

Se obtuvieron los valores mostrados en la Tabla 26 presentes en los alfajores de cada experimento, después de haber sido sometidos a las condiciones del diseño.

Tabla 27: Coeficientes de regresión estimados para %Grasas
(proporcionales del componente)

Parámetro	Estimación	Error Estándar	Estadístico T	Valor-P
Mean/Interc.	30.34467	148.5529	-1.18127	0.271419
(1)H. Camote(L)	2.578424	7.7882	-0.46436	0.654768
H. Camote(Q)	0.0589	0.3108	0.59329	0.569379
(2)H.Soya(L)	-18.569	7.7882	-1.35153	0.213497
H.Soya(Q)	0.126	0.3108	1.35387	0.212780
(3)Ac. Ajonjolí(L)	8.5689	6.2218	2.26882	0.052988
Ac. Ajonjolí(Q)	-0.458	0.0777	-2.22257	0.056954

En la tabla 27 Se aprecia los coeficientes para cada componente que han sido determinados por el programa Statistica luego de haber ajustado los datos al Modelo Box Benhken.

La ecuación de regresión para los datos de %Grasas, es:

$$\%Grasas = 30.34467 + 2.578424x_1 + 0.0589x_1^2 - 18.569x_2 + 0.126x_2^2 + 8.5689x_3 - 0.458x_3^2$$

$$r^2 = 0.761069$$

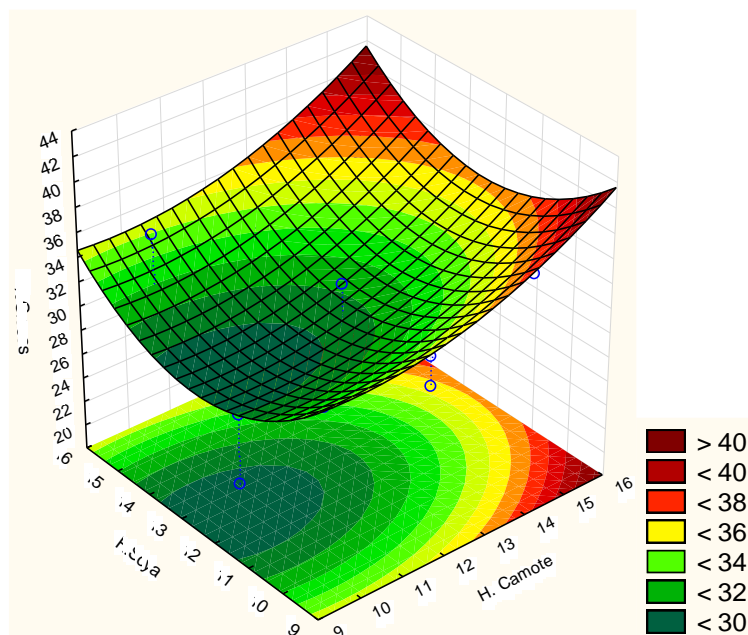


Gráfico 1: Superficie Respuesta %Grasas
Harina de Soya Vs H. Camote

En el **Gráfico1** observamos el comportamiento de la grasa cuando solo interactúan como únicos componentes la Harina de Camote y Harina de Soya.

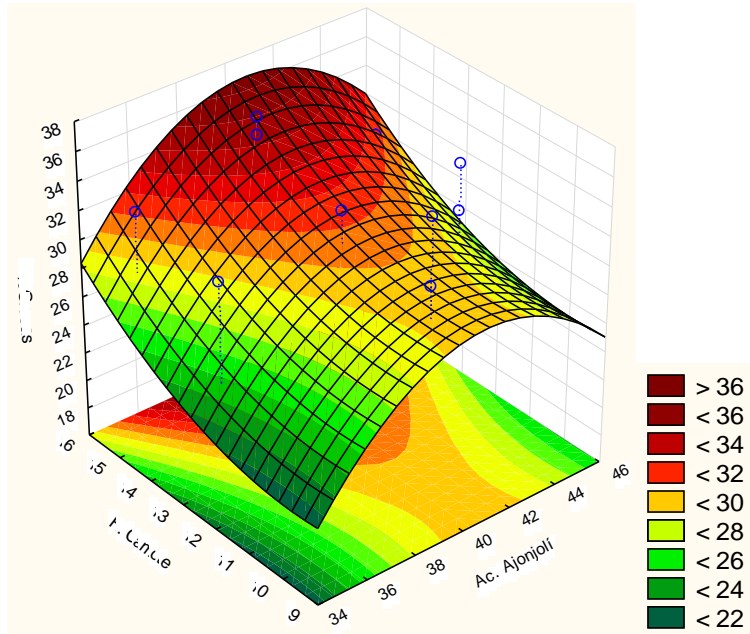


Gráfico 2: Superficie Respuesta %Grasas
H. Camote Vs Ac. Ajonjolí

En el **Gráfico 2** observamos el comportamiento de la grasa cuando solo interactúan como únicos componentes la Harina de Camote y Aceite de Ajonjolí.

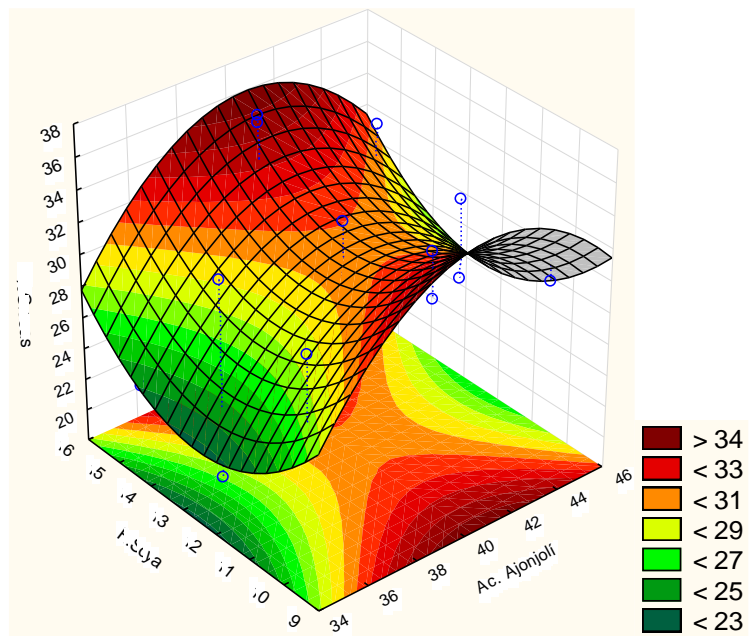


Gráfico 3: Superficie Respuesta %Grasas
H. Soya Vs Ac. Ajonjolí

En el **Gráfico 3** observamos el comportamiento de la grasa cuando solo interactúan como únicos componentes la Harina de Soya y Aceite de Ajonjolí.

**Tabla 28: Análisis de varianza para %Grasas
(Proporciones del componente)**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
(1)H. Camote(L)	49.3521	1	49.35211	3.542035	0.096603
H. Camote(Q)	4.9043	1	4.90433	0.351987	0.569379
(2)H.Soya(L)	0.0018	1	0.0018	0.000129	0.99121
H.Soya(Q)	25.5393	1	25.53932	1.832975	0.21278
(3)Ac. Ajonjolí(L)	18.03	1	18.03001	1.294026	0.288228
Ac. Ajonjolí(Q)	68.8276	1	68.82759	4.939803	0.046954
Error	111.4661	8	13.93327		
Total SS	286.3176	14			
(1)H. Camote(L)	49.3521	1	49.35211	3.542035	0.096603

En la tabla 28 se presenta el ANVA para el % Grasas, en donde se observa un valor $p < 0.05$ (0.046954) para el Ac. Ajonjolí, lo cual indica que es significativa para la reducción de las grasas.

El valor p para la H. Camote y H. Soya fueron mayores a 0.5, es decir son no significativas, lo cual indica que no tienen una participación muy notoria en la reducción de grasas.

4.3.2. Evaluación del sabor en los alfajores

Se determinó el sabor mediante una escala hedónica de 9 puntos con 30 panelistas. En la tabla 29 se presenta los promedios de los puntajes del análisis sensorial par cada una de las 15 formulaciones.

Tabla 29: Valores obtenidos para Sabor

Form.	Sabor
1	6.27
2	5.63
3	6.57
4	6.40
5	6.17
6	6.27
7	7.17
8	6.17
9	5.90
10	6.43
11	7.17
12	6.37
13	6.87
14	5.17
15	7.13

Se obtuvieron los valores mostrados en la Tabla 29 presentes en los alfajores de cada experimento, después de haber sido sometidos a las condiciones del diseño.

Tabla 30: Coeficientes de regresión estimados para Sabor
(proporciones del componente)

Parámetro	Estimación	Error Estándar	Estadístico T	Valor-P
Mean/Interc.	6.37933333	17.93971	0.58943	0.57184
(1)H. Camote(L)	-0.825364	0.94053	-0.71467	0.495136
H. Camote(Q)	0.02307	0.03753	0.61454	0.555926
(2)H.Soya(L)	1.48983	0.94053	1.58404	0.151844
H.Soya(Q)	-0.06653	0.03753	-1.77259	0.114235
(3)Ac. Ajonjolí(L)	-0.39133	0.75137	-0.52083	0.616591
Ac. Ajonjolí(Q)	0.01507	0.00938	0.53995	0.603935

En la tabla 30 se aprecia los coeficientes para cada componente y también para sus mezclas, que han sido determinados por el programa Statística luego de haber ajustado los datos al modelo Box Benhken.

La ecuación de regresión para los datos de Sabor, es:

$$Sabor = 6.3793333 - 0.825364x_1 + 0.02307x_1^2 + 1.48983x_2 - 0.06653x_2^2 - 0.39133x_3 + 0.01507x_3^2$$

$$r^2 = 0.763546$$

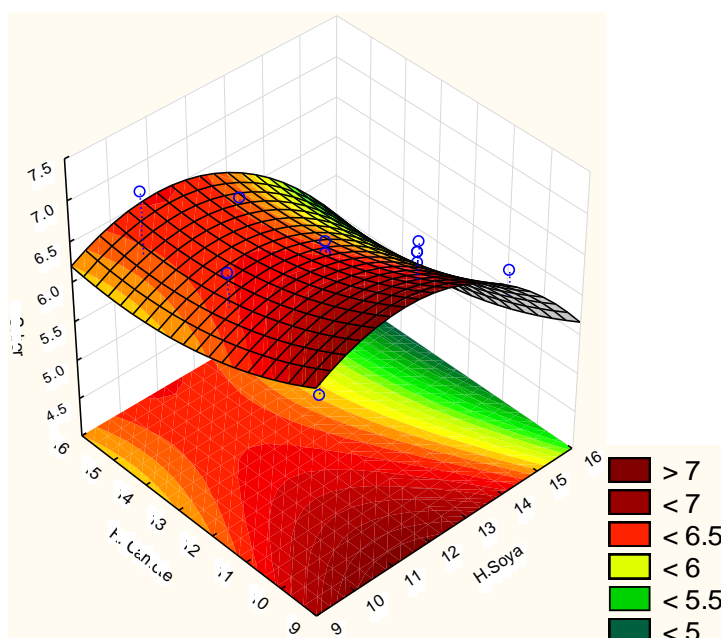


Gráfico 4: Superficie Respuesta Sabor
H. de Camote Vs H. Soya

En el **Gráfico 4** observamos el comportamiento de la grasa cuando solo interactúan como únicos componentes la Harina de Camote y Harina de Soya.

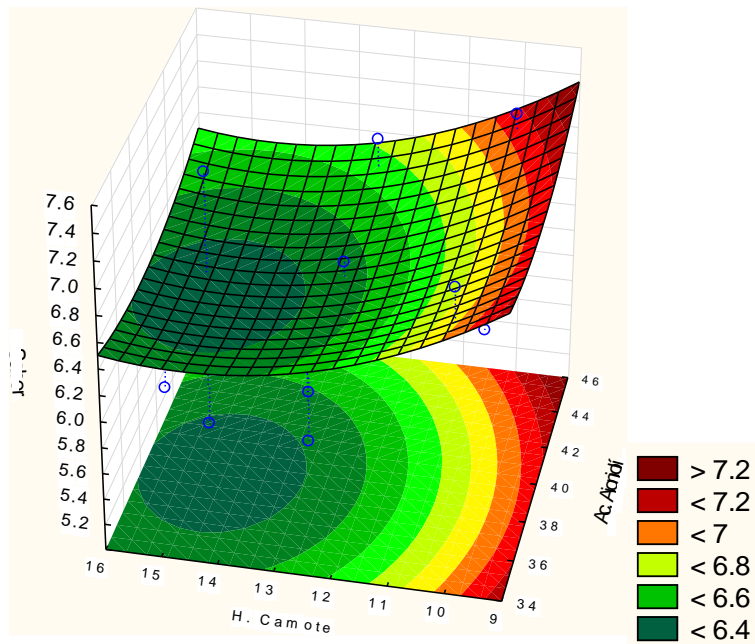


Gráfico 5: Superficie Respuesta Sabor
H. Camote Vs Ac. Ajonjolí

En el **Gráfico 5** observamos el comportamiento de la grasa cuando solo interactúan como únicos componentes la Harina de Camote y Aceite de Ajonjolí.

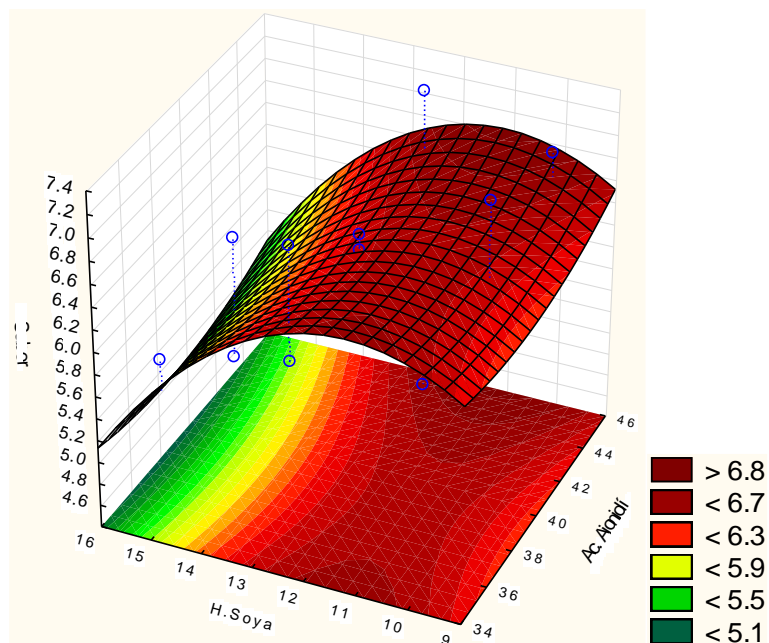


Gráfico 6: Superficie Respuesta Sabor
H. Camote Vs Ac. Ajonjolí

En el **Gráfico 6** observamos el comportamiento de la grasa cuando solo interactúan como únicos componentes la Harina de Soya y Aceite de Ajonjolí.

Tabla 31: Análisis de Varianza para Sabor
(Proporciones del Componente)

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
(1)H. Camote(L)	0.456012	1	0.456012	2.244168	0.172497
H. Camote(Q)	0.076741	1	0.076741	0.377664	0.555926
(2)H.Soya(L)	1.505112	1	1.505112	7.407088	0.026184
H.Soya(Q)	0.638464	1	0.638464	3.142064	0.114235
(3)Ac. Ajonjolí(L)	0.0392	1	0.0392	0.192914	0.672124
Ac. Ajonjolí(Q)	0.059241	1	0.059241	0.291542	0.603935
Error	1.625592	8	0.203199		
Total SS	4.459293	14			
(1)H. Camote(L)	0.456012	1	0.456012	2.244168	0.172497

En la tabla 31 se presenta el ANOVA para Sabor, en donde se observa un valor $p < 0.05$ (0.026184) para la H. Soya, es decir, que este componente presenta una participación significativa en el sabor del producto.

4.4. Optimización

Para realizar la optimización se definieron como variables respuestas, el %Grasas y el Sabor, utilizando el programa Statgraphics Centurión XVI que nos ofrece la posibilidad de contraponer estos datos y buscar el nivel óptimo para las variables de estudio analizadas en las 15 corridas del Diseño de Superficie Respuesta, Box Benhken, por ello se procedió a determinar la formulación óptima, maximizando el sabor y minimizando el % Grasa.

Tabla 32: Criterios para la optimización de las mezclas

		Respuesta	Meta	Inferior	Objetivo	Superior	Pond.	Import.
Sabor	Max.	5.17	7.00665	7.17	1.0	1.0		
Grasas	Min.	20.2	21.1347	36.14	1.0	1.0		

En la tabla 32 se muestra los valores inferiores, objetivo y superiores para cada una de las variables dependientes dando la misma ponderación (1.0) tanto para % Grasas como para sabor por ser consideradas las más importantes, de la misma manera para la importancia.

Tabla 33: Mezcla Óptima

Componente	%
H. Soya	13.48
H. Camote	10.00
Ac. Ajonjolí	35.00

La tabla 33 muestra los porcentajes de cada uno de los componentes de la mezcla óptima obtenidos mediante el proceso de optimización en Statgraphics Centurion XVI.

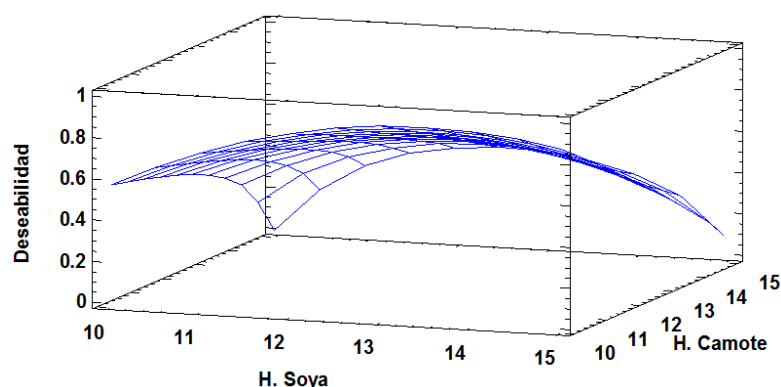


Gráfico 7: Superficie Respuesta de Optimización.

4.4.1. Evaluación del alfajor óptimo

4.4.1.1. Caracterización químico-proximal

En la tabla 34 se observa la caracterización químico-proximal tanto del alfajor control como del óptimo.

Tabla 34: Caracterización químico-proximal de los alfajores

COMPONENTES	ALFAJOR CONTROL	ALFAJOR ÓPTIMO
Humedad	2.83 ± 0.02%	1.48 ± 0.02%
Proteína	7 ± 0.01%	8.11 ± 0.01%
Ceniza	1.31 ± 0.01%	0.17 ± 0.05%
Grasa	27.72 ± 0.03%	22.22 ± 0.02%
Carbohidratos	59%	64.42%
Fibra	1.62 ± 0.04%	3.60 ± 0.01%
Aw	0.34 ± 0.01	0.29 ± 0.01

*Media basados en tres repeticiones

La humedad es un parámetro sumamente importante para los productos de panificación y bollería, según la norma técnica peruana NTP 2006.011, 1981 (revisada el 2011) y la norma Sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, Galletería y Pastelería por RM N° 1020-2010/MINSA, la humedad máxima permisible en este tipo de productos es 40%, por ende según la tabla 42, se puede observar que tanto

el alfajor óptimo como el control cumplieron con este requisito.

Como es sabido, el contenido de fibra en un alimento esencial en la dieta del ser humano esto, La fibra dietética presenta muchas cualidades funcionales, entre ellas la habilidad de captar agua, y algunas reducen el contenido de glucosa en la sangre, esto corroborado por Badul (2006). La importancia de la fibra en la dieta fue puesta de manifiesto en la década de los setenta; a raíz de esto se han efectuado muchos estudios que relacionan la ausencia de la fibra con diversos problemas de salud, tales como constipación, diverticulosis colitis, hemorroides, cáncer en el colón y en el recto, diabetes *mellitus* aterosclerosis y otros.

Con respecto al porcentaje de carbohidratos la tabla 34 muestra que para el alfajor óptimo el valor fue de 64.42% y para el alfajor control 59%.

4.4.1.2. Caracterización físico-química

A. Humedad

En la tabla 35 y la figura 31, se muestran los resultados de los análisis de humedad de los alfajores.

Tabla 35: Porcentaje de humedad del alfajor control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C)

TIEMPO (DÍAS)	% HUMEDAD	
	CONTROL	OPTIMO
0	7.40 ± 0.02	7.02 ± 0.01
2	8.00 ± 0.01	7.33 ± 0.02
5	8.10 ± 0.03	8.17 ± 0.03
7	8.41 ± 0.01	8.48 ± 0.05
9	8.81 ± 0.02	8.71 ± 0.03
12	9.48 ± 0.05	9.31 ± 0.01

*Media basados en tres repeticiones

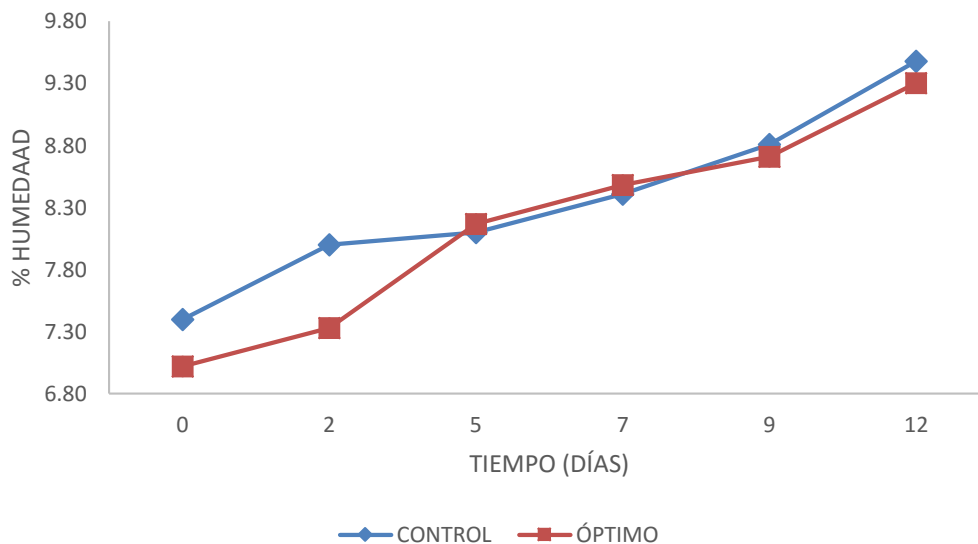


Figura 31: Variación del %Humedad de los alfajores control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C)

En la tabla 35 notamos que al inicio del almacenamiento, el alfajor control presentó una humedad de 7.40 ± 0.02 % y el alfajor óptimo una humedad de 7.02 ± 0.01 %. Paulatinamente este valor fue aumentando a medida que avanzaban los días de almacenamiento, hasta el día 12, el cual los valores de humedad en el alfajor control y óptimo fueron $9.48 + 0.05$ % y $9.301 + 0.01$ % respectivamente.

Según (Juarez, 2013) En la elaboración de las galletas, estas pasan por un horno a gran temperatura, que produce una desecación de la misma, obteniendo un alimento con una humedad relativa inferior a la del ambiente. Al comer las galletas y dejar el paquete abierto, ambos grados de humedad (el del ambiente y el de la galleta) tienden a equilibrarse, a igualarse, de tal modo que la galleta toma esa humedad del

ambiente, es decir, aumenta su contenido de agua, lo que produce ese ablandamiento.

B. Acidez y pH

En la tabla 36 y la figura 32, se presentan la variación en almacenamiento de acidez titulable y el pH tanto del alfajor óptimo como del control. El porcentaje de acidez está expresado en Meq-ácido linoleico.

Tabla 36: Variación del %Acidez y pH de los alfajores control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C)

TIEMPO (DÍAS)	pH		Acidez	
	CONTROL	ÓPTIMO	CONTROL (%)	ÓPTIMO (%)
0	6.71 ± 0.05	6.87 ± 0.08	0.04	0.09
2	6.69 ± 0.08	6.73 ± 0.09	0.07	0.14
5	6.06 ± 0.06	6.35 ± 0.07	0.09	0.16
7	5.78 ± 0.03	6.31 ± 0.05	0.16	0.18
9	5.73 ± 0.04	6.24 ± 0.06	0.24	0.19
11	5.62 ± 0.09	6.03 ± 0.09	0.43	0.25

*Media basados en tres repeticiones

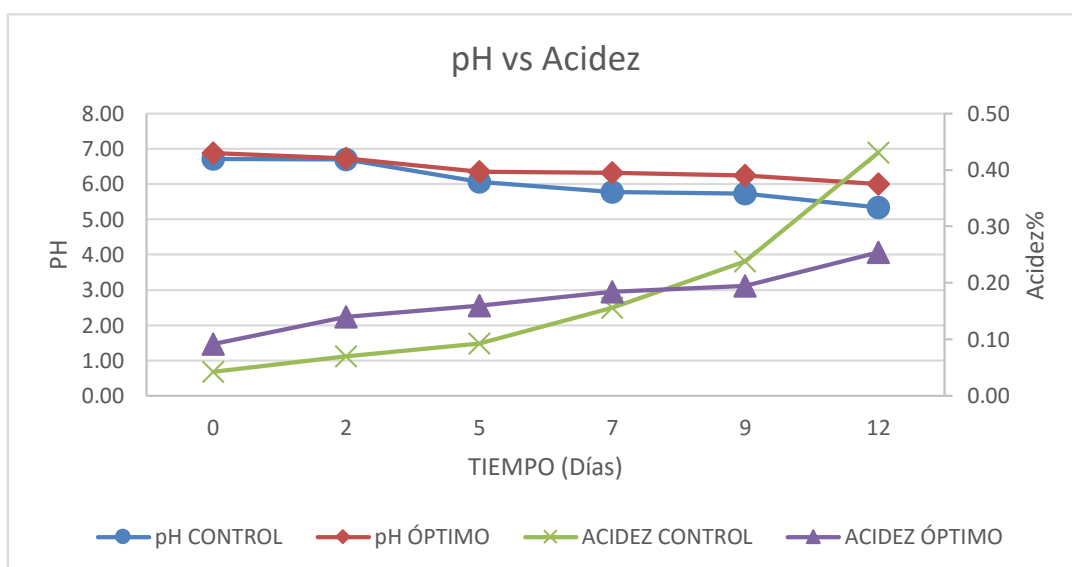


Figura 32: Variación del %Acidez y pH de los alfajores control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C)

Al inicio del almacenamiento los alfajores, presentaron una acidez de: alfajor control = 0.04, alfajor óptimo = 0.09, cumpliendo así el límite máximo permisible por la norma técnica peruana NTP 209.800, 2010 la cual nos informa que alfajor con relleno de manjar blanco debe tener como máximo 0.30% (expresada en ácido láctico). Al observar la figura 46, se demuestra que durante el transcurrir el tiempo de almacenamiento de los alfajores, el % de acidez expresado en porcentaje de ácido láctico fue aumentando, teniendo así dos curvas ascendentes, con pendientes positivas. En ninguno de los días de almacenamiento para ambas formulaciones se reportó valores de acidez mayores a los estipulados por la norma técnica peruana.

El pH de ambos alfajores como se observa en la tabla 36, disminuyen con el pasar de los días; observando así en la figura 32 las curvas con pendientes negativas. Es decir que la variación de la acidez fue proporcionalmente inversa a la del pH.

Según el proyecto de Norma Técnica peruana 209.800 establece que el alfajor con relleno de manjar blanco debe aportar como máximo 0.3% de Acidez, expresada en gr de Ácido Láctico, lo cual cumple con las condiciones iniciales del producto.

C. Textura

En la tabla 37 y la figura 33 se muestran los valores y las curvas obtenidas con el texturómetro para el análisis del perfil de textura de los alfajores, formulación control y óptima, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

Tabla 37: Variación de la textura de los alfajores control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C)

TIEMPO (DÍAS)	TEXTURA (mJ)	
	CONTROL	ÓPTIMO
0	39.106 ± 0.12	27.32 ± 0.08
2	38.43 ± 0.15	24.46 ± 0.05
5	30.84 ± 0.22	24.17 ± 0.09
7	32.86 ± 0.09	22.78 ± 0.12
9	28.07 ± 0.10	21.54 ± 0.18
12	25.57 ± 0.13	20.08 ± 0.08

*Media basados en tres repeticiones

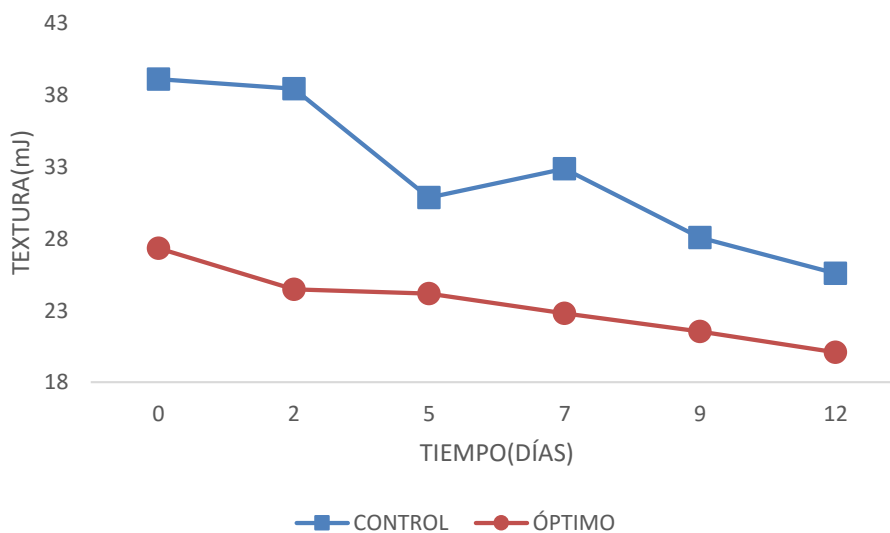


Figura 33: Variación de la textura de los alfajores control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C)

Como se observa en la tabla 37 al comparar los valores de textura obtenidos en los alfajores, se observó que el trabajo necesario para fracturar

los alfajores control y óptimo fueron inicialmente de 39.106 ± 0.12 mJ y 27.32 ± 0.08 mJ respectivamente, notándose así que el alfajor control es ligeramente más duro que el alfajor óptimo.

Según (Novoa, 2011). La textura es la característica más importante para el consumidor de productos horneados. Las galletas se consideran productos higroscópicos lo cual da mayor importancia a la evaluación de la textura como un parámetro para el control de calidad. La dureza de la muestra es un valor indicador de su frescura, mientras que la crujencia (Crispiness) define su estructura interna y características de horneado. Una textura no esperada es responsable del rechazo por parte del consumidor.

D. Actividad de agua

En la tabla 38 y la figura 34, se muestran los resultados del análisis de actividad de agua de los alfajores control y óptimo.

Tabla 38: Variación de la actividad de agua de los alfajores control y óptimo, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C)

TIEMPO (DÍAS)	Aw	
	CONTROL	OPTIMO
0	0.52 ± 0.01	0.51 ± 0.01
2	0.55 ± 0.01	0.55 ± 0.02
5	0.71 ± 0.03	0.58 ± 0.01
7	0.78 ± 0.02	0.62 ± 0.02
9	0.87 ± 0.03	0.66 ± 0.05
12	0.97 ± 0.01	0.70 ± 0.04

*Media basados en tres repeticiones

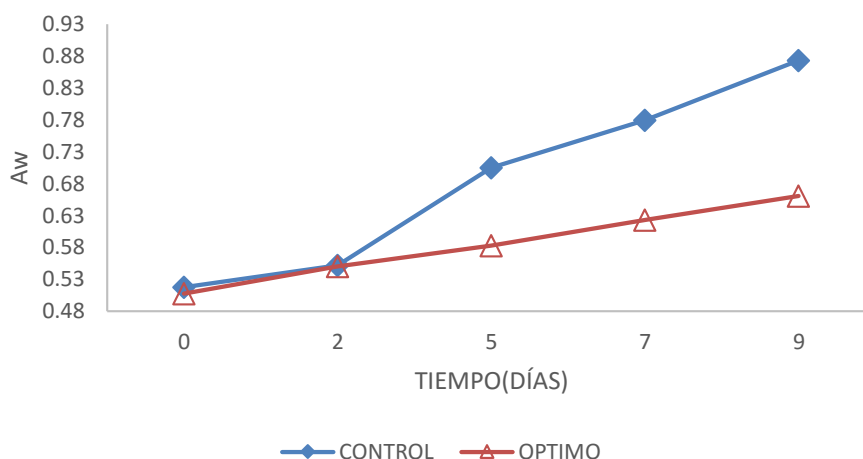


Figura 34: Variación de la actividad de agua de los alfajores control y óptimo, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C)

Según (Potter, 1999) menciona que, la actividad de agua es la medida del agua no ligada o libre de un sistema disponible para permitir las reacciones biológicas y químicas. La actividad de agua, no el contenido absoluto del agua, es lo que se encuentra y afecta a las bacterias, enzimas y reactantes químicos a nivel microambiental en los materiales alimenticios. Dos alimentos con el mismo contenido de agua pueden tener valores muy diferentes de a_w , dependiendo del grado con el que el agua este libre o unida a los constituyentes alimenticios.

En la tabla 38 observamos que al inicio del almacenamiento, los alfajores control y óptimo presentaron una actividad de agua de 0.52 ± 0.01 y 0.51 ± 0.01 respectivamente. Según (Dendy, 2001) menciona que los productos horneados son muy secos y tienen una baja actividad de agua.

En la figura 34 observamos que, al transcurrir los 12 días de almacenamiento, la actividad de agua va aumentando, hasta valores de 0.97 ± 0.01 y 0.70 ± 0.04 en el alfajor control y óptimo respectivamente.

E. Colorimetría

En la tabla 39, muestra los valores obtenidos de la colorimetría del alfajor óptimo, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

Tabla 39: Colorimetría del alfajor óptimo durante los 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

TIEMPO (Días)	COLORIMETRÍA DEL ALFAJOR OPTIMO				
	a*	b*	L*	c*	h
0	-0.22 ± 0.01	27.61 ± 0.01	86.96 ± 0.10	27.61	89.54
2	-0.20 ± 0.02	28.39 ± 0.02	87.12 ± 0.12	28.39	89.60
5	-0.30 ± 0.01	27.18 ± 0.03	80.39 ± 0.20	27.18	89.37
7	-1.35 ± 0.01	30.81 ± 0.02	87.81 ± 0.15	30.84	87.49
9	-1.39 ± 0.06	30.60 ± 0.01	84.525 ± 0.16	30.63	87.40
12	-1.74 ± 0.05	31.44 ± 0.05	84.107 ± 0.15	31.48	86.83

*Media basados en tres repeticiones

En la tabla 39 podemos observar que al transcurrir los días, los parámetros a*, b*, L* y C* van aumentando, mientras que h* va disminuyendo. Con respecto al valor presentado por b*, el primer día de almacenamiento obtuvo un valor de 27.61 ± 0.01 el cual muestra una tendencia al amarillo, esto debido a la presencia de harina de soya. En el último día de almacenamiento, obtuvo un valor de 31.44 ± 0.05 , el cual indica que la tonalidad amarilla, al transcurrir los días de almacenamiento va aumentando. Con respecto al valor presentado

por a^* , el primer día de almacenamiento obtuvo un valor de -0.22 ± 0.01 , el cual muestra una tendencia al rojo. En el último día de almacenamiento, obtuvo un valor de -1.74 ± 0.05 , lo cual indica que la tonalidad rojiza, al transcurrir los días de almacenamiento va disminuyendo. Con respecto al valor presentado por L^* , el primer día de almacenamiento obtuvo un valor de 86.96 ± 0.10 y el último día de almacenamiento, obtuvo un valor de 84.107 ± 0.15 , lo cual nos muestra que el alfajor al transcurrir los días de almacenamiento va perdiendo luminosidad. El valor h^* (ángulo de tonalidad) presentó un valor de 89.54 en el primer día de almacenamiento, y en el último día 86.63, lo cual nos indica que estos valores están dentro del primer cuadrante (rojo-amarillo), con tendencia más al amarillo. El valor C^* (Cromacidad) fue 27.61 el primer día de almacenamiento, y el último día fue de 31.48, notándose una disminución de este valor al transcurrir los días de almacenamiento.

4.4.2. Evaluación del tipo de envase

4.4.2.1. Evaluación de la Pérdida de peso

En la tabla 40 y 41, figuras 35 y 36, se muestran los resultados del análisis de la variación de peso del alfajor óptimo, que fueron envasados en envases de Polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 40: Variación de peso de alfajor óptimo y control envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

VARIACIÓN DE PESO TIPO DE ENVASE						
TIEMPO (DÍAS)	POLIETILENO		POLIPROPILENO		PET	
	CONTROL	OPTIMO	CONTROL	OPTIMO	CONTROL	OPTIMO
0	42.223	51.822	50.529	46.863	40.064	54.165
2	42.329	52.033	50.555	46.931	40.134	54.233
5	42.877	52.533	50.618	47.139	40.393	54.548
7	43.133	52.803	50.657	47.260	40.534	54.721
12	43.361	53.057	50.687	47.382	40.663	54.889

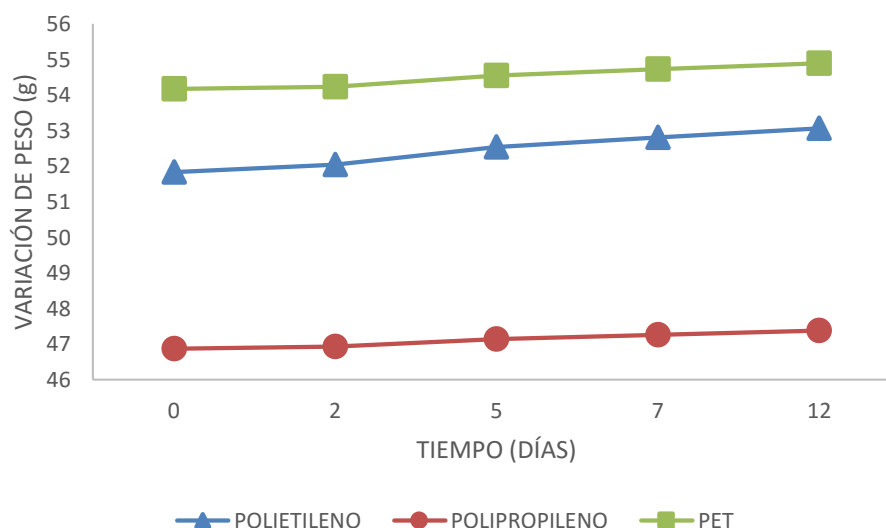


Figura 35: Variación de peso de alfajor óptimo envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

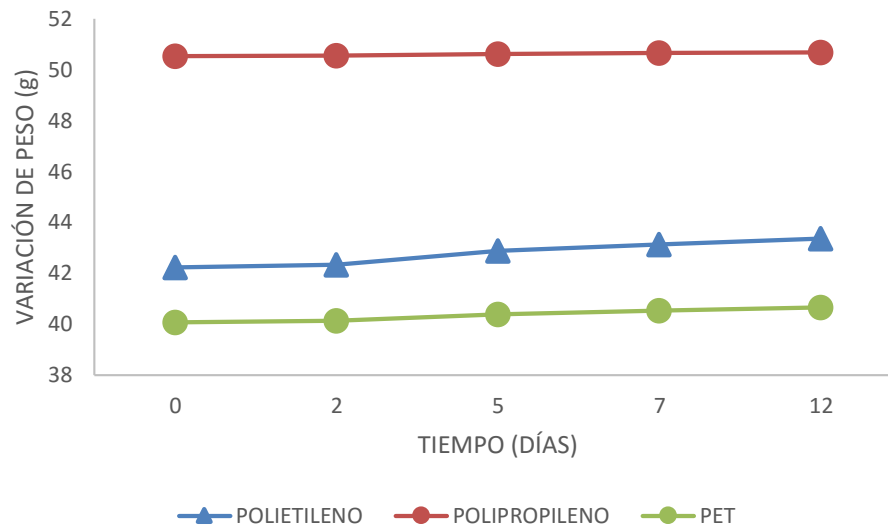


Figura 36: Variación de peso de alfajor control envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

En la figuras 35 y 36 podemos observar que, en el transcurso de los días de almacenamiento, los alfajores tanto óptimos como control, presentan aumento de peso. Esto se debe al aumento de humedad. Según (Primo-Martin et al., 2006), los cambios en el peso de los productos de panificación durante el almacenamiento son consecuencia de la redistribución del agua dentro del producto, así como el aumento de peso debido a la humedad del ambiente, esto ocurre a diferentes velocidades dependiendo de las condiciones de almacenamiento del producto.

Tabla 41: Variación del % de aumento de peso de alfajor control y óptimo envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

VARIACIÓN DE PESO TIPO DE ENVASE						
TIEMPO (DÍAS)	POLIETILENO		POLIPROPILENO		PET	
	CONTROL	OPTIMO	CONTROL	OPTIMO	CONTROL	OPTIMO
0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
2	0.23%	0.41%	0.05%	0.15%	0.17%	0.13%
5	1.52%	1.37%	0.18%	0.59%	0.82%	0.71%
7	2.13%	1.89%	0.25%	0.85%	1.17%	1.03%
12	2.67%	2.38%	0.31%	1.11%	1.50%	1.34%

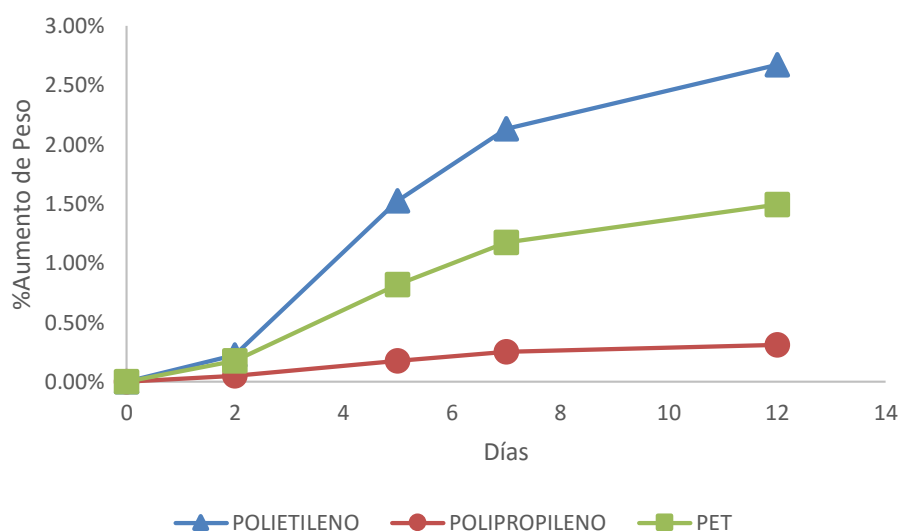


Figura 37: Variación del % de aumento de peso de alfajor control envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

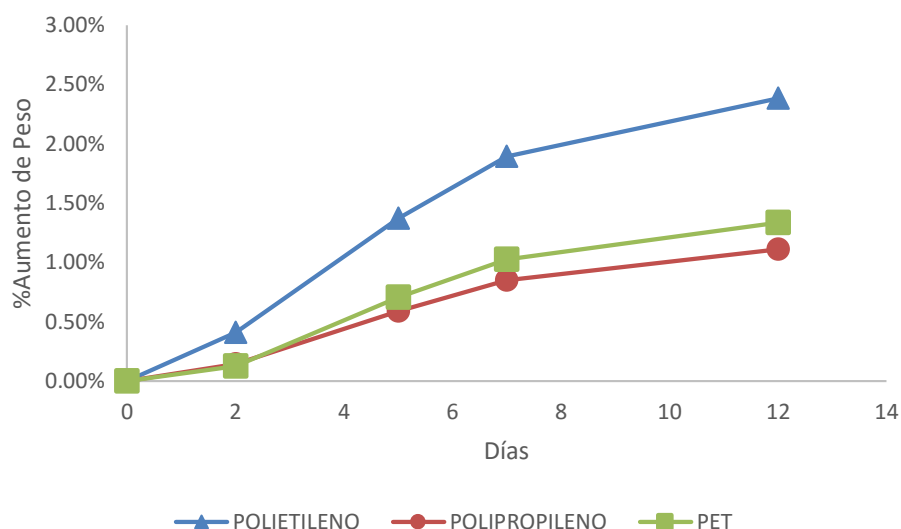


Figura 38: Variación del % de aumento de peso de alfajor óptimo envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

En las figuras 37 y 38 podemos notar que, los alfajores envasados en potes de POLIETILENO, fueron los que presentaron mayor ganancia de peso (2.67% y 2.38%), puesto que su peso aumenta mucho más rápido en comparación con los demás. Caso contrario a los alfajores envasados en los potes de polipropileno, en el cual el aumento de peso es menor (0.31% y 1.11%).

- **Análisis estadístico**

Tabla 42: Análisis de Varianza para Peso - Control

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFEC. PRINC.					
A:ENVASE	3.31777	2	1.65889	6.17	0.0239
B:DÍAS	5.0086	4	1.25215	4.66	0.0309
RESIDUOS	2.14976	8	0.26872		
TOTAL (CORR.)	10.4761	14			

Tabla 43: Análisis de Varianza para Peso - Óptimo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFEC. PRINC.					
A:ENVASE	1.30321	2	0.651607	8.25	0.0114
B:DÍAS	5.51283	4	1.37821	17.44	0.0005
RESIDUOS	0.632053	8	0.0790067		
TOTAL (CORR.)	7.44809	14			

En las tablas 42 y 43 se observa el análisis de varianza para la variable Peso – Óptimo y Peso – Control respectivamente; donde se estableció que si existen diferencias entre los días y los tipos de envases en los que fueron almacenados los alfajores tanto óptimos como controles, al 5% de significancia.

4.4.2.2. Evaluación de la Humedad

En la tabla 44 y figuras 39 y 40 se muestran los resultados del análisis de % Humedad del alfajor óptimo y control, que fueron envasados en Envases de polipropileno, polietileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 44: Variación del % Humedad de alfajor control y óptimo envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

DÍAS	% HUMEDAD TIPO DE ENVASE					
	POLIPROPILENO		POLIETILENO		PET	
	CONTROL	OPTIMO	CONTROL	OPTIMO	CONTROL	OPTIMO
0	2.83 ± 0.01	1.48 ± 0.02	2.83 ± 0.01	1.48 ± 0.01	2.83 ± 0.01	1.48 ± 0.01
2	2.82 ± 0.02	1.71 ± 0.01	3.48 ± 0.02	2.41 ± 0.02	2.97 ± 0.02	1.79 ± 0.03
5	3.05 ± 0.01	1.89 ± 0.02	4.14 ± 0.03	3.22 ± 0.03	3.06 ± 0.01	2.04 ± 0.01
7	3.06 ± 0.01	2.15 ± 0.01	4.68 ± 0.01	3.98 ± 0.02	3.54 ± 0.03	2.23 ± 0.01
12	3.08 ± 0.02	2.65 ± 0.02	4.93 ± 0.02	4.74 ± 0.01	3.98 ± 0.01	3.42 ± 0.02

*Media basados en tres repeticiones

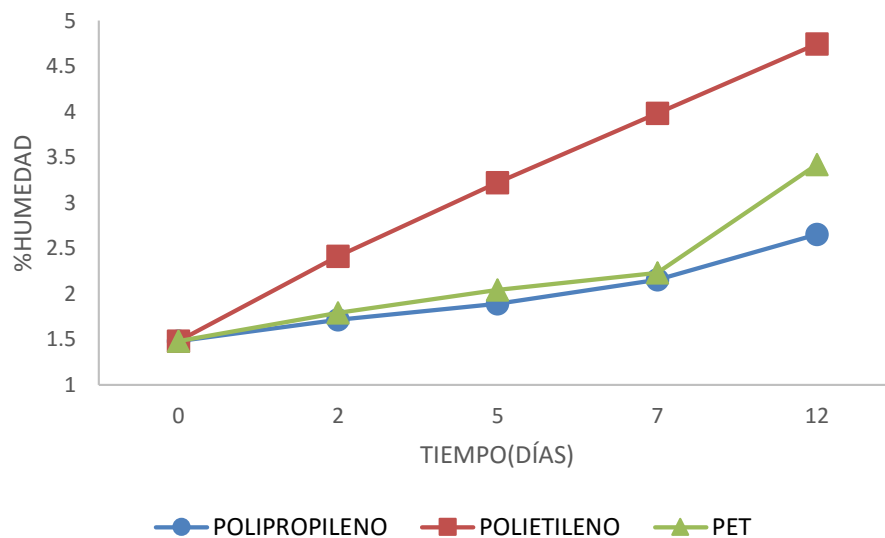


Figura 39: Variación del % Humedad de alfajor óptimo envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

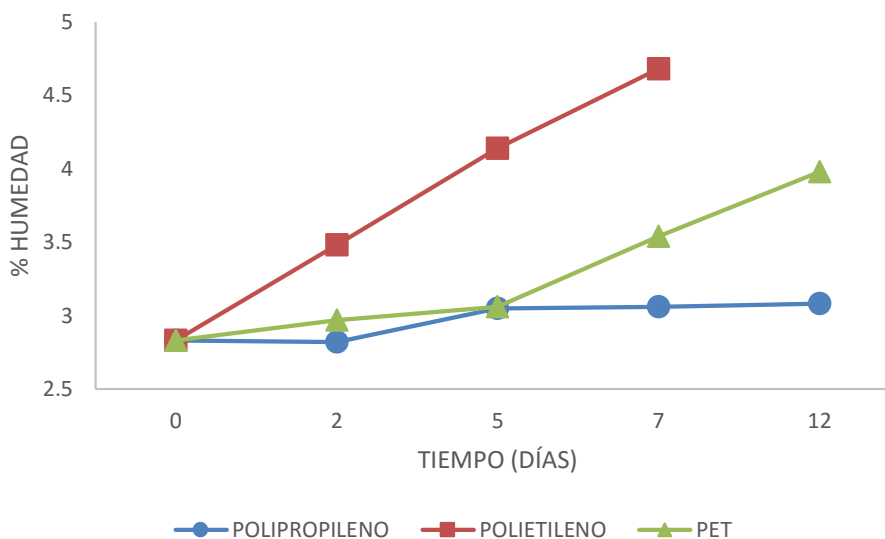


Figura 40: Variación del % Humedad de alfajor control envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

En general, los empaques se dividen en dos clases primarios (bolsas) y secundarios (cajas). Los primarios son los que hacen contacto directo con el producto y los secundarios rodean o envuelven el interior o primario (Matckovich, 2009). Para el caso de productos de panificación el empaque utilizado es el primario, más específicamente las bolsas pues una vez que el producto enfría hasta los 13 °C, es embolsado con la finalidad de protegerlo contra la pérdida de humedad y contra la acción del medio ambiente. La bolsa sirve para mantener una atmósfera con presión de valor equilibrado con la presión de vapor del producto, también para mantener las características organolépticas del producto final. La bolsa debe tener características de hermeticidad y de baja permeabilidad al vapor de agua, como al oxígeno (Matckovich, 2009) en la figuras 39 y 40 podemos observar que, en el transcurso de los días de almacenamiento, la humedad de los alfajores se va incrementando.

Según (Alcalde, 1997) Aunque el material de envase (utilizado por el fabricante de galletas), asegura una barrera contra el vapor de agua, éste puede pasar hacia el interior del envase por los sellos del mismo, que al ser pegados por presión y calor, no permite un cierre absolutamente hermético del envase. Por esto, cualquier pliegue del envase en su tapa o fondo, es una vía por la cual el vapor de agua puede llegar hasta el producto.

- **Análisis estadístico del % Humedad**

Tabla 45: Análisis de Varianza para Peso – Control

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFACT. PRINC.					
A:ENVASE	2.87749	2	1.43875	9.26	0.0083
B:DÍAS	2.71544	4	0.67886	4.37	0.0364
RESIDUOS	1.24324	8	0.155405		
TOTAL (CORR.)	6.83617	14			

Tabla 46: Análisis de Varianza para Peso - Óptimo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFACT.PRINC.					
A:ENVASE	4.01905	2	2.00953	9.40	0.0079
B:DÍAS	7.85737	4	1.96434	9.19	0.0044
RESIDUOS	1.70955	8	0.213693		
TOTAL (CORR.)	13.586	14			

En la tablas 45 y 46 se observa el análisis de varianza para la variable Humedad, donde se establecieron que si existen diferencias significativas tanto para los días como los envases.

4.4.2.3. Evaluación de la Textura

En la tabla 47 y figuras 41 y 42, se muestran los resultados del análisis de textura del alfajor óptimo y control, que fueron envasados en envases de polipropileno, polietileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 47: Variación de la textura de alfajor control y óptimo envasados en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

TEXTURA (mJ)						
TIEMPO (DÍAS)	POLIPROPILENO		POLIETILENO		PET	
	CONTROL	OPTIMO	CONTROL	OPTIMO	CONTROL	OPTIMO
0	63.60	97.81	58.85	132.41	87.10	105.06
2	53.09	92.34	45.20	119.36	77.03	95.66
5	37.54	91.10	44.61	99.38	60.93	92.34
7	34.58	91.27	37.60	92.34	30.84	82.52
12	30.84	80.32	30.84	77.25	20.91	71.41

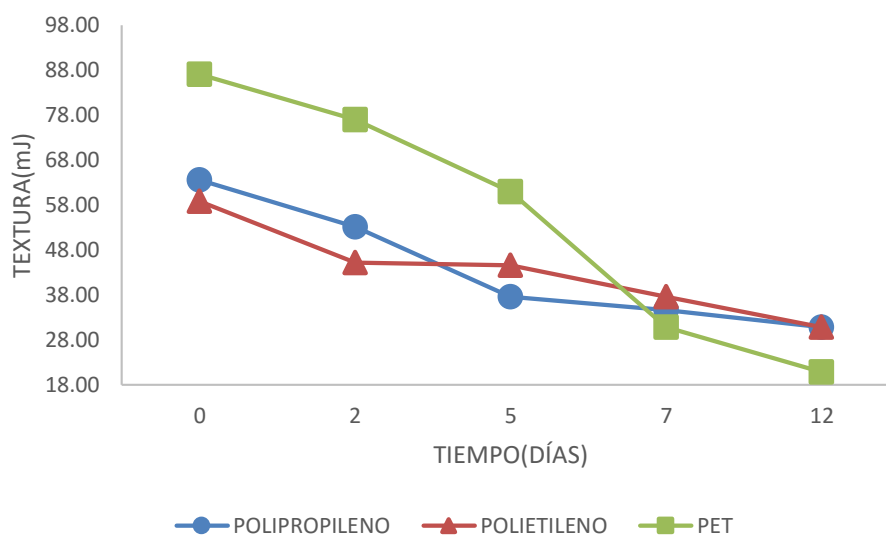


Figura 41: Variación de la textura de alfajor control envasado en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

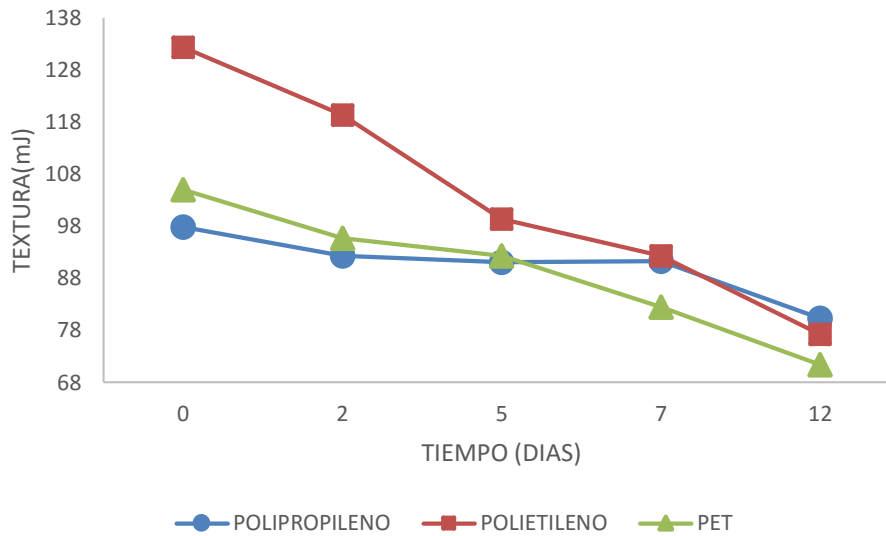


Figura 42: Variación de la textura de alfajor óptimo envasado en polietileno, polipropileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

En las figuras 41 y 42 Podemos observar que a medida que pasan los días los alfajores presentan una menor textura.

- **Análisis Estadístico de Textura**

Tabla 48: Análisis de varianza para Textura - Control

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFEC.PRINC.					
A:ENVASE	455.937	2	227.968	1.97	0.2021
B:DÍAS	3573.62	4	893.404	7.70	0.0075
RESIDUOS	927.675	8	115.959		
TOTAL (CORR.)	4957.23	14			

Tabla 49: Análisis de varianza para Textura - Óptimo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFEC. PRINC.					
A:ENVASE	672.246	2	336.123	4.74	0.0438
B:DÍAS	2174.4	4	543.599	7.67	0.0076
RESIDUOS	566.838	8	70.8548		
TOTAL (CORR.)	3413.48	14			

En las tablas 48 y 49 se observan los análisis de varianza para la variable textura, donde se estableció que si existen diferencias significativas entre los días tanto para los alfajores control como óptimos, pero que en el alfajor óptimo también existe diferencia significativa respecto al envase, todo esto a una significancia del 5%.

Con todos los datos analizados podemos concluir que el mejor envase para conservar los alfajores es el polipropileno, pues conservó mejor la textura y humedad del alfajor, también porque se observó una pequeña variabilidad de peso en el transcurso de los días de almacenamiento.

Según (Novoa, 2011). La dureza de la muestra es un valor indicador de su frescura, mientras que la crujencia (Crispiness) define su estructura interna y características de horneado. Una textura no esperada es responsable del rechazo por parte del consumidor, adicionalmente evaluar el endurecimiento es clave en el cálculo de la vida útil del producto.

4.4.3. Evaluación de los alfajores en el mejor envase

4.4.3.1. Evaluación de la humedad

En la tabla 50 y figuras 43, se muestran los resultados del análisis de humedad del alfajor óptimo y control, que fueron envasados en envases de polipropileno, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 50: Variación de la humedad del alfajor control y óptimo envasados en polipropileno durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

TIEMPO (DÍAS)	% HUMEDAD	
	CONTROL	OPTIMO
0	2.83	1.48
2	2.82	1.71
5	3.05	1.89
7	3.06	2.15
9	3.08	2.65
12	3.10	2.69

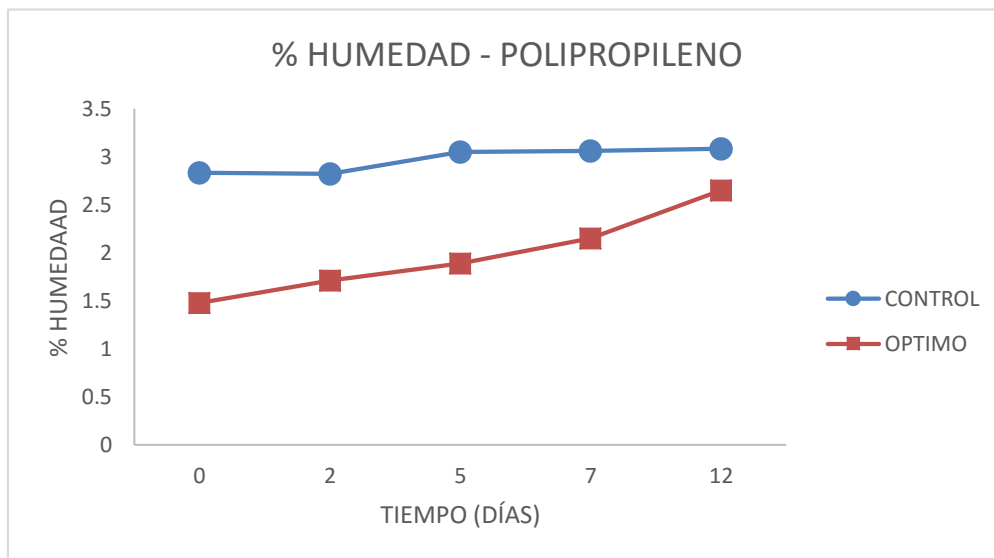


Figura 43: Variación del %Humedad de alfajor control y óptimo envasados en polipropileno, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

En la tabla 50 y figura 43 observamos el comportamiento ascendente de la humedad tanto en el alfajor control como en el óptimo, durante los 12 días de almacenamiento el alfajor control tuvo un incremento de 1.27% y el alfajor óptimo tuvo un incremento de 1.19%.

4.4.3.2. Evaluación del aumento de peso

En la tabla 51 y figuras 44, se muestran los resultados del análisis del aumento de peso del alfajor óptimo y control, que fueron envasados en envases de polipropileno, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 51: Variación del % Aumento de peso del alfajor control y óptimo envasados en polipropileno durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

DÍAS	CONTROL	ÓPTIMO
0	0.00%	0.00%
2	0.05%	0.15%
5	0.18%	0.59%
7	0.25%	0.85%
12	0.31%	1.11%

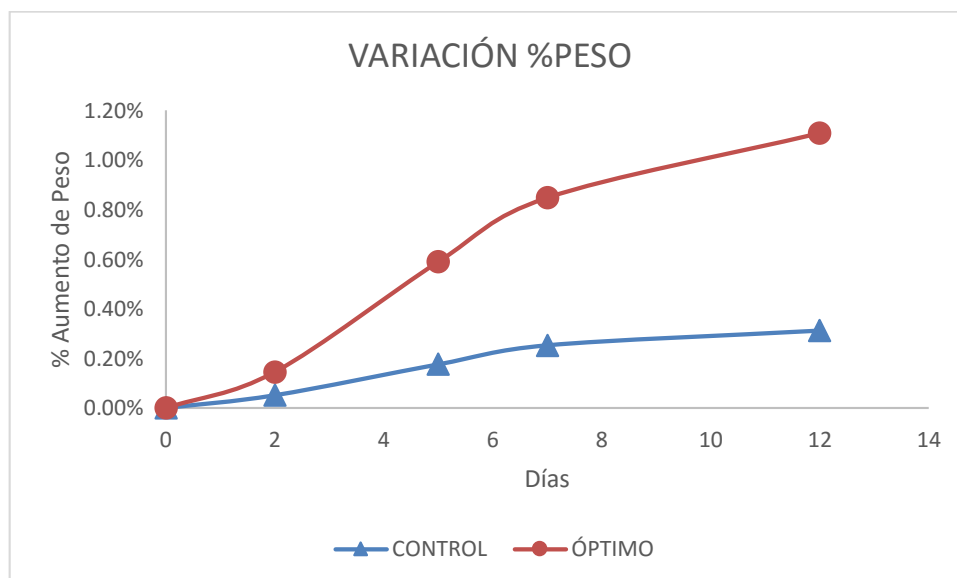


Figura 44: Variación del % Aumento de peso del alfajor control y óptimo envasados en polipropileno durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

En la tabla 51 y figura 44 observamos el comportamiento ascendente del aumento de peso tanto en el alfajor control como en el óptimo esto debido a que el producto empieza a ganar humedad constantemente, durante los 12 días de almacenamiento el alfajor control tuvo un incremento de 0.31% y el alfajor óptimo tuvo un incremento de 1.11%.

4.4.3.3. Evaluación de la textura

En la tabla 52 y figuras 45, se muestran los resultados del análisis de textura del alfajor óptimo y control, que fueron envasados en envases de polipropileno, polietileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 52: Variación de la textura de alfajor control y óptimo envasados en polipropileno, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

(DÍAS	CONTROL	OPTIMO
0	63.60	97.81
2	53.09	92.34
5	37.54	91.10
7	34.58	91.27
12	30.84	80.32

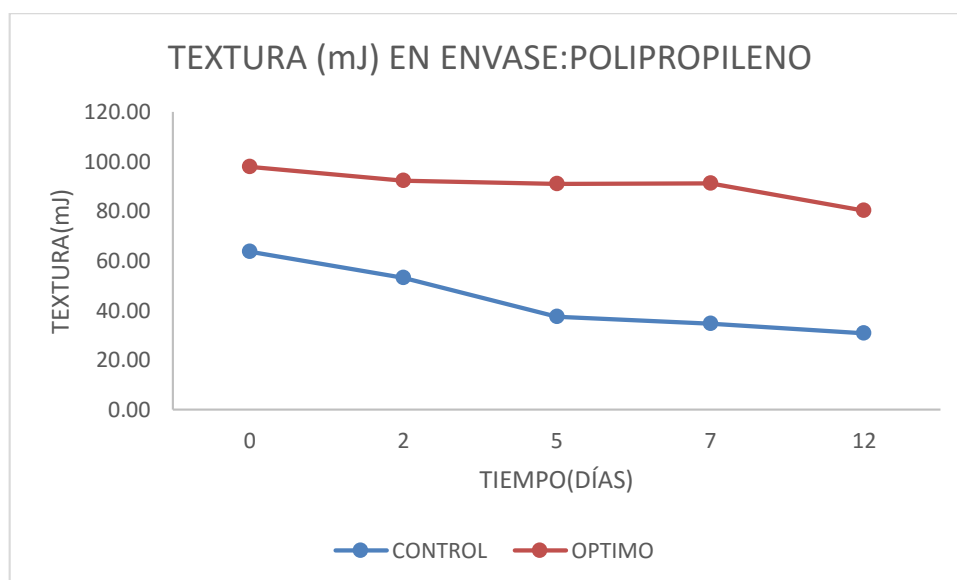


Figura 45: Variación de la textura de alfajor control y óptimo envasados en polipropileno, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

En la tabla 52 y figura 45 observamos el comportamiento descendente de la textura tanto en el alfajor control como en el óptimo esto debido a que el producto empieza a ganar humedad constantemente, durante los 12 días de almacenamiento el alfajor control tuvo una disminución de 32.76 mJ y 17.49 mJ para el alfajor óptimo.

4.4.3.4. Evaluación de Índice de Peróxido

En la tabla 53 y figura 46, se muestran los resultados del análisis de textura del alfajor óptimo y control, que fueron envasados en envases de polipropileno, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 53: Variación del Índice de Peróxidos de alfajor control y óptimo envasados en polipropileno, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

DÍA	OPTIMO	CONTROL
0	2.34	2.02
2	2.62	2.65
5	3.74	3.41
7	4.43	4.16
9	4.56	4.99
12	5.31	5.46

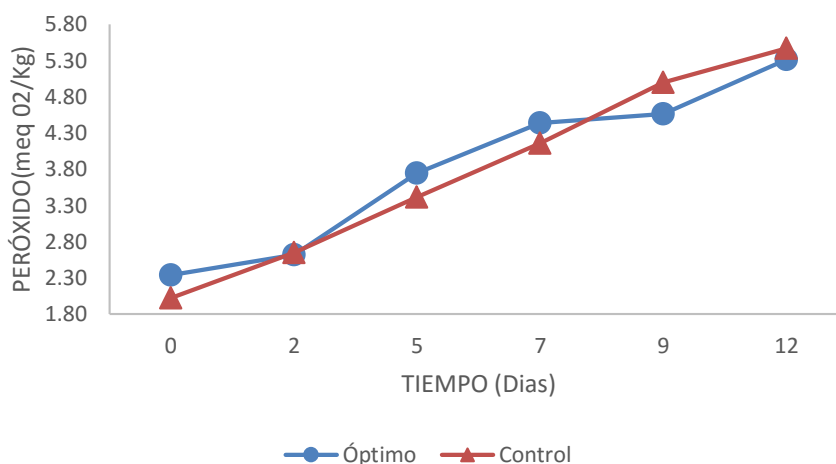


Figura 46: Variación del Índice de Peróxidos de alfajor control y óptimo envasados en polipropileno, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26 °C)

Según (Hanna Instruments, 2003) El Índice de peróxidos mide el estado de oxidación inicial de un aceite, se expresa en miliequivalentes de oxígeno activo por kilo de grasa. Los peróxidos o compuestos

de oxidación inicial, si el aceite no se protege de la luz y el calor, o no se guarda en envases adecuados, como consecuencia de ello, a mayor índice de peróxidos menor será la capacidad antioxidante de un aceite.

El máximo valor permisible de índice de peróxido en alfajores es de 5 miliequivalentes de oxígeno activo, es decir nuestro producto llega a este valor aproximadamente en el día 10.

El contenido de peróxidos, producto de la reacción entre las grasas presentes en el aceite y el oxígeno, define su estado de oxidación primaria y nos da por tanto un parámetro de su tendencia al enranciamiento. Las causas principales del enranciamiento de un aceite de oliva son la exposición prolongada al aire, unida a temperaturas elevadas y a la acción directa de la luz solar.

4.4.4. Vida Útil de los alfajores

4.4.4.1 Análisis Sensorial

Los resultados de la evaluación sensorial del alfajor óptimo se muestra en el anexo 5.7.2: Tabla A-4 Dichos datos se utilizaron para hallar el tiempo de vida útil sensorial mediante el Método de Weibull.

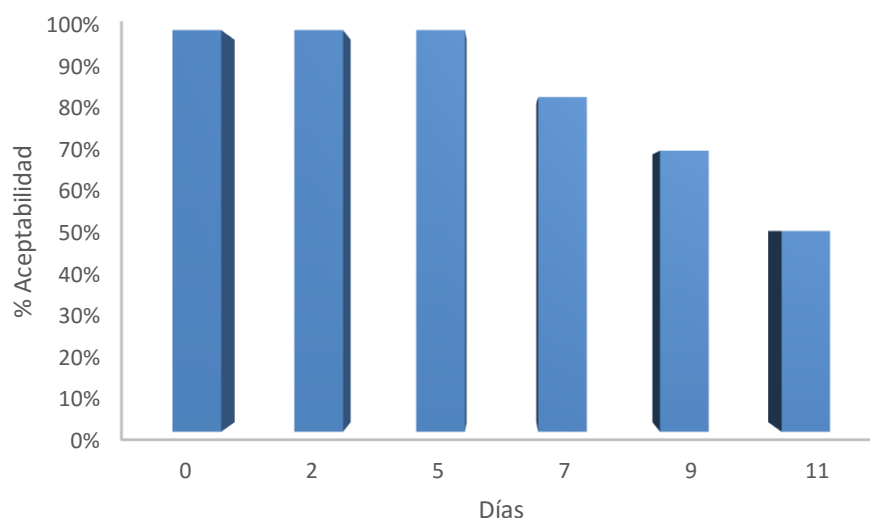


Figura 47: Porcentaje de Aceptabilidad de los panelistas vs el tiempo de almacenaje del alfajor óptimo

En la figura 47 se puede observar gráficas de barras para el porcentaje de aceptación que tuvo el producto a diferentes días de almacenamiento, notándose que tanto desde el primer hasta el quinto día la aceptabilidad fue de 100%, el cual fue decayendo conformen fueron pasando los días, esto debido muy probablemente a los cambios de la textura de los alfajores.

Determinación de los parámetros de Weibull

Como se puede observar en el gráfico 14 la función linealizada de la distribución acumulativa de Weibull fue:

$$\ln t = 0.1352 \ln H(t) + 1.7029$$

Siendo la intersección “a” igual a 1.7029 y la pendiente “b” igual a 0.1352 a partir de los cuales se obtuvieron los parámetros α y β .

$$\alpha = 5.49 \text{ y } \beta = 7.398$$

Determinación de la vida útil

Para ello reemplazaremos los datos encontrados de los parámetros de forma y escala en la siguiente ecuación:

$$E = \alpha * \Gamma(1 + \frac{1}{\beta})$$

Al reemplazar los valores obtenemos un valor de 10.79 días. Esto quiere decir que pasados 10.79 días de almacenamiento a 20 °C, el alfajor empacado en envases de polipropileno tendrá una probabilidad del 50% de ser rechazado por los consumidores. Al respecto, (Hough et al., 2003) afirmaron que los productos alimenticios no tienen una vida útil en anaquel sensorial por ellos mismos; esta depende de la interacción del alimento con el consumidor.

La vida útil de un alimento se puede definir como el tiempo que transcurre entre la producción/envasado del producto y el punto en el cual se vuelve inaceptable bajo determinadas condiciones ambientales (Ellis, 1994). La finalización de la vida útil de alimentos puede deberse a que el consumo implique un riesgo para la salud del consumidor, o porque las propiedades sensoriales se han deteriorado hasta hacer que el alimento sea

rechazado. En este último caso la evaluación sensorial es el principal método de evaluación, ya que no existen métodos instrumentales o químicos que reemplacen adecuadamente a nuestros sentidos (Warner, 1995). Este curso da los criterios necesarios de diseño de ensayos de vida útil y análisis de resultados que deben emplearse para definir cuando un producto se ha tornado sensorialmente inaceptable.

Según (Pauletti, 1980). Los alfajores existe una relación sumamente estrecha y a su vez clave a la hora de pensar el tiempo de aptitud; se trata de la vinculación que se da entre las tapas y el dulce de leche (más precisamente, entre la humedad de las tapas y la del dulce de leche). Al estar en contacto, a partir del día 40 comienza a ponerse en evidencia la transferencia de humedad entre ambos, por lo que los alfajores comienzan a perder su calidad sensorial. Cuando ello sucede, el producto se encuentra por debajo de los límites de aceptabilidad. Dependiendo del tipo de tapas, ese hecho se produce entre los 60 a 90 días. La actividad de agua del dulce de leche con la de las tapas, al tender a equilibrarse, provoca que éstas se humedezcan por encima de lo que resulta sensorialmente aceptable y el dulce se deshidrate adquiriendo una consistencia excesiva.

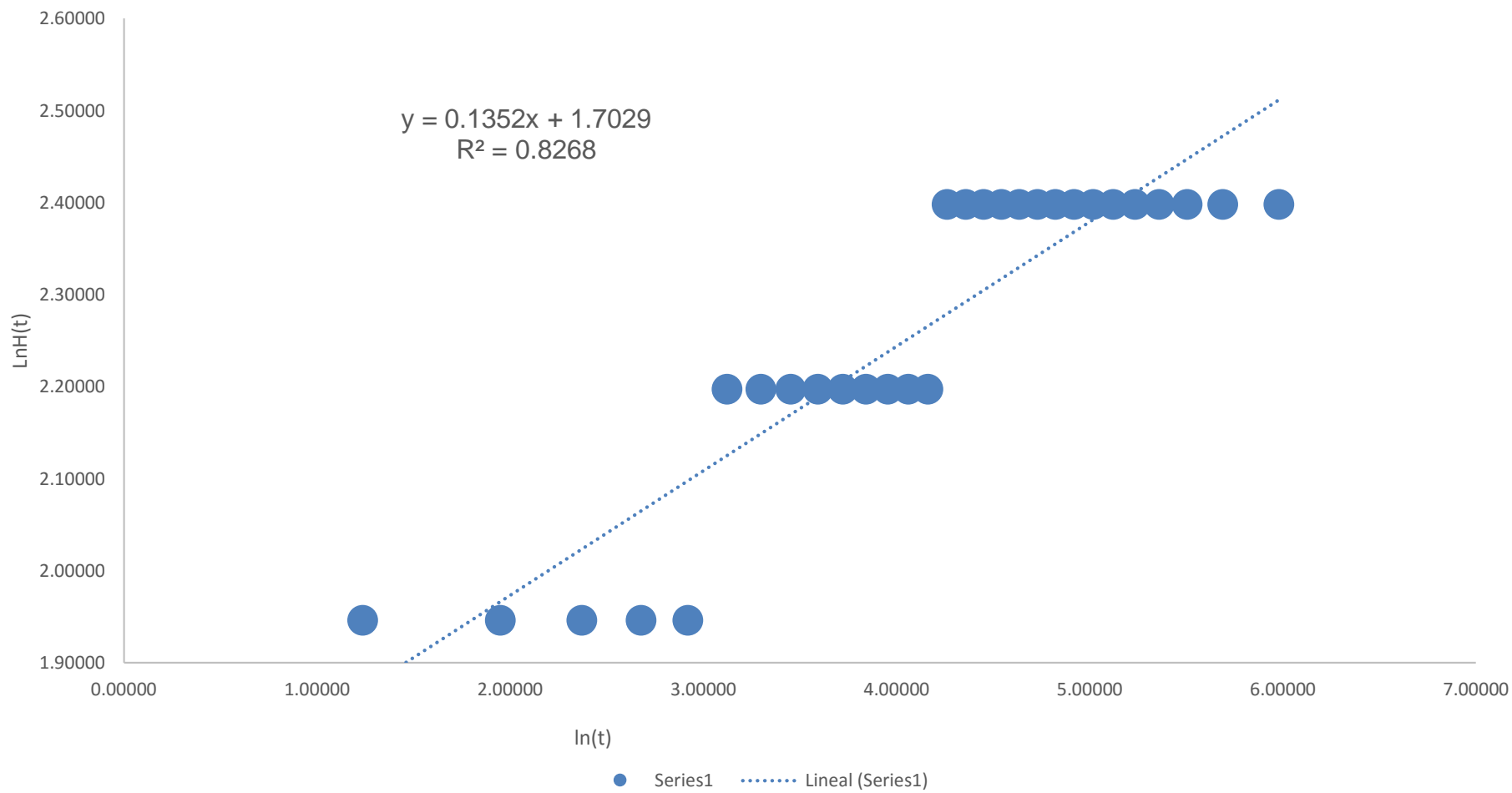


Gráfico 8: Función linealizada de Weibull

Gráfica Weibull

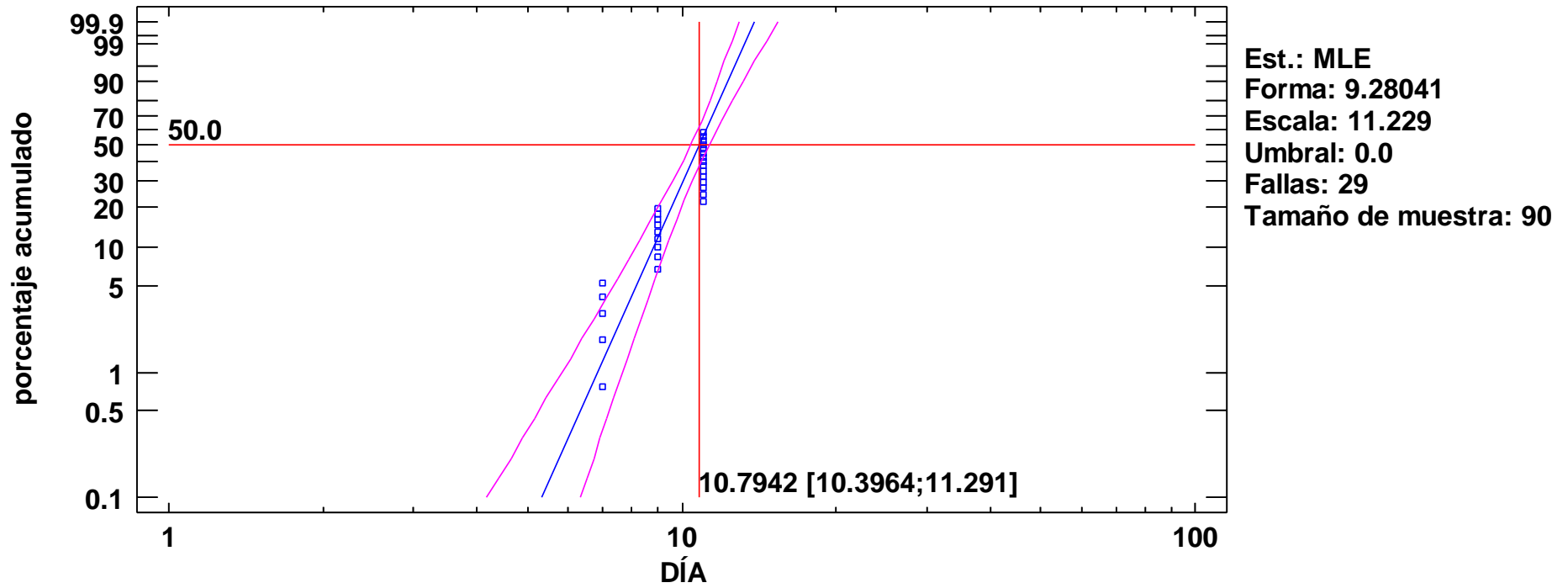


Gráfico 9: Función de Weibull (Statgraphics)

4.4.4.2. Análisis Físicoquímico

Los resultados de la evaluación físicoquímica (índice de peróxidos) del alfajor óptimo se muestra en la tabla 54, dichos datos se utilizaron para hallar el tiempo de vida útil gráficamente.

Tabla 54: Índice de peróxidos

DÍA	OPTIMO
0	2.34
2	2.62
5	3.74
7	4.43
9	4.56
12	5.31

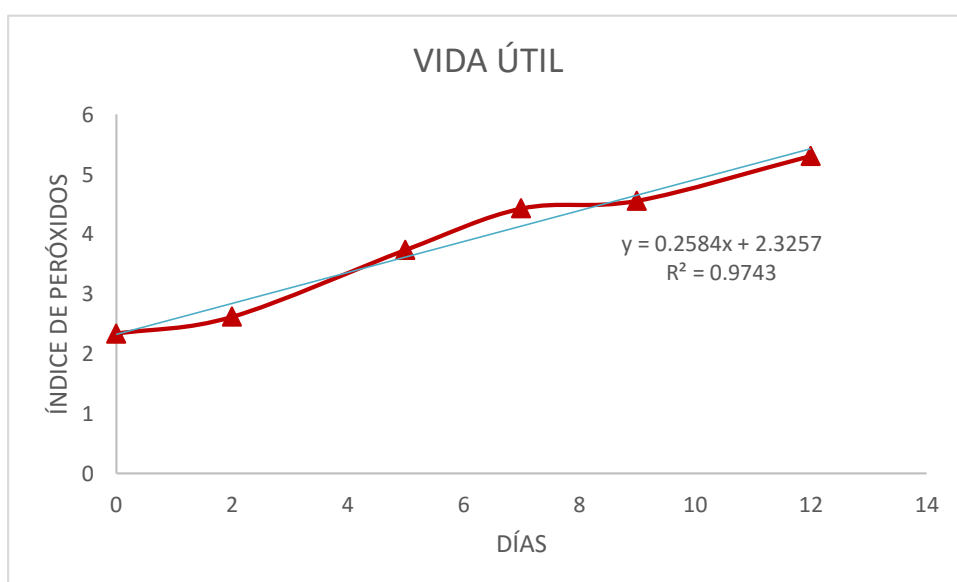


Gráfico 10: Determinación de vida útil por parámetros físicoquímicos

La vida útil mediante análisis físicoquímicos (índice de peróxidos) fue de 10.349 días, es decir que demorará 10 días aproximadamente en llegar a un contenido máximo de índice de peróxidos de 5 miliequivalentes de oxígeno activo.

4.4.5. Análisis Biológico

En la tabla 55, se muestran los resultados de la evaluación biológicas

Tabla 55: Resultados de la evaluación Biológica

	Control	Óptimo
PER	1.95 ± 0.05	2.94 ± 0.06
DV	0.9145 ± 0.0615	0.7718 ± 0.1704
NPU	0.79 ± 0.1716	0.7363 ± 0.0331
VB	0.855 ± 0.130	0.9929 ± 0.1763

*Media basados en una repetición

*PER: Relación de Eficiencia Proteica

*DV: Digestibilidad Verdadera

*NPU: Utilización Neta de las proteínas

*VB: Valor biológico.

El PER más elevado calculado se obtuvo en el alfajor óptimo. Proll y cols(1998).y Sarwar han descrito en estudios similares un PER para la caseína alto, pero menor que el obtenido por nosotros para la proteína estudiada.. Es necesario indicar que un valor de 2,5 para el PER es el mínimo necesario considerado para las fórmulas lácteas para nutrición infantil por la Sociedad Europea de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica y, por similitud, para las dietas para nutrición enteral .

En contraste, los resultados de digestibilidad proteica in vivo de las muestras de alimentos comerciales hallados en el presente estudio, son similares a los obtenidos en alimentos comerciales para caninos por Saavedra (1996) y Quezada (1988) los cuales estuvieron en el rango del 71.5% al 85%.

En una publicación de la FAO, de 1981, que incluye una gran cantidad de ensayos, se menciona un VB

medio para la caseína de 79,7% y una NPU media de 72,1%. Con esto podemos afirmar que la efectividad de la proteína experimental ingerida, utilizada en el presente estudio, es elevada y adecuada para el crecimiento y desarrollo normal.

V. CONCLUSIONES

- La composición química proximal de la harina de trigo para la elaboración de alfajores: Proteínas ($13.00 \pm 0.28\%$), Humedad ($14.44 \pm 0.20\%$), Cenizas ($1.30 \pm 0.30\%$), Grasas ($1.20 \pm 0.35\%$), Fibra ($1.46 \pm 0.20\%$) y Carbohidratos (68.16%).

La composición química proximal de la harina de soya para la elaboración de alfajores: Proteínas ($31.69 \pm 0.20\%$), Humedad ($11.52 \pm 0.40\%$), Cenizas ($4.51 \pm 0.20\%$), Grasas ($17.22 \pm 0.32\%$), Fibra ($10.33 \pm 0.26\%$) y Carbohidratos (24.66%).

La composición química proximal de la harina de camote para la elaboración de alfajores: Proteínas ($1.12 \pm 0.21\%$), Humedad ($8.04 \pm 0.25\%$), Cenizas ($3.01 \pm 0.03\%$), Grasas ($1.32 \pm 0.26\%$), Fibra ($1.8 \pm 0.07\%$) y Carbohidratos (84.71%).

- La formulación óptima considerando un bajo contenido de grasa y alta aceptabilidad en el sabor del alfajor, es aquella con los porcentajes de harina de trigo, soya, camote de: 76.52%, 13.48%, 10% respectivamente y para el aceite de ajonjolí de 35%.
- La composición química proximal del alfajor óptimo enriquecido con harina de camote y soya con sustitución parcial de margarina por aceite de ajonjolí: Proteínas ($8.11 \pm 0.01\%$), Humedad ($1.48 \pm 0.02\%$), Cenizas ($0.17 \pm 0.05\%$), Grasas ($22.22 \pm 0.02\%$), Fibra ($3.6 \pm 0.01\%$) y Carbohidratos (64.42%) y del alfajor control: Proteínas ($7.00 \pm 0.01\%$), Humedad ($2.83 \pm 0.02\%$), Cenizas ($1.31 \pm 0.01\%$), Grasas ($27.72 \pm 0.03\%$), Fibra ($1.62 \pm 0.04\%$) y Carbohidratos (59%).
- El % de Humedad del alfajor óptimo presenta una variación de 2.28% a diferencia del alfajor control que muestra una variación de 2.08%, durante el 12 días almacenamiento a temperatura de 26°C.
- El % de acidez (Ácido láctico), del alfajor óptimo presenta una variación de 0.16% a diferencia del alfajor control que muestra una variación de 0.39 % durante el almacenamiento a temperatura de 26°C.

- El alfajor óptimo presenta una variación de peso de 2.315 g a diferencia del alfajor control que muestra una variación de 2.246 g durante el almacenamiento a temperatura de 26°C.
- El mejor envase para la conservación de los alfajores son de taper polipropileno, los cuales conservaron mejor las características físico-químicas del producto.
- El % de Humedad del alfajor optimo presenta una variación de 1.17% a diferencia del alfajor control que muestra una variación de 0.25 %, durante 12 días de almacenamiento en envase de polipropileno a temperatura de 26°C.
- El alfajor óptimo presenta una variación de peso de 0.519g a diferencia del alfajor control que muestra una variación de 0.158 g durante 12 días de almacenamiento en envase de polipropileno a temperatura de 26°C.
- La textura de los alfajores tanto optimo como control mostraron disminución de la fuerza necesaria para quebrantarlas de 17.49 mJ y 32.76 mJ durante 12 días de almacenamiento en envase de polipropileno a temperatura de 26°C.
- El índice de peróxido de la formulación optima y control presentaron una variación de 2.97 meq/Kg y 3.44 meq/Kg respectivamente duramente los 12 días de almacenamiento en envase de polipropileno a temperatura de 26 °C.
- El tiempo de vida útil del alfajor óptimo se realizó con análisis sensorial y fisicoquímico empleando el método gráfico de Riesgo acumulados de Weibull con un percentil del 50% y el método gráfico Lineal del Excel con un contenido máximo de índice de peróxido de 5 miliequivalente de oxígeno activo respectivamente, resultando una vida en anaquel de 10 días.

- La calidad proteica de nuestro alfajor óptimo muestra una relación de eficiencia proteica (PER): 2.94 ± 0.06 , con una digestibilidad verdadera (DV): 0.7718 ± 0.1704 , con una utilización neta de las proteínas (NPU): 0.7363 ± 0.0331 y un Valor biológico (VB): 0.9929 ± 0.1763 .
- Se redujo el contenido de grasa del alfajor control al alfajor óptimo en un 5.5%.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones sobre harinas sucedáneas sobre todo con materia prima proveniente de nuestro departamento Ancash o de otras fuentes diferentes de cereales.
- Realizar curvas de cinética de secado a la materia prima durante la etapa del secado para la obtención de harina.
- Realizar más investigaciones dirigidas a reducir el porcentaje de calorías y grasa en productos de panificación.
- Llevar a cabo un estudio de factibilidad para la elaboración del alfajor con la formulación óptima.
- Complementar el laboratorio de análisis biológico con botiquín, para asegurar la salud de los investigadores.
- Implementar los laboratorios con una gran variedad de reactivos para los análisis de interés.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ochoa, M. 2010. Los beneficios de la soya en la alimentación infantil. Disponible en: http://www.nutrisa.com/beneficios_soya.pdf
- <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/soja.htm>
- Aquino, O.2007. Producción y Venta de Soya en el Perú. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos45/soya-peruana/soya-peruana2.shtml>
- Guamán, R. y Andrade, C. 2005. Programa Nacional de Oleaginosas. En Manual del cultivo de Soya. Estación Experimental Boliche. (INIAP). Manual No 60. 2da edición. Guayaquil-Ecuador.
- Huamán, Z. Botánica Sistemática y Morfología de la Planta de Batata o Camote .Rev Inf CIP Perú 1992.
- Lardizábal, R.2003. Manual de Producción del Camote. Fintrac CDA. Manual .Cortes-Honduras.
- Calaveras (1996). Tratado de Panificación y Bollería. Madrid. Editorial: MundiPrensa.
- Pérez, G. 2010. Información Técnica de Ajonjolí. Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). Manual No 127. 2da edición. Coyoacán- México.
- Ridner, E.2006. Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud. (Sociedad Argentina de Nutrición). Manual. 1da edición. Buenos Aires-Argentina.
- Berger, K.G.; Teah, Y.K. (1988) Palm oil: the margarine potential. Food Manufacture International 6-88.
- Anzaldúa Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza –España.
- Dendy.D, Dobraszczyk.B. (2001). Cereales y productos derivados. Editorial Acribia.S.A. Cap.8, Pan: un alimento p.225. Cap. 9, Productos de confitería: p.301, p.305.

- Chim R.A., López L.J., Betancur A. D., 2003 Incorporación de fracciones de almidón primario y secundario de *Canivas ensiformes I.* y *Phaseolus Lunatus I.* en galletas, Acta Científica Venezolana, 54 (2): 138-147.
- Jiménez R.F., 2000. Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con diferentes niveles de harina de Pescado .Tesis de Maestría; México.
- Flores (2012). Pastelería Fina y decoración de Tortas. Universidad Nacional del Educación Enrique Guzmán y Valle. Ediciones: CEPRO-UNE. Perú.
- Dary, O.P.2004. Las bondades de las galletas nutricionalmente mejoradas. INCAP. Carretera Roosevelt, Zona 11-Apartado Postal 1188-01901 Guatemala, C.A .Webpage:<http://www.incap.org.gt>.
- Zavaleta.F y Castillo, F. (2008). Obtención del aceite virgen de la semilla de ajonjolí” (Tesis).Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil-Ecuador.
- Aguirre E. y Rodríguez G (1997). Industria de cereales y panificación. Universidad Nacional del Santa. Departamento Académico de Agroindustria. Única Edición. Chimbote-Perú.
- Armijo Bastidas, Carlos E. (2012). Elaboración de harina de zapallo (Curcuvita Máxima) fortificada con harina de soya, (Glisine Max) para uso alimenticio, en el cantón las naves (Tesis para licenciatura). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Recursos Naturales y del Ambiente. Escuela de Ingeniería Agroindustrial. Guaranda –Ecuador.
- Desrosier, N. (1994).Elementos de la tecnología de alimentos. Edit. CECOSA. México.
- Ayala y Pardo, R. (1995). Optimización por diseños experimentales Concytec. Lima-Perú.
- Yglesias Alva Lucy A. y Zumarán Alayo Olga R. (2013). Optimización de las propiedades físicas, nutritivas y sensoriales del pan elaborado

con harina de esparrago, kiwicha y trigo. Revista "Ciencia y tecnología".
Escuela de Postgrado-UNT.

- Alcalde G., (1997), Jefe de Desarrollo y Aseguramiento de Calidad. Fábrica Maipú Nestlé Chile S.A. Comunicación personal.
- Peña, R. Amaya, A. y Del Toro, E. (1991). Efecto del almacenamiento y del lavado del grano en las características de calidad de muestras de trigo (variedad Seri M82) con diferentes niveles de carbón parcial (*Tilletia indica*). Fuentes-Dávila G. y Hettel G.P. (editores) Reporte Especial de Trigo No 7. México, D.F.
- Lezcano, E. (2011). Productos Batidos. Revista Alimentos Argentinos. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca. Argentina. Edición N°52:Pag22.
- Ortega R, López AM, Requejo AM, Carvajales P.A. La composición de los alimentos. Herramienta básica para la valoración nutricional. Madrid: Editorial Complutense S.A., 2004.
- Saavedra, E.1996. Valor nutritivo de dietas secas comerciales para perros. Memoria para optar al Título de Médico Veterinario de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 92p.
- Proll J, Petzke KJ, Ezeagu IE, Metges CC. Low nutritional quality of unconventional tropical crop seeds in rats. *J Nutr*1998; 128:2014-2022.
- Sarwar G. The protein digestibility-corrected amino acid score method overestimates quality of protein containing antinutritional factors and of poorly digestible proteins supplemented with limiting amino acid in rats. *J Nutr*1997; 127:758-764.
- Van Dael P, Kastenmayer P, Clough J, Jarret AR y cols. Substitution of casein by [beta]-casein or of whey protein isolate by [alpha]-lactalbumin does not affect mineral balance in growing rats.*J Nutr*2005; 135(6):1438-1443.

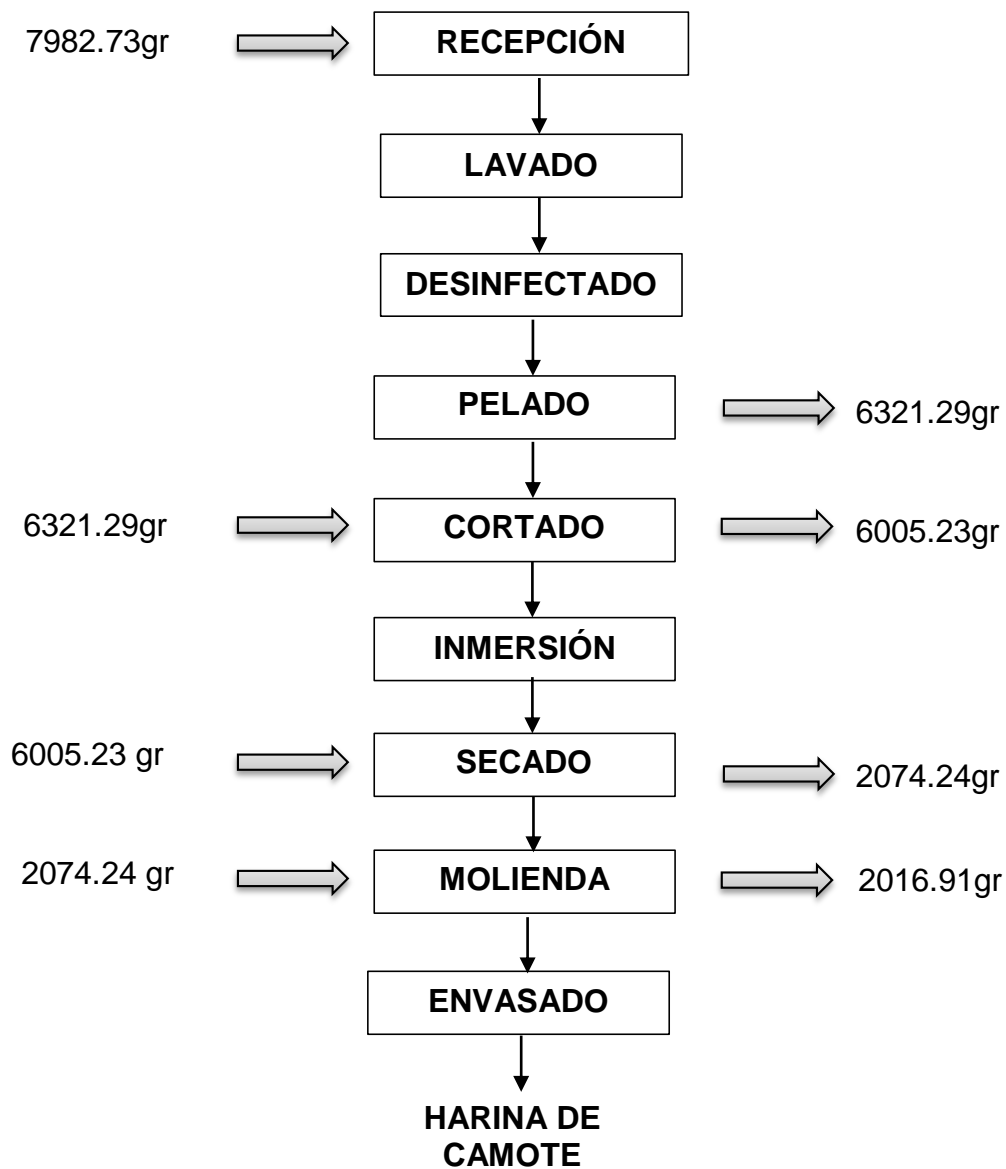
- Silva W, Arbaiza T, Carcelén F, Lucas O. Evaluación biológica en ratas de laboratorio (*Rattus norvegicus*) de fuentes proteicas usadas en alimentos comerciales para perros. Rev Inv Vet Perú 2003; 14:18-23.
- ESPGAN. Committee on Nutrition. Guidelines on infant nutrition. I. Recommendations for the composition of an adapted formula. Acta Paediatr Scand Suppl 1977; 262:1-20.
- FAO. Contenido en aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas. 1981. Acceso el 12 de diciembre de 2007. Internet: <http://www.fao.org/DOCREP/005/AC854T/AC854T77.htm>.
- NORMA TECNICA PERUANA 209.800 210 .REQUISITOS DEL ALFAJOR. Lima: INDECOPI.

Sitios Web

- <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/soja.htm>. (acceso 20/09/15)
- www-unileverfoodsolutions.com.s3.amazonaws.com/ext%2Fdownload%2F. (acceso 20/10/15)
- <https://innovation4food.wordpress.com/2011/01/29/textura-y-parametros-texturales-de-la-galleta/>. (acceso 09/10/15)
- <http://www.hannainst.es/blog/determinacion-del-indice-de-peroxidos/> (acceso 09/11/15)
- <http://es.slideshare.net/maryluz/control-de-calidad-de-aceites-vegetales-por-qf-maril-roxana-soto-vsquez> (acceso 09/11/15)
- <http://quimicaparatodosmuchomas.blogspot.pe/2012/12/enranciamiento-de-las-grasas-indice-de.html> (acceso 10/11/15)
- <http://www.ujaen.es/huesped/aceite/articulos/analisis.htm> (acceso 10/11/15)
- <http://sciencuriosities.blogspot.pe/2013/04/por-que-una-galleta-con-el-tiempo-se.html> (acceso 12/11/15)

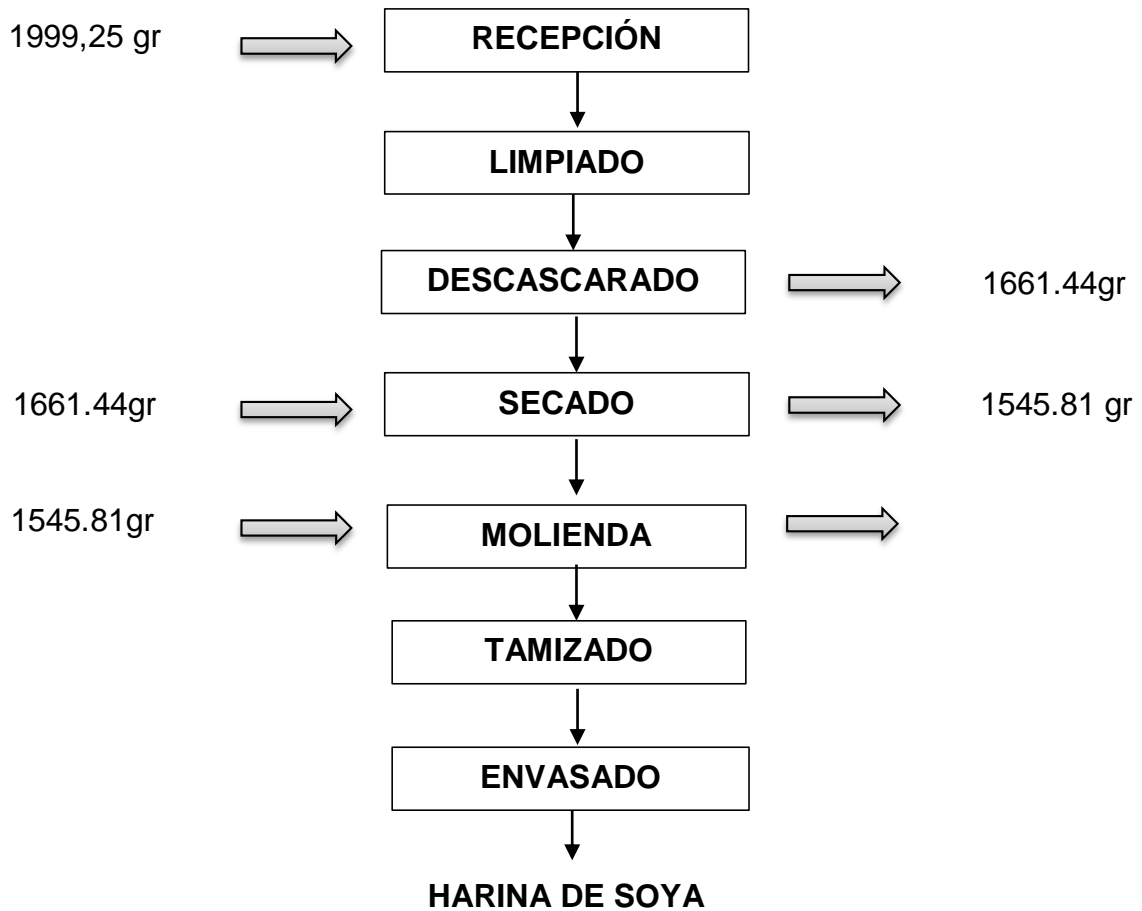
ANEXO I: OBTENCIÓN DE LAS HARINAS

ANEXO 1.1: BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE CAMOTE



$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{2016.91}{7982.73} \times 100\% = 25.27\%$$

ANEXO 1.2: BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE SOYA



$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{1468.52}{1999.25} \times 100\% = 73.45\%$$

ANEXO II : ANÁLISIS EN LAS HARINAS

ANEXO 2.1: CARACTERIZACIÓN QUÍMICO-PROXIMAL DE LAS HARINAS

ANEXO 2.1.1: Determinación de la humedad en las harinas

Procedimiento:

- Agregar aproximadamente 5g de las muestras sobre la placa del equipo.
- Luego configurar el equipo a la temperatura de 115°C.
- Esperar un tiempo de 10 minutos y luego anotar los resultados arrojados por el equipo.



Figura A- 1: Determinación de la humedad en las harinas.

ANEXO 2.1.2: Método de determinación de Grasa en las harinas

- Pesar de 3 a 5 g de muestra seca. Hacer con el papel de filtro un paquete de tal forma que la muestra queda segura. Coloque el paquete en la cámara de extracción.
- Pese el balón vacío, en el cual posteriormente se depositara la grasa, anote el peso. Fije el balón a la parte inferior del Soxhlet en forma segura, con la finalidad de evitar la fuga del éter de petróleo
- Por la parte superior del Soxhlet, vierta el éter de petróleo hasta que por diferencia de presión baje a través del cuello del Soxhlet al balón, luego añada éter de petróleo hasta cubrir el paquete. Fije bien el Soxhlet a la parte inferior del refrigerante.
- Empezar la extracción durante cuatro horas, evitando todo tipo de fuego tal como mechero, cigarrillo encendido, etc. Por esta razón se utiliza hornilla debido a que el éter petróleo es altamente inflamable, Controle que el flujo de agua en el refrigerante no se interrumpa, si esto ocurre detener la extracción hasta que se regule el flujo adecuado del agua.
- Dejar enfriar el balón conteniendo la grasa para luego colocarlo en la estufa durante una hora, con la finalidad de que le éter de petróleo se evapore completamente y solo se tenga grasa.
- Después de estar una hora en la estufa, dejar enfriar a temperatura ambiente. Pese el balón y anote del peso.

$$\%Grasa = \frac{(A_2 - A_1)}{m} \times 100$$

Donde:

A₂: Peso del balón más la grasa

A₁: Peso del balón vacío,

m : Peso de la muestra.

ANEXO 2.1.3: Determinación de Cenizas en las harinas

Objetivo

- Determinar el residuo inorgánico por el método de incineración directa

Procedimiento

- Pesar un crisol, previamente en la mufla y enfriado en el desecador.
- Pesar en el crisol 2g de muestra e incinerar en la cocinilla eléctrica hasta total carbonización.
- Colocar la muestra en la mufla y calcinar a 550-600°C por 3 a 5 horas, hasta cenizas blancas o blanco grisáceo.
- Retirar el crisol de la mufla y colocarlo en el desecador, enfriar 30 minutos a temperatura ambiente y pesar el residuo.

Cálculo

Donde:

$$\%CENIZAS = \frac{P_2 - P_1}{m} \times 100$$

P1: Masa de crisol vacío, en g.

P2: Masa de crisol más cenizas, en g.

M: Masa de la muestra, en g,

Referencia: AOAC, 7009, 14th Edition 1984.



Figura A- 2: Determinación de Cenizas

ANEXO 2.1.4: Determinación de Fibra Bruta en las harinas

- Pesar aproximadamente 2g de muestra libre de humedad y grasa.
- Transferir cuantitativamente a un matraz de 500ml y añadir algunas perlas de vidrio. Agregar 200ml de solución de H₂SO₄ (1.25%) hirviendo, colocarlo en una coccinilla y mantener la muestra en ebullición durante 30 minutos aproximadamente. Durante la ebullición el contenido del matraz debe mantenerse perfectamente mezclado. Transcurridos los 30 minutos, retirar el matraz de la coccinilla y filtrar la solución a través de un embudo Buchner. Una vez filtrada la solución, lavar el residuo del embudo con agua herviente, se debe lavar hasta que el agua salga a pH neutro.
- Transferir cuantitativamente el residuo del embudo al matraz y agregar 200ml de la solución de NaOH (1.25%) hirviendo, y proceder de igual manera como se hizo durante la digestión ácida. Después de los 30 minutos de digestión alcalina, retirar de la coccinilla y filtrar de igual forma que en la digestión ácida, lavando con agua hirviendo hasta que el agua salga a pH neutro.
- Lavar el residuo con etanol (95%) y transferir totalmente su contenido a un crisol de porcelana. Colocar el crisol de porcelana en una estufa a 130°C durante 2 horas, pasar la capsula a un desecador y pesarla cuando se encuentre a temperatura ambiente.
- Poner la capsula de porcelana en una mufla y mantener a 600°C aproximadamente por 30 minutos (hasta la destrucción total de toda la materia orgánica).
- Una vez destruida la materia orgánica, colocar el crisol de porcelana en un desecador hasta alcanzar la temperatura de ambiente.
- Nota: El contenido de fibra cruda en el peso de muestra corresponde a la pérdida de peso después de la incineración.

Cálculo

$$\% \text{ Fibra Bruta} = \frac{(A - B)}{m}$$

Donde:

A: Peso del crisol con el residuo

B: Peso del crisol con el residuo calcinado

m : Peso de la muestra

ANEXO 2.2: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS EN LAS HARINAS

ANEXO 2.2.1: Medición de Colorimetría en las harinas

Objetivo:

Procedimiento:

- Calibrar el colorímetro con el blanco.
- Determina la luminosidad descrita por L^* . El color negro representa una luminosidad de 0 mientras que el blanco representa una luminosidad de 100. Los parámetros de a^* y b^* se utilizan para evaluar la cromacidad y el ángulo de tonalidad. Para el cálculo se utiliza las siguientes ecuaciones:

$$\text{Cromacidad} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$\text{Ángulo de tonalidad} = \arctg(b^*/a^*)$$

- Seleccionar el espacio de color en el cual se va realizar la lectura.
- Tomar una muestra y colocarlo en Colorímetro.
- Realizar 3 lecturas de la muestra.
- Limpiar el objetivo del colorímetro después de realizada cada una de las lecturas.
- Anotar los valores de los parámetros L^* , a^* , b^* .



Figura A- 3: Colorimetría en las harinas

ANEXO III: CÓMPUTO QUÍMICO

ANEXO 3.1: MÉTODO PARA HALLAR EL AMINOGRAMA TEÓRICO DE LAS 15 FORMULACIONES

$$S_x = \frac{(T)(\%MT) + (S)(\%MS) + (C)(MC)}{F}$$

S_x : Score Químico de cada Aminoácido presente en la Mezcla (x)

(T): Aminoácido del Trigo presente en la Mezcla (x)

(%MT): Porcentaje de participación del Trigo en la Mezcla (x)

(S): Aminoácido de la Soya presente en la Mezcla (x)

(%MS): Porcentaje de participación de la Soya en la Mezcla(x)

(C): Aminoácido del Camote presente en la mezcla (x)

Tabla A- 1: Perfil de aminoácidos de las harinas de trigo, camote y soya

AAE	mg de AAE de proteína problema			PATRON FAO
	H. Trigo	Camote	Soya	
Isoleucina	460	370	1900	31
Leucina	820	550	2880	61
Lisina	240	350	2560	48
Metionina + Cistina	170	170	580	24
Fenilalanina + Tirosina	870	390	3310	41
Treonina	320	380	1610	25
Triptofano	120	170	480	6.6
Valina	490	450	1970	40

Fuente: FAO (2013)-Categoría Escolar y Adolescentes 3-10 años

ANEXO IV : ANÁLISIS DE LOS ALFAJORES

ANEXO 4.1: DETERMINACIÓN DE GRASAS EN LOS ALFAJORES

Se determinó % Grasa de 15 formulaciones para optimizar el proceso y llegar a la mejor formulación.

$$\%Grasa = \frac{(A_2 - A_1)}{m} \times 100$$

A₂: Peso del balón más la grasa.

A₁: Peso del balón vacío.

m: Peso de la muestra.

Instalación del Soxhlet



Evaporación-Condensación del Solvente



Peso de la Grasa



Recuperación del Solvente



Figura A- 4: Determinación de Grasas por Soxhlet

ANEXO 4.2: EVALUACIÓN DE SABOR, TEXTURA, OLOR Y COLOR EN LOS ALFAJORES

ANEXO 4.2.1: Formato de la Evaluación Sensorial

ESCALA HEDÓNICA PARA MEDIR EL GRADO DE ACEPTACIÓN DE ALFAJORES

Nombre: Fecha: / /

Indicaciones:

Evalúe las 5 muestras de alfajores en sus atributos de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general. Empiece evaluando primero el color, luego el olor, textura y después el sabor.

Marque con un aspa donde corresponde en la línea.

Código de muestra:

Escala hedónica

- 1 Me disgusta extremadamente
- 2 Me disgusta mucho
- 3 Me disgusta moderadamente
- 4 Me disgusta levemente
- 5 No me gusta ni me disgusta
- 6 Me gusta levemente
- 7 Me gusta moderadamente
- 8 Me gusta mucho
- 9 Me gusta extremadamente

1. Evaluación de atributos

Muestra:

	Extremadamente desagradable									Extremadamente agradable									
Color		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Olor		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Sabor		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Textura		1		2		3		4		5		6		7		8		9	

Muestra:

	Extremadamente desagradable									Extremadamente agradable									
Color		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Olor		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Sabor		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Textura		1		2		3		4		5		6		7		8		9	

Muestra:

	Extremadamente desagradable										Extremadamente agradable								
Color		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Olor		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Sabor		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Textura		1		2		3		4		5		6		7		8		9	

2. Aceptabilidad general

	No me gusta									Me gusta muchísimo									
Muestra:		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Muestra:		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Muestra:		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Muestra:		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Muestra:		1		2		3		4		5		6		7		8		9	

INFORMACIÓN ADICIONAL

Indicaciones: Marque donde corresponda

1. Sexo:

Masculino: _____

Femenino: _____

2. Edad: _____

3. ¿Tenías hambre al empezar la evaluación?

No : _____

Un poco : _____

Mucho : _____

4. ¿Cuál es la importancia de los siguientes atributos cuando eliges un dulce?

	Muy importante	Más o menos importante	No importante	Da igual
Color				
Olor				
Sabor				
Textura				
Valor nutricional				

5. ¿Cuál de las siguientes golosinas elegirías para el desayuno?

1. Alfajor :

2. Pionono :

3. Mil hojas :

4. Aviador :

5. Otros :

ANEXO 4.2.2: Resultados de la Evaluación Sensorial para Sabor, Textura, Olor y Color

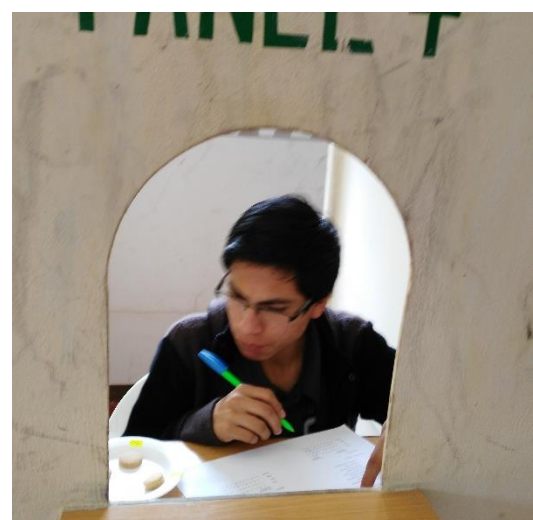
Tabla A- 2: Resultados del Análisis Sensorial de Textura

PANE-LISTA	DIA 1					DIA2					DIA3				
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
P1	6	7	8	6	8	6	6	5	5	5	6	5	6	6	7
P2	5	4	7	4	5	5	4	4	5	6	6	5	8	7	7
P3	7	7	6	4	6	7	8	6	6	7	6	5	7	6	7
P4	5	7	7	4	6	7	7	6	5	5	4	3	8	5	7
P5	4	6	6	5	5	6	3	5	4	4	3	3	5	5	5
P6	6	7	8	4	5	6	7	7	5	6	6	6	7	5	6
P7	8	8	7	5	4	7	7	8	7	8	7	8	7	9	8
P8	7	8	7	7	8	8	9	6	6	7	7	7	8	8	8
P9	8	7	8	6	7	6	8	7	7	6	6	7	8	6	8
P10	7	7	9	3	7	9	8	5	6	6	6	7	9	7	6
P11	7	7	6	7	5	6	4	5	7	7	5	7	6	4	8
P12	5	6	4	7	3	6	3	6	6	4	6	7	6	3	6
P13	7	7	8	6	8	7	6	5	5	4	5	6	7	5	7
P14	8	7	7	5	8	8	6	8	7	5	3	8	8	8	7
P15	8	8	9	7	7	7	8	7	7	6	8	8	7	9	9
P16	6	7	8	4	8	8	6	6	6	7	6	7	8	8	7
P17	5	5	7	2	9	7	6	4	6	7	6	7	7	7	7
P18	8	8	8	6	7	8	8	5	8	8	6	5	8	7	7
P19	8	5	8	6	4	7	8	7	9	9	4	5	8	6	8
P20	6	7	7	4	8	7	7	5	5	7	5	8	8	6	7
P21	7	7	8	5	5	8	7	6	7	4	5	7	7	7	7
P22	8	6	7	5	7	7	7	6	7	6	5	6	7	7	8
P23	8	6	8	5	6	9	6	6	7	7	6	7	5	6	8
P24	6	8	7	6	7	6	6	7	5	7	7	7	6	6	7
P25	6	7	7	6	5	6	7	6	5	6	6	7	8	6	7
P26	5	7	7	6	6	6	7	6	6	5	5	6	8	5	7
P27	7	7	7	5	7	7	5	6	7	6	6	6	7	6	7
P28	6	7	7	5	7	6	6	6	7	7	7	6	7	7	7
P29	6	7	6	5	7	6	7	6	6	7	5	6	7	7	7
P30	7	6	6	5	7	7	6	5	6	6	6	6	7	7	7
PROM.	6.57	6.77	7.17	5.17	6.40	6.87	6.43	5.90	6.17	6.17	5.63	6.27	7.17	6.37	7.13

Tabla A- 3: Resultados del Análisis Sensorial de Textura

PANELISTA	DIA 1					DIA2					DIA3				
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
P1	6	7	7	7	7	6	7	5	5	4	4	4	6	6	6
P2	5	4	5	4	4	6	5	4	5	4	3	4	7	4	6
P3	6	6	7	4	7	8	8	6	6	4	3	4	5	4	6
P4	3	5	6	3	3	7	6	5	6	4	4	5	7	4	4
P5	5	6	7	4	4	7	3	6	5	4	5	8	8	9	8
P6	5	6	7	4	3	6	7	6	5	4	6	8	9	8	9
P7	7	7	8	6	5	9	7	6	7	5	4	6	7	7	7
P8	8	8	8	6	8	9	9	7	5	8	4	6	8	9	7
P9	7	4	6	3	4	7	6	6	6	3	6	7	7	7	8
P10	4	8	9	2	8	8	7	7	7	6	5	3	6	4	4
P11	6		7	5	6	6	4	5	5	6	4	5	7	5	7
P12	6	7	7	3	4	7	4	7	4	3	3	7	7	8	9
P13	7	7	8	4	8	8	4	6	3	2	8	9	8	8	7
P14	8	6	5	3	8	6	6	8	8	4	6	6	7	8	8
P15	7	8	9	4	7	7	6	7	8	7	4	7	4	8	6
P16	7	6	8	5	7	7	7	6	7	5	4	4	7	4	7
P17	6	7	9	2	7	7	7	7	6	7	5	7	7	7	7
P18	7	8	3	4	2	7	6	7	7	4	5	7	7	7	8
P19	8	6	5	5	5	5	5	6	8	4	6	7	7	8	8
P20	8	6	7	4	6	7	6	7	7	5	6	7	7	8	8
P21	8	7	7	4	6	7	6	7	7	5	6	7	6	8	8
P22	8	7	7	3	6	7	6	7	7	5	6	7	6	8	8
P23	8	7	7	3	6	7	6	7	7	5	6	7	6	8	8
P24	8	7	7	3	6	7	5	8	7	5	6	7	6	8	8
P25	8	7	7	3	6	7	5	8	8	5	6	7	6	8	8
P26	8	7	7	3	6	7	5	8	8	5	6	8	6	8	8
P27	8	7	7	3	6	7	5	8	8	5	6	8	6	8	8
P28	9	8	7	3	7	6	5	8	8	5	6	8	6	8	8
P29	9	8	7	3	7	6	5	8	8	5	6	8	6	9	8
P30	9	8	7	3	7	6	5	8	8	6	7	8	6	9	8
PROMEDIO	6.93	6.75	6.85	3.84	5.90	6.85	5.80	6.72	6.54	4.88	5.12	6.40	6.68	7.05	7.28

ANEXO 4.2.3: Fotografías del Análisis Sensorial



ANEXO V: ANÁLISIS DEL ALFAJOR ÓPTIMO Y CONTROL

ANEXO 5.1: DETERMINACIÓN DEL % PROTEÍNA DEL ALFAJOR ÓPTIMO Y CONTROL

Objetivo

- Determinar la concentración de nitrógeno presente en la muestra para luego ser transformado a través de un factor en proteína.

Procedimiento

- Determinar la masa, en la balanza analítica, de aproximadamente un gramo de muestra y pasarla cuantitativamente a un matraz Kjeldahl, añadirle 2 g de sulfato de cobre, 10 g de sulfato de sodio anhidro, 25 cm³ de ácido sulfúrico y unas perlas de vidrio.
- Colocar el matraz en el digestor y calentar cuidadosamente a baja temperatura hasta que todo el material esté carbonizado, aumentar gradualmente la temperatura hasta que la disolución esté completamente clara y dejar por 30 minutos más a esa temperatura.
- Enfriar y añadir de 400 a 450 cm³ de agua para disolver completamente la muestra, agregar 3 ó 4 gránulos de zinc, un poco de parafina cuando sea necesario y 50 cm³ de hidróxido de sodio 1:1.
- Inmediatamente conectar el matraz a un sistema de destilación, el cual previamente se le ha colocado en la salida del refrigerante un matraz Erlenmeyer de 500 cm³ que contenga 50 cm³ de ácido bórico y unas gotas del reactivo Shiro Tashiro como indicador.
- Destilar hasta que haya pasado todo el amoníaco, que unas gotas de destilado no den alcalinidad con el papel tornasol, aproximadamente 300 cm³.NOTA: Las primeras gotas de destilado deben hacer virar el color del indicador de violeta a verde.
- Retirar el matraz receptor y titular el destilado con ácido clorhídrico 0.1 N.



Figura: Determinación de proteínas por Kjeldahl.

ANEXO 5.2: MÉTODO PARA DETERMINAR ACTIVIDAD DE AGUA EN EL ALFAJOR ÓPTIMO Y CONTROL

Procedimiento:

- Agregar aproximadamente 2-3 g de las muestras (molidas) sobre cubeta del equipo.
- Colocar la cubeta dentro del equipo analizador de actividad de agua.
- Esperar unos minutos hasta que se han alcanzado las condiciones de estabilidad térmica requeridas. El tiempo necesario para que esto ocurra es muy variable, dependiendo del alimento a medir, le tiempo puede oscilar entre pocos minutos hasta más de 1 hora.
- Luego anotar los resultados arrojados por el equipo.



Figura A- 5: Determinación de la actividad de agua en el alfajor óptimo y control

ANEXO 5.3: DETERMINACIÓN DE FIBRA DE ALFAJOR ÓPTIMO Y CONTROL

CORPORACION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES "COLECBI" S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO "PRODUCE"

Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 2959-15

SOLICITADO POR: **MIGUEL SING RAMOS**

DIRECCIÓN: **JUANA VILLALOBOS CIPRIANO**

PRODUCTO DECLARADO: **ALFAJOR**

CANTIDAD DE MUESTRA: **02 unidades**

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA: **En bolsa de polietileno transparente**

FECHA DE RECEPCIÓN: **2015-10-16**

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO: **2015-10-16**

FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO: **2015-10-17**

CONDICIÓN DE LA MUESTRA: **En buen estado**

ENSAYOS REALIZADOS EN: **Laboratorio Físico Químico**

CODIGO COLECBI: **SS 0014-16-15**

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRAS
Fibra (%)	Óptimo 3,60 Control 1,62

METODOLOGIA EMPLEADA
Fibra: NMX-F-090-1978

NOTA
Muestra reprobada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión: **Nuevo Chimbote, Octubre 17 del 2015.**

DVY/jms

Denís M. Vargas Yepéz
Jefe de Laboratorio Físico Químico
COLECBI S.A.C.

IC-MP-HRIE
Rev. 03
Fecha 2012-07-27

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 1 - Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
Nextel: 839*2893 RPM # 902995 - Celular: 974127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

DETERMINACIÓN DE FIBRA DE LAS HARINAS DE CAMOTE, SOYA Y TRIGO



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECEBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO Nº 2959-15

SOLICITADO POR : MIGUEL SING RAMOS,
JUANA VILLALOBOS CIPRIANO.
DIRECCIÓN : Mz. G Lote 10 Villa María Nuevo Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO : HARINAS
CANTIDAD DE MUESTRA : 03 muestras.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2015-10-16
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2015-10-16
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2015-10-17
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.

ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico
CODIGO COLECEBI : SS 001416-15

RESULTADOS

ENSAYOS	Camote	Soya	Trigo
Fibra (%)	4,01	17,30	11,00

METODOLOGÍA EMPLEADA
Fibra : NMX-F-090-1978
NOTA : Muestra recepcionada en Laboratorios COLECEBI S.A.C. a las 15:00 hrs.
Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Fecha de Emisión, Nuevo Chimbote., Octubre 17 del 2015.

Denis M. Vargas Yepéz
Jefe de Laboratorio
Físico Químico
COLECEBI S.A.C.

LC-MP-HRIE Rev. 03 Fecha 2012-07-27

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECEBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - L17 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
Nextel: 8392893 - RPM # 902995 - Apartado 127
e-mail: colecebi@speedy.com.pe / medioambiente.colecebi@speedy.com.pe
Web: www.colecebi.com

ANEXO 5.4: MÉTODO PARA DETERMINAR ÍNDICE DE ACIDEZ ALFAJOR ÓPTIMO Y CONTROL

Objetivo:

- Medir el índice de acidez, mediante una técnica analítica llamada “volumetría ácido-base”.

Procedimiento:

Método de titulación directo:

- Pesarse la muestra debidamente homogenizada en un Erlenmeyer de 250ml.
Aceite crudo: 4-5 g
Aceites refinados: 8-10 g
Aceites grasos: 2-3 g
- Añadir 50 ml de alcohol neutralizado y agregar unas gotas de indicador de fenolftaleína.
- Titular con NaOH 0.1N hasta un ligero color rosa.
- Anotar el gasto alcali y calcular el índice de Acidez.

$$\text{Índice de Acidez}(\%) = \frac{G * C * M}{10 * Va}$$

M	peso molecular del ácido linoleico
Va	muestra (g)
C	Moles por litro de Solución de hidróxido
G	Gasto (ml)



Figura A- 6: Determinación de Índice de Acidez

ANEXO 5.5: DETERMINACIÓN DEL pH ALFAJOR ÓPTIMO Y CONTROL

Objetivo:

- Establecer los pasos necesarios para determinar el pH (potencial de hidrogeno).

Procedimiento:

- Pesar la muestra analizar
- Disolver la muestra en agua destilada
- Encender el quipo e introducir el electrodo del potenciómetro en ña solución.
- Dejar que establezca la lectura aproximadamente 2 minutos. Leer el dato indicado.
- Al terminar la operación, lavar el electrodo con agua destilada, con la ayuda de la pizeta y dejarlo en la solución buffer pH=4.0.



Figura A- 7: Determinación de pH del alfajor

ANEXO 5.6: DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDO DEL ALFAJOR ÓPTIMO

Procedimiento:

- En el caso de que el índice de peróxido varía entre 1-10 es satisfactorio 1 gr de muestra. Si el índice de peróxido es menor de 1 titule con tiosulfato de sodio 0.002N o incremente la cantidad de muestra. En el caso de que la muestra esté altamente oxidada, reduzca su cantidad entre 0.2-0.3 gr.
- Seque bien un frasco de 250ml con tapa esmerilada. Pesar exactamente la cantidad de muestra adecuada (de acuerdo a (a)) dentro del frasco tan rápidamente como sea posible.
- Añada 10 ml de cloroformo y disolver rápidamente la grasa por agitación.
- Añada 15ml de ácido acético glacial y 1ml de solución saturada de IK.
- Tape el frasco, agite ligeramente y deje reposar aún lugar oscuro por 5 minutos.
- Luego agregar 75 ml de agua destilada, agite vigorosamente.
- Titule el iodo liberado con una solución de tiosulfato de sodio 0.1N, hasta que se torne de un color amarillo pajizo.
- Agregar almidón al 1% la solución se toma azul oscuro.
- Continuar la titulación hasta que el color azul desaparezca, la solución se toma incolora.
- Anotar el gasto.
- Llevar a cabo una prueba en blanco. El valor del blanco debe ser el mínimo si la titulación del blanco excede de 0.5 ml prepare nuevos reactivos y pruebe nuevamente.

Cálculos:

$$I.P = \frac{(M - B) * N * 1000}{W}$$

Donde:

I.P: Índice de Peróxido (meq.O₂/Kg de grasa).

M: Gasto de la solución de tiosulfato en la muestra.

B: Gasto de la solución de tiosulfato en el blanco.

W: Peso de la muestra en gr.

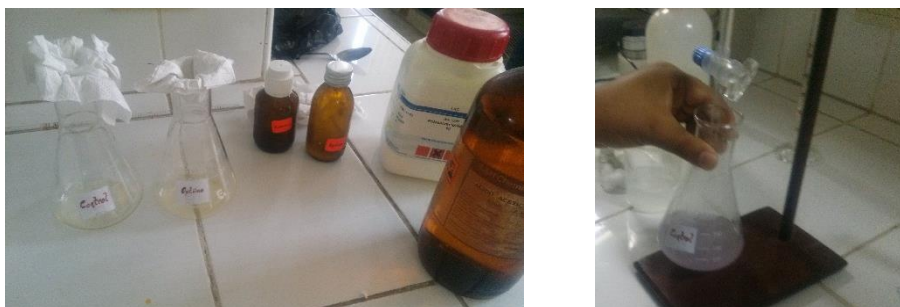


Figura A- 8: Determinación del Índice de Peróxido

ANEXO 5.7: DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL ALFAJOR ÓPTIMO

ANEXO 5.7.1: Ficha del análisis sensorial

Pruebe las muestras de alfajores y responda con Sí o No, la siguiente pregunta:

¿Usted normalmente consumiría este producto?

Código de muestra	Respuesta

ANEXO 5.7.2: Resultados del análisis sensorial

Tabla A- 4: Resultados de la Evaluación Sensorial para el alfajor optimo en distintos días de almacenamiento.

PANELISTAS	DÍAS					
	0	2	5	7	9	11
1	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2	SI	SI	SI	SI	SI	NO
3	SI	SI	SI	SI	SI	NO
4	SI	SI	SI	SI	SI	NO
5	SI	SI	SI	NO	NO	NO
6	SI	SI	SI	SI	SI	SI
7	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8	SI	SI	SI	NO	NO	NO
9	SI	SI	SI	NO	NO	NO
10	SI	SI	SI	SI	SI	SI
11	SI	SI	SI	SI	SI	SI
12	SI	SI	SI	SI	SI	NO
13	SI	SI	SI	SI	SI	SI
14	SI	SI	SI	SI	SI	SI
15	SI	SI	SI	NO	NO	NO
16	SI	SI	SI	SI	NO	NO
17	SI	SI	SI	NO	NO	NO
18	SI	SI	SI	SI	NO	NO
19	SI	SI	SI	SI	SI	SI
20	SI	SI	SI	SI	SI	SI
21	SI	SI	SI	SI	SI	NO
22	SI	SI	SI	SI	SI	NO
23	SI	SI	SI	SI	SI	SI
24	SI	SI	SI	SI	SI	NO
25	SI	SI	SI	SI	NO	NO
26	SI	SI	SI	SI	SI	SI
27	SI	SI	SI	SI	SI	SI
28	SI	SI	SI	SI	NO	SI
29	SI	SI	SI	SI	SI	SI
30	SI	SI	SI	SI	SI	SI
RECHAZOS (NO)	0	0	0	5	9	15
ACEPTACIÓN (SI)	30	30	30	25	21	15
RECHAZOS (%)	0%	0%	0%	17%	30%	50%
ACEPTACIÓN (%)	100%	100%	100%	83%	70%	50%

Tabla A- 5: Resultados de la Evaluación Sensorial para la galleta del alfajor optimo en distintos días de almacenamiento.

PANELISTAS	DÍAS					
	0	2	5	7	9	11
1	SI	SI	SI	SI	SI	si
2	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4	SI	SI	SI	SI	SI	SI
5	SI	SI	SI	SI	SI	SI
6	SI	SI	SI	SI	SI	SI
7	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9	SI	SI	SI	SI	SI	SI
10	SI	SI	SI	SI	SI	SI
11	SI	SI	SI	SI	SI	SI
12	SI	SI	SI	SI	SI	SI
13	SI	SI	SI	SI	SI	SI
14	SI	SI	SI	SI	SI	NO
15	SI	SI	SI	SI	SI	SI
16	SI	SI	SI	SI	SI	SI
17	SI	SI	SI	SI	SI	SI
18	SI	SI	SI	SI	SI	SI
19	SI	SI	SI	SI	NO	si
20	SI	SI	SI	SI	SI	SI
21	SI	SI	SI	SI	SI	SI
22	SI	SI	SI	SI	SI	NO
23	SI	SI	SI	SI	SI	NO
24	SI	SI	SI	SI	SI	SI
25	SI	SI	SI	SI	SI	SI
26	SI	SI	SI	SI	SI	SI
27	SI	SI	SI	SI	SI	SI
28	SI	SI	SI	SI	SI	si
29	SI	SI	SI	SI	SI	NO
30	SI	SI	SI	SI	SI	SI
RECHAZOS (NO)	0	0	0	0	1	4
ACEPTACIÓN (SI)	30	30	30	30	29	26
RECHAZOS (%)	0%	0%	0%	0%	3%	13%
ACEPTACIÓN (%)	100%	100%	100%	100%	97%	87%

ANEXO 5.7.3: Datos de la linearización de la distribución de weibull

Tabla A- 6: Resultados de Linearización de Distribución de Weibull

K	t	h(t)	H(t)	Ln(t)	LnH(t)
29	7	3.44828	3.44828	1.94591	1.23787
28	7	3.57143	7.01970	1.94591	1.94872
27	7	3.70370	10.72341	1.94591	2.37243
26	7	3.84615	14.56956	1.94591	2.67893
25	7	4.00000	18.56956	1.94591	2.92152
24	9	4.16667	22.73623	2.19722	3.12396
23	9	4.34783	27.08405	2.19722	3.29895
22	9	4.54545	31.62951	2.19722	3.45409
21	9	4.76190	36.39141	2.19722	3.59433
20	9	5.00000	41.39141	2.19722	3.72307
19	9	5.26316	46.65457	2.19722	3.84277
18	9	5.55556	52.21013	2.19722	3.95528
17	9	5.88235	58.09248	2.19722	4.06204
16	9	6.25000	64.34248	2.19722	4.16422
15	11	6.66667	71.00915	2.39790	4.26281
14	11	7.14286	78.15200	2.39790	4.35866
13	11	7.69231	85.84431	2.39790	4.45254
12	11	8.33333	94.17765	2.39790	4.54518
11	11	9.09091	103.26855	2.39790	4.63733
10	11	10.00000	113.26855	2.39790	4.72976
9	11	11.11111	124.37967	2.39790	4.82334
8	11	12.50000	136.87967	2.39790	4.91910
7	11	14.28571	151.16538	2.39790	5.01837
6	11	16.66667	167.83205	2.39790	5.12296
5	11	20.00000	187.83205	2.39790	5.23555
4	11	25.00000	212.83205	2.39790	5.36050
3	11	33.33333	246.16538	2.39790	5.50600
2	11	50.00000	296.16538	2.39790	5.69092
1	11	100.00000	396.16538	2.39790	5.98183

Tabla A- 7: Resultados de Linearización de Distribución de Weibull para la galleta del alfajor optimo

K	t	h(t)	H(t)	Ln(t)	LnH(t)
5	9	20.00000	20.00000	2.19722	2.99573
4	11	25.00000	45.00000	2.39790	3.80666
3	11	33.33333	78.33333	2.39790	4.36097
2	11	50.00000	128.33333	2.39790	4.85463
1	11	100.00000	228.33333	2.39790	5.43081

ANEXO VI: ANÁLISIS BIOLÓGICO

ANEXO 6.1: DETERMINACIÓN DE LA DIETA

Tabla A- 8: Composición porcentual de las dietas utilizadas en las pruebas biológicas (g/100g)

COMPONENTES	DIETAS		
	Control	Aproteica	Óptima
Caseína	8.11%	0%	8.11%
Margarina	10%	10%	22.22%
Celulosa	5%	5%	3.6%
Almidón de maíz	71.89%	80%	64.42%
Mezcla de minerales	4%	4%	0.17%
Mezcla de vitaminas	1%	1%	1.48%
TOTAL	100%	100%	100.00%

ANEXO 6.2: PROCEDIMIENTO DE LA EVALUACIÓN BIOLÓGICA EN RATAS.

ANEXO 6.2.1: Procedimiento para Relación de Eficiencia Proteica (PER)

Pesado del alimento suministrado



Registrar el peso del alimento derramado



Ajustar el comedero



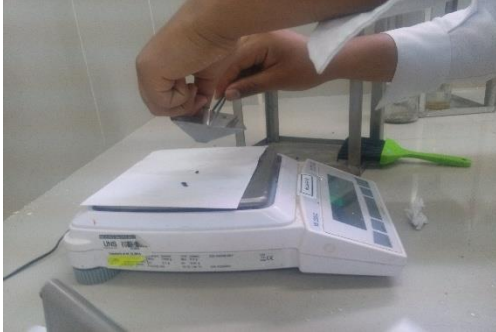
Registrar el peso corporal de cada rata



Jaulas metabólicas distribuidas en 3 grupos (Dietas)

ANEXO 6.2.2: Procedimiento para Digestibilidad Verdadera (DV)

Registrar el peso de las heces



Conservar las heces



Jaulas metabólicas distribuidas en 3 grupos (Dietas)

ANEXO 6.2.3: Procedimiento de Utilización Neta de las Proteínas (NPU)

SE ANESTESIÓ A LA RATA



SACRIFICIO DE LA RATA

SE USÓ
CLOROFORMO



OBTENER LA CARCASA



SECAR LA CARCASA



MOLER LA CARCASA



OBTENCIÓN DE HARINA
CORPORAL



ANEXO 6.3: DETERMINACIÓN DE NITROGENO

DETERMINACIÓN DE NITROGENO EN LAS DIETAS



DETERMINACIÓN DE NITROGENO EN LAS HECES



DETERMINACIÓN DE NITROGENO EN CARCASA CORPORAL



DETERMINACIÓN DE NITROGENO POR KJELDAHL



**ANEXO 6.4: ANÁLISIS CON RATAS DE LABORATORIO ALIMENTADAS
CON DIETA CONTROL, APROTEICA Y ÓPTIMA.**

Figura A- 9: Datos obtenidos del análisis biológico a la dieta Aproveico-1

Días	Alimento Suministrado	Alimento Desperdiciado	Alimento Digerido	Peso de Heces	Peso Corporal
0	15.16	10.67	4.49	1.21	41.32
1	10.05	5.05	5.00	1.25	37.54
2	10.44	5.82	4.62	2.33	35.37
3	10.05	5.19	4.86	2.35	36.34
4	10.01	6.96	3.05	0.14	36.38
5	10.02	6.43	3.59	0.78	36.49
6	12.10	7.34	4.76	0.90	36.76
7	10.04	5.45	4.59	0.96	36.97
8	10.13	6.13	4.00	0.99	37.34
9	10.72	2.61	8.11	1.99	37.56
10	10.02	2.71	7.31	1.78	37.92
11	10.51	2.02	8.49	2.02	38.26
12	10.02	2.04	7.98	1.95	38.33
13	10.08	2.32	7.76	1.13	38.46
14	10.15	2.35	7.80	1.12	38.59
15	10.23	2.36	7.87	1.56	38.92
16	11.22	2.45	8.77	1.99	39.03
17	10.22	1.58	8.64	1.58	39.29
18	10.56	1.49	9.07	2.23	39.46
19	10.84	2.56	8.28	1.98	39.72
20	10.56	2.3	8.26	1.89	39.84
21	10.45	1.59	8.86	1.79	39.95
22	10.23	1.18	9.05	1.70	40.06
23	10.03	1.26	8.77	1.60	40.18
24	9.84	1.28	8.56	1.51	40.59
25	9.64	2.33	7.31	1.41	41.00
26	9.45	2.65	6.80	1.32	41.56
27	9.25	1.33	7.92	1.22	42.06
28	9.06	1.68	7.38	1.13	42.68

Figura A- 10: Datos obtenidos del análisis biológico a la dieta Aproveico-2

Días	Alimento Suministrado	Alimento Desperdiciado	Alimento Digerido	Peso de Heces	Peso Corporal
0	15.09	6.46	8.63	2.95	50.07
1	10.31	2.91	7.40	3.34	42.72
2	10.27	3.80	6.47	4.56	43.35
3	10.22	4.11	6.11	4.80	43.65
4	10.02	1.98	8.04	0.61	44.00
5	9.99	3.06	6.93	0.70	44.29
6	9.06	2.85	6.21	0.76	44.59
7	10.59	2.87	7.72	0.90	44.84
8	10.51	2.86	7.65	1.06	44.99
9	10.60	1.70	8.90	1.23	45.26
10	10.03	1.79	8.24	1.13	45.54
11	10.09	0.73	9.36	1.15	45.92
12	10.02	0.80	9.22	1.16	46.26
13	10.14	1.22	8.92	1.03	46.39
14	10.22	1.20	9.02	1.05	46.54
15	10.33	1.11	9.22	2.00	46.86
16	10.22	0.98	9.24	2.11	47.14
17	11.23	0.99	10.24	1.99	47.33
18	10.51	1.00	9.51	1.89	47.60
19	10.64	1.13	9.51	1.75	47.80
20	10.33	1.12	9.21	2.00	48.00
21	10.42	0.99	9.43	1.99	48.21
22	10.33	1.05	9.28	2.05	48.50
23	10.272	1.05	9.23	2.10	48.85
24	10.214	1.04	9.17	2.16	49.00
25	10.156	1.04	9.12	2.21	49.16
26	10.098	1.03	9.06	2.27	49.54
27	10.04	1.03	9.01	2.32	49.85
28	9.982	1.03	8.96	2.38	50.06

Figura A- 11: Datos obtenidos del análisis biológico a la dieta Control-1

Días	Alimento Suministrado	Alimento Desperdiciado	Alimento Digerido	Peso de Heces	Peso Corporal
0	15.00	9.34	5.66	1.14	34.55
1	10.24	4.90	5.34	1.12	27.60
2	10.15	4.55	5.60	1.16	25.54
3	10.26	4.59	5.67	1.13	25.81
4	10.33	4.43	5.90	1.00	26.01
5	10.11	4.42	5.69	1.15	26.32
6	10.16	4.41	5.75	1.10	26.46
7	10.16	4.49	5.67	1.20	26.71
8	10.15	4.50	5.65	1.09	26.93
9	10.14	4.29	5.85	1.57	27.26
10	10.12	4.29	5.83	1.32	27.61
11	10.11	4.37	5.74	1.42	27.94
12	10.10	4.55	5.55	1.28	28.34
13	10.09	4.36	5.73	1.24	28.92
14	10.07	4.18	5.89	1.36	29.26
15	10.06	4.95	5.11	1.52	29.54
16	10.05	4.66	5.39	1.36	29.99
17	10.03	4.32	5.71	1.68	30.85
18	10.02	4.69	5.33	1.29	31.64
19	10.01	4.55	5.46	1.30	32.06
20	10.00	4.23	5.77	1.48	32.89
21	10.06	4.77	5.29	1.54	33.69
22	9.55	4.05	5.50	2.20	31.78
23	9.48	3.99	5.49	2.23	32.03
24	9.42	3.93	5.48	2.27	32.28
25	9.35	3.88	5.47	2.31	32.53
26	9.28	3.82	5.46	2.35	32.78
27	9.21	3.76	5.45	2.38	33.03
28	9.14	3.70	5.44	2.42	33.28

Figura A- 12: Datos obtenidos del análisis biológico a la dieta Control-2

Días	Alimento Suministrado	Alimento Desperdiciado	Alimento Digerido	Peso de Heces	Peso Corporal
0	15.03	9.94	5.09	1.11	41.43
1	10.49	4.31	6.18	0.38	35.18
2	10.38	3.22	7.16	1.15	33.84
3	10.31	2.09	8.22	1.20	34.44
4	10.02	0.73	9.29	0.96	35.29
5	10.02	5.49	4.53	0.47	36.17
6	10.02	5.60	4.42	0.48	36.92
7	10.04	5.50	4.54	0.95	37.46
8	10.15	3.48	6.67	0.89	38.02
9	12.13	4.55	7.58	0.78	38.59
10	10.15	4.62	5.53	0.76	39.03
11	10.23	4.18	6.05	0.89	39.21
12	9.94	5.23	4.71	0.92	39.45
13	9.89	5.49	4.40	0.90	39.85
14	10.15	5.69	4.46	0.86	40.11
15	11.23	4.89	6.34	0.84	40.42
16	10.59	5.30	5.29	0.95	40.75
17	10.54	5.69	4.85	0.84	40.99
18	10.33	6.78	3.55	0.79	41.32
19	10.56	6.39	4.17	0.85	41.68
20	10.45	6.58	3.87	0.84	42.00
21	10.22	5.49	4.73	0.95	42.26
22	10.06	5.98	4.07	0.86	42.54
23	10.01	6.06	3.94	0.86	42.86
24	9.96	6.15	3.82	0.86	43.18
25	9.92	6.23	3.69	0.86	43.50
26	9.87	6.31	3.56	0.86	43.82
27	9.83	6.39	3.44	0.86	44.15
28	9.78	6.47	3.31	0.86	44.47

Figura A- 13: Datos obtenidos del análisis biológico a la dieta Óptimo-1

Días	Alimento Suministrado	Alimento Desperdiciado	Alimento Digerido	Peso de Heces	Peso Corporal
0	15.01	6.20	8.81	0.55	47.29
1	10.33	6.02	4.31	0.03	46.25
2	10.05	4.17	5.88	0.04	46.23
3	10.22	3.79	6.43	0.05	46.36
4	10.04	4.90	5.14	0.40	46.58
5	10.02	7.00	3.02	0.20	46.76
6	10.44	5.19	5.25	0.22	46.91
7	10.08	3.22	6.86	0.45	47.25
8	10.01	6.42	3.59	0.48	47.49
9	10.35	3.70	6.65	0.33	47.67
10	10.23	6.60	3.63	0.35	47.91
11	10.81	5.52	5.29	0.44	48.32
12	10.62	4.87	5.75	0.55	48.56
13	10.35	4.32	6.03	0.55	48.81
14	10.42	4.55	5.87	0.56	49.19
15	10.55	4.23	6.32	0.58	49.51
16	10.23	5.20	5.03	0.60	49.81
17	10.36	5.22	5.14	0.70	50.11
18	10.42	4.95	5.47	0.66	50.43
19	10.25	4.58	5.67	0.74	50.79
20	10.92	4.79	6.13	0.68	51.26
21	10.55	4.88	5.67	0.70	51.89
22	10.54	4.95	5.59	0.75	52.33
23	10.56	4.98	5.57	0.77	52.79
24	10.57	5.02	5.55	0.79	53.01
25	10.58	5.05	5.53	0.81	53.79
26	10.60	5.09	5.51	0.83	54.89
27	10.61	5.12	5.49	0.85	55.69
28	10.62	5.16	5.47	0.88	57.33

Figura A- 14: Datos obtenidos del análisis biológico a la dieta Óptimo-2

Días	Alimento Suministrado	Alimento Desperdiciado	Alimento Digerido	Peso de Heces	Peso Corporal
0	15.06	10.69	4.37	0.35	39.50
1	10.30	6.43	3.87	0.05	35.43
2	10.08	5.78	4.30	0.15	39.52
3	10.37	6.96	3.41	0.17	40.06
4	10.02	7.41	2.61	0.20	40.33
5	10.01	7.77	2.24	0.10	40.66
6	10.27	7.25	3.02	0.10	41.03
7	10.07	6.42	3.65	0.14	41.48
8	11.11	8.36	2.75	0.16	41.92
9	15.02	6.52	8.50	0.15	42.36
10	10.02	6.68	3.34	0.13	42.72
11	10.35	6.50	3.85	0.15	43.00
12	10.33	4.11	6.22	0.16	43.23
13	10.36	5.23	5.13	0.14	43.56
14	10.45	5.66	4.79	0.10	44.12
15	10.65	5.45	5.20	0.16	44.62
16	10.33	4.99	5.34	0.10	44.95
17	10.22	5.32	4.90	0.16	45.30
18	10.20	5.66	4.54	0.15	45.60
19	10.03	5.10	4.93	0.20	46.10
20	10.08	5.03	5.05	0.19	46.50
21	10.36	5.00	5.36	0.18	46.99
22	10.30	4.69	5.62	0.20	47.33
23	10.35	4.48	5.87	0.20	47.66
24	10.41	4.28	6.13	0.20	48.00
25	10.46	4.07	6.39	0.22	48.66
26	10.51	3.87	6.65	0.21	49.33
27	10.57	3.66	6.91	0.19	50.00
28	10.62	3.46	7.16	0.25	50.66