



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



---

**“FORMULACIÓN, EVALUACIÓN FISCOQUIMICA Y  
SENSORIAL DE GALLETAS ELABORADAS CON  
SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*)  
CON HARINA DE ALGARROBA (*Prosopis pallida*) Y AVENA  
(*Avena sativa*)”**

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTORES:**

**BACH. PAUCAR DIAZ ALONSO ADOLFO**

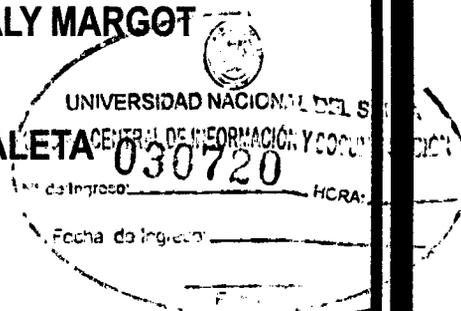
**BACH. RAMOS GARCIA NATALY MARGOT**

**ASESOR:**

**M. Sc. VICTOR CASTRO ZAVALA**

**NUEVO CHIMBOTE - PERÚ**

**2015**





## ACTA DE CONFORMIDAD DE ASESOR

El presente trabajo de investigación titulado: **“FORMULACIÓN, EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE GALLETAS ELABORADAS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*) CON HARINA DE ALGARROBA (*Prosopis pallida*) Y AVENA (*Avena sativa*)”**, 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° 434-2015-UNS-FI.

Chimbote, noviembre del 2015

M.Sc. Víctor Castro Zavaleta  
Asesor

**HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO**

**“FORMULACIÓN, EVALUACIÓN FISCOQUÍMICA Y SENSORIAL DE  
GALLETAS ELABORADAS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL HARINA DE  
TRIGO (*Triticum Spp*) CON HARINA DE ALGARROBA (*Prosopis  
Pallida*) Y AVENA (*Avena Sativa*)”**

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

Tesistas: **Bach. ALONSO ADOLFO PAUCAR DÍAZ**  
**Bach. NATALY MARGOT RAMOS GARCÍA**

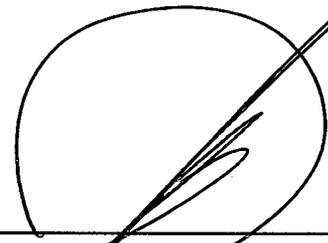
Revisado y Aprobado el día 18 de Noviembre del 2015 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante Resolución N° 370-2015-UNS-CFI



Dra. Elza Aguirre Vargas  
Presidente



Ms. Saúl Eusebio Lara  
Secretario



M.Sc. Víctor Castro Zavaleta  
Integrante

## DEDICATORIA

A mi Señor Jesucristo por estar siempre a mi lado e iluminarme en mi camino; por ser mi escudo y mi fortaleza, por ser el Centro de mi vida.

A mis padres Omar y Mabel que son las personas más especiales en mi vida; con todo su amor me apoyaron incondicionalmente a cumplir esta meta.

A mis hermanos Lili, Katty y Daniel por sus grandes consejos y enseñanzas que me brindan día.

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

***Nataly Margot Ramos García***

## DEDICATORIA

A Dios, por estar siempre presente  
brindado sabiduría e inteligencia;  
para poder seguir el sendero del  
bien, y así cumplir con todas mis  
metas.

A mis padres Alberto y Clelia, por estar  
siempre a mi lado, brindándome todo su  
apoyo incondicional, para así poder  
cumplir mis metas y seguir adelante.

A mi hermana Liz, por los consejos  
brindados, que me sirvieron para  
sobreponerme a los obstáculos que  
se te presentan en la vida.

A mis compañeros, por haberme  
brindado su amistad y haber vivido gratos  
momentos durante mi vida universitaria.

***Alonso Adolfo Paucar Díaz***

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecimiento especial al M.Sc. Víctor Castro Zavaleta por direccionarnos a realizar esta investigación, brindándonos su apoyo y orientándonos para así poder concluir satisfactoriamente este trabajo de investigación.

Al Ing. Lenin Palacios y John Gonzales, por el apoyo brindado en la realización de la parte experimental de este trabajo de investigación.

Al Ing. Pedro Ayala, por facilitarnos el ingreso a la Planta Piloto Agroindustrial; por sus sugerencias y apoyo al momento de la realización de las galletas.

A los docentes de E.A.P. Agroindustria, por los conocimientos y enseñanzas brindadas, durante el tiempo que duro nuestros estudios universitarios.

***Alonso Adolfo Paucar Díaz  
Nataly Margot Ramos García***

# INDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	4
2.1. EL ALGARROBO ( <i>Prosopis pallida</i> ).....	4
2.1.1. Generalidades Del Algarrobo.....	4
2.1.2. Taxonomía Y Morfología.....	6
2.1.3. Producción Nacional de algarrobo.....	9
2.1.4. Composición Química del algarrobo.....	11
2.1.5. Harina De Algarrobo.....	15
2.1.6. Usos Del Algarrobo.....	18
2.2. LA AVENA.....	18
2.2.1. Generalidades de la avena.....	18
2.2.2. Taxonomia y morfologia.....	20
2.2.3. Producción nacional.....	22
2.2.4. Composición química.....	23
2.2.5. Harina de avena.....	24
2.2.6. Usos de la avena.....	26
2.3. EL TRIGO.....	26
2.3.1. Generalidades del trigo.....	26
2.3.2. Taxonomia y morfologia.....	27
2.3.3. Composición química del trigo.....	30
2.3.4. Clasificación del trigo según su composición.....	31
2.3.5. Producción nacional.....	34
2.3.6. Harina de trigo.....	35
2.4. MEZCLAS ALIMENTICIAS.....	39
2.4.1. Complementación proteica.....	39
2.4.2. Computo químico.....	40
2.5. Control de calidad de las harinas.....	41
2.5.1. Contenido de humedad.....	41
2.5.2. Proteína.....	42
2.5.3. Prueba de ceniza.....	42
2.5.4. Color de las harinas.....	43

2.6.	Generalidades de la galleta.....	45
2.6.1.	Definición de galleta .....	45
2.6.2.	Clasificación.....	45
2.6.3.	Requisitos.....	46
2.6.4.	Ingredientes y su definición en la elaboración de galletas.....	47
2.6.5.	Etapas en la elaboración de galletas .....	60
2.6.6.	Materiales de embalaje.....	65
2.7.	Evaluación sensorial .....	70
2.7.1.	Definición.....	70
2.7.2.	Conducción del panel .....	71
2.7.3.	Método de escala hedónica.....	72
2.8.	Diseño estadístico de experimentos.....	72
2.8.1.	Procedimiento para la elaboración de galletas .....	72
2.9.	Análisis microbiológico.....	73
2.10.	Vida útil.....	73
III.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>75</b>
3.1.	Lugar De Ejecución.....	75
3.2.	Materia Prima e Insumos .....	75
3.2.1.	Materia Prima .....	75
3.2.2.	Insumos .....	76
3.3.	Equipos, materiales y reactivos.....	77
3.3.1.	En la elaboración de galletas.....	77
3.3.2.	Para la evaluación de las galletas .....	78
3.4.	Métodos .....	80
3.4.1.	Obtención de la harina de algarroba.....	80
3.4.2.	Análisis de las harinas de trigo, algarroba y avena.....	83
3.4.3.	Producción de galletas harina de trigo, algarroba y avena .....	85
3.4.4.	Evaluación de las galletas .....	93
IV.	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>97</b>
4.1.	Obtención de harina de algarroba.....	97
4.2.	Análisis de las harinas de trigo, algarroba y avena .....	102
4.2.1.	Caracterización químico proximal.....	102

4.2.2. Análisis fisicoquímico.....	106
4.3. Calculo del cómputo químico.....	108
4.4. Producción de galletas .....	111
4.5. Evaluación de galletas .....	117
4.5.1. Evaluación de la proteína de las galletas de harina de trigo, algarroba y avena.....	117
4.5.2. Evaluación sensorial.....	121
4.5.3. Evaluación del color de las galletas.....	135
4.6. Evaluación de la Mejor Formulación .....	149
4.6.1. Evaluación de la galleta de mejor formulación.....	149
4.6.2. Evaluación de envases .....	163
4.6.3. Vida útil de la galleta.....	169
V. CONCLUSIONES.....	170
VI. RECOMENDACIONES .....	172
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS: .....	173

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción Taxonómica del algarrobo ( <i>Prosopis pallida</i> ).....	7
Tabla 2: Composición de la pulpa de algarroba ( <i>Prosopis pallida</i> ).....	11
Tabla 3: Vitaminas de la pulpa de algarroba ( <i>Prosopis pallida</i> ).....	12
Tabla 4: Minerales de la pulpa de algarroba ( <i>Prosopis pallida</i> ).....	13
Tabla 5: Descripción Taxonómica de la avena ( <i>Avena sativa</i> L).....	20
Tabla 6: Composición Nutricional de la Avena.....	24
Tabla 7: Distribución del tamaño de las partículas de las harinas.....	25
Tabla 8: clasificación taxonómica del trigo.....	27
Tabla 9: Valor nutricional (por 100 g de porción aprovechable de trigo).....	31
Tabla 10: Clasificación del trigo con base en sus características generales de calidad y du uso industrial.....	33
Tabla 11: Composición Química de la Harina de Trigo.....	35
Tabla 12: Variación en el contenido de cenizas según el tipo de harina de trigo.....	43
Tabla 13: Formulación control utilizada para la producción de galletas.....	85
Tabla 14: Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) $2^2$ , incluyendo 4 ensayos factoriales, 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central.....	86
Tabla 15: Diseño de las mezclas establecidas por el programa Statistica 8.0.....	87
Tabla 16: Composición químico proximal de la Harina de Trigo en 100 g de harina.....	102
Tabla 17: Composición químico proximal de la harina de Algarroba en 100g de harina.....	103
Tabla 18: composición químico proximal de la harina de avena en 100 g de harina.....	105
Tabla 19: colorimetría de las harinas Trigo, Algarroba y Avena.....	106
Tabla 20: Cómputo químico (teórico) para las 11 formulaciones de galletas de harina de trigo, algarroba y avena.....	110
Tabla 21: Respuestas del análisis de Proteínas de las galletas de harina de trigo, algarroba y avena.....	117
Tabla 22: Coeficientes de regresión para respuesta proteína de las galletas de harina de trigo, algarroba y avena.....	118

Tabla 23: Análisis de varianza para la respuesta Proteína de las galletas.....	120
Tabla 24: Respuestas obtenidas del análisis sensorial de las galletas de harina de trigo, algarroba y avena.....	122
Tabla 25: Coeficiente de regresión para respuesta sabor de galletas de harinas de trigo, algarrobo y avena.....	124
Tabla 26: Análisis de varianza para la respuesta sabor de las galletas de harinas de trigo, algarroba y avena.....	125
Tabla 27: Coeficiente de regresión para respuesta Textura de galletas .....	128
Tabla 28: Análisis de varianza para la respuesta textura de la galleta.....	130
Tabla 29: Coeficiente de regresión para respuesta olor de galletas.....	134
Tabla 30: Coeficientes de regresión para la respuesta color de las galletas.....	137
Tabla 31: Respuestas obtenidas del análisis de colorimetría de las galletas fortificadas.....	137
Tabla 32: Coeficiente de regresión para respuesta Luminosidad de galletas ....	139
Tabla 33: Análisis de varianza para la respuesta Luminosidad de las galletas..	140
Tabla 34: Coeficiente de regresión para el ángulo de tonalidad de las galletas fortificadas.....	143
Tabla 35: Análisis de varianza para la respuesta ángulo de tonalidad de la corteza de las galletas fortificadas .....	144
Tabla 36: Coeficiente de regresión para la respuesta cromacidad de las galletas .....	148
Tabla 37: Composición porcentual (%) de las galleta Control y con mejor formulación (Optima).....	149
Tabla 38: porcentaje de humedad de las galletas control y con mejor formulación (Optima), durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23°C).....	151
Tabla 39: porcentaje de ceniza de las galletas control y con mejor formulación (Optima), durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23°C).....	153
Tabla 40: Variación de textura de las galletas control y con mejor formulación (Optima), durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23 °C).....	154

Tabla 41: Variación de la Actividad de Agua de las galletas control y con mejor formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23°C).....	157
Tabla 42: Colorimetría de la corteza de la galleta con mejor formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23 °C) .....	160
Tabla 43: requisitos microbiológicos para los productos de panificación, galletería y pastelería.....	162
Tabla 44: Análisis microbiológico de la galleta con mejor formulación (Optima), durante los días 0, 10, 20 y 30 de almacenamiento a temperatura ambiente (23 °C) .....	162
Tabla 45: Variación de peso de la galleta con mejor formulación (Optima), envasados en polipropileno, polietileno y PET, durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°) .....	163
Tabla 46: Variación del % de ganancia de peso de la galleta con mejor formulación (Optima), envasados en polipropileno, polietileno y PET, durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°)..	165
Tabla 47: ANOVA – Ganancia de Peso.....	166
Tabla 48: Variación del % de humedad de la galleta con mejor formulación (Optima), envasados en polipropileno, polietileno y PET, durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23 °C) .....	167
Tabla 49: Análisis de textura de la galleta con mejor formulación (Optima), envasados en polipropileno, polietileno y PET, durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23 °C).....	168

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fruto del algarrobo ( <i>Prosopis pallida</i> )	6
Figura 2: Morfología del algarrobo ( <i>Prosopis pallida</i> )	9
Figura 3: Elaboración de Harina de Algarroba	17
Figura 4: Granos de avena ( <i>Avena sativa L</i> )	20
Figura 5: Morfología de la avena ( <i>Avena Sativa</i> )	21
Figura 6: Trigo	27
Figura 7: Morfología del trigo	28
Figura 8: Bolsa de polietileno	66
Figura 9: Bolsa de polipropileno	67
Figura 10: Envase PET	68
Figura 11: Flujograma para la elaboración de la harina de algarroba	82
Figura 12: Diagrama de flujo para la elaboración de galletas	92
Figura 13: Vainas de Algarroba seleccionadas	97
Figura 14: Lavado de las vainas de algarrobo	98
Figura 15: Trozado de las vainas de algarrobo	98
Figura 16: Secado de vainas de algarrobo	99
Figura 17: Molienda de las vainas de algarrobo	99
Figura 18: Tamizado de la harina de algarroba	100
Figura 19: Envasado de la harina de algarroba	100
Figura 20: Diagrama de flujo definitivo para la obtención de harina de algarroba	101
Figura 21: Proceso de pesado	112
Figura 22: Proceso de amasado	112
Figura 23: Reposo de la masa	113
Figura 24: Laminado de masa	113
Figura 25: Cortado de la masa	114
Figura 26: Horneado de las galletas	114
Figura 27: Envasado de galletas	115
Figura 28: Diagrama definitivo para la elaboración de galletas de harina de trigo, algarroba y avena	116

Figura 29: Diagrama de pareto de efectos significativos de las harinas de algarroba y avena para la respuesta proteína de las galletas de harina de trigo, algarroba y avena .....	119
Figura 30: Superficie de respuesta para proteína de las galletas en función de: Contenido de harina de algarroba (%) y Contenido de harina de avena (%).....	121
Figura 31: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta sabor para galleta de harinas de trigo, algarroba y avena.....	124
Figura 32: Superficies de respuesta para el sabor de las galletas en función de: Contenido de harina de Algarroba (%), Contenido de harina de Avena (%).....	126
Figura 33: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta textura .....	129
Figura 34. Superficies de respuesta para la textura de las galletas fortificadas en función de: Contenido de harina de Algarroba (%), Contenido de harina de Avena (%).....	131
Figura 35: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta olor.	134
Figura 36: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta color. ....	136
Figura 37: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta Luminosidad general .....	140
Figura 38: Superficies de respuesta para luminosidad de las galletas en función a la luminosidad: Contenido de harina de Algarroba (%), y Contenido de harina de Avena .....	141
Figura 39: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta angulo de tonalidad.....	144
Figura 40: Superficies de respuesta para el ángulo de tonalidad de las galletas fortificadas en función de: Contenido de harina de Algarroba (%), Contenido de harina de Avena (%).....	146
Figura 41: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad.....	148

Figura 42: Variación del % humedad de las galletas control y con mejor formulación (Optima). durante los 30 días de almacenamiento a temperatura de ambiente (23°C) .....	151
Figura 43: Variación del % de ceniza de las galletas control y con mejor formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23°C) .....	153
Figura 44: Variación de la textura de las galletas control y con mejor formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23°C) .....	155
Figura 45: Variación de la actividad de agua de las galletas control y con mejor formulación (Optima), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23°C) .....	158
Figura 46: Variación de peso de la galleta con mejor formulación (Optima), envasados en polipropileno, polietileno y PET, durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C) .....	164
Figura 47: Variación del % de ganancia de peso de la galleta con mejor formulación (Optima), envasados en polipropileno, polietileno y PET, durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°) ..	165
Figura 48: variación del % de humedad de la galleta con mejor formulación (Optima), envasados en polipropileno, polietileno y PET, durante 30 días.....	167
Figura 49: variación de la textura de la galleta con mejor formulación (Optima), envasados en polipropileno, polietileno y PET, durante 30 días .....	168

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo obtener la mejor formulación para la elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de trigo, algarroba y avena, que cumpla con los estándares de calidad y las especificaciones técnicas peruanas, para poder lograr así un nuevo producto novedoso para el mercado, hecho a base de la utilización de harinas sucedáneas. Para cumplir con lo anteriormente dicho, se partió con una formulación base, a la que llamamos formulación control, la cual estaba constituida de: 51.72% de harina de trigo, 15.52% de azúcar, 12.94% de margarina, 3.44% de extracto de malta, 0.86% de bicarbonato de amonio y de 15,52% de agua. Para poder obtener la mejor formulación se elaboró galletas a partir de 11 formulaciones, constituidas con los tres tipos de harina (Harina de trigo, harina de algarroba y harina de avena), en diferentes proporciones, las cuales fueron establecidas utilizando el programa estadístico STATISTICA, utilizando el diseño experimental DCCR (Diseño Cuadrado Central Rotacional), manteniendo la proporción de los demás insumos igual al de la formulación control. Las cuales fueron evaluadas para obtener la mejor formulación, en función al porcentaje de proteína, sabor, textura olor y color, analizando los datos obtenidos con un nivel de significancia del 95%, utilizando el mismo paquete estadístico. Estas sirvieron para determinar la mejor formulación en cuanto al porcentaje de las harinas, las cuales fueron 80% de harina de trigo, 10% de harina de algarroba y 10% de harina de avena. Se elaboró la galleta optima (mejor formulación), el cual se analizó durante 30 días, cumpliendo los parámetros presentes en las normas técnica peruana, comparándolas con la galleta control (100% harina de trigo), el cual obtuvo 7.95% de proteína superando al de la galleta control (7.13%). Por último se evaluó el tipo de empaque (bolsa de polietileno, bolsa de polipropileno y envase termoformado PET), el cual se obtuvo una mayor conservación en el empaque de polipropileno, y también se determinó su tiempo de vida útil de la galleta almacenada a temperatura ambiente, mediante evaluación sensorial, encontrándose un tiempo de vida en anaquel de 36 días para el producto.

## **ABSTRACT**

This research work's main object is to get the best formulation to make cookies with partial substitution of wheat flour, oats and vetch that meets quality standards and Peruvian technical specifications in order to achieve a new innovative product for the market, made with the use of substitute flour. To accomplish the foregoing, it broke with a base formulation, which we call control formulation, which consisted of: 51.72% of wheat flour, 15.52% sugar, 12.94% margarine, 3.44% malt extract, 0.86% ammonium bicarbonate and 15.52% water. To obtain the best formulation cookie was made from 11 formulations, constituted with three types of flour (wheat flour, carob flour and oatmeal), in different proportions, which were established using statistical software STATISTICA, DCCR using the experimental design (design Rotational Central Square), maintaining the proportion of the other inputs equal to the Control formulation. Which were evaluated to obtain the best training, depending on the percentage of protein, flavor, texture, odor and color, analyzing data obtained with a significance level of 95%, using the same statistical package. These were used to determine the best formulation for percent flour, which were 80% of wheat flour, 10% carob flour and 10% oat flour. Cookie optimal (best formulation), which was analyzed for 30 days, meeting the parameters in the Peruvian technical standards, comparing them with cookie controls (100% wheat flour), which won 7.95% protein was prepared beating cookie Control (7.13%). Finally the type of packaging (polyethylene bag, polypropylene bag packaging and thermoforming PET), which increased conservation in the packaging of polypropylene was obtained, and also determined the lifetime of the cookie stored at room temperature was evaluated environment by sensory evaluation, finding time shelf life of 36 days for the product.

## I. INTRODUCCIÓN

La elaboración de galletas constituye un sector sustancial de la industria alimentaria, siendo uno de sus principales atractivos su variedad de tipos. Todas las galletas tradicionales se fabrican generalmente con harina de trigo, sin gran cantidad de salvado y pueden tener añadidas pequeñas cantidades de otras harinas o almidones, para conseguir sabores o propiedades estructurales especiales. Sin embargo, como la confección de galletas se ha extendido a países donde la harina de trigo no es muy abundante, o constituye una materia prima de importación cara, es deseable considerar otros materiales feculentos que se pueden utilizar en la confección de galletas o productos análogos; razón por la cual es imprescindible partir de las costumbres alimentarias regionales para evaluar la combinación de harinas sucedáneas obtenidas de leguminosas, avenas. (Saravia, 2013).

La cantidad o diversidad de recursos que posee un país o región, no garantiza el desarrollo que dicha sociedad pueda llegar a alcanzar. La gran diferencia radica en el aprovechamiento inteligente de esos recursos, y la visión que permita detectar las nuevas oportunidades que ofrece un mundo cada vez más globalizado e integrado.

Diversas investigaciones datan sobre sustituciones parciales de la harina de trigo por harinas de diferentes tipos de cereales, leguminosas y granos como la cebada, arveja, soya, etc.; todas estas conocidas bajo la denominación de "harinas sucedáneas".

Las harinas sucedáneas constituyen una ventaja para los países en desarrollo, debido a que se podría reducir las importaciones de harina de trigo y el aumento del uso potencial de los cultivos agrícolas. (Othon C., 1996)

Dentro de este pensamiento, nace la idea de desarrollar un alimento elaborado a partir del algarrobo, un recurso que Perú posee, en su región norte y cuya explotación con fines alimenticios se limita mayormente a la algarrobina y posterior comercialización.

La alternativa está, aparentemente, en una educación alimentaria orientada al consumo de dietas conformadas principalmente por alimentos de origen vegetal y obtener el máximo aprovechamiento de los recursos alimentarios disponibles en la región por lo que es posible la formación de complementos dietéticos basadas en productos vegetales, si se tiene en cuenta la diversidad de proteínas que contienen, pues en realidad no todos los cereales, leguminosas, tubérculos, raíces y frutos son deficientes en los mismos aminoácidos esenciales, lo que permite la complementación mutua entre ellos, obteniendo productos (galletas) que siendo de bajo costo, contengan un patrón apropiado de aminoácidos y la concentración apropiada de proteínas. Las galletas convencionales son productos gasificados con levaduras artificiales y contienen alta cantidad de azúcar y manteca. La combinación de harina, azúcar y manteca hace que estos productos sean altamente energéticos y que además posean pocas proteínas, vitaminas y minerales.

De lo expresado en los párrafos anteriores, ha servido como un incentivo para la elaboración de un producto de panificación novedoso (galletas), con un nuevo sabor en el mercado y con un mejoramiento nutricional. Así que la presente investigación, titulada "Formulación, evaluación fisicoquímica y sensorial de galletas elaboradas con sustitución parcial harina de trigo (*Triticum Spp*) con harina de algarroba (*Prosopis Pallida*) y avena (*Avena Sativa*)", tiene como objetivos determinar la mejor formulación de las harinas para elaborar galletas mediante el programa estadístico *statistica*, realizar la caracterización químico proximal de las harinas y de la galleta con mejor formulación, determinar el mejor envase para galletas y determinar el tiempo de vida útil de la galleta de mejor formulación.

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1. EL ALGARROBO (*Prosopis pallida*)

#### 2.1.1. Generalidades Del Algarrobo

El algarrobo es un árbol de zonas tropicales, crece en forma silvestre en zonas áridas, se encuentra distribuido a lo largo de la costa de océano pacífico, nativa de Perú, Colombia y Ecuador; naturalizada en Hawái, Puerto Rico y cultivada en la India y Australia. También se encuentran en Bolivia, Chile y Brasil. En Perú, se encuentra en la parte norte de la costa, predominando en los departamentos de Piura, Tumbes y Lambayeque. (Asencio, 1997).

El algarrobo es un árbol característico de la zona norte del Perú, su nombre proviene de la época de la conquista de los españoles que al ver la similitud con el algarrobo mediterráneo (*Ceratonia siliqua*) lo llamaron de manera similar.

Los nombres científicos de las especies de la zona son *Prosopis pallida* y *Prosopis juliflora*. Los algarrobos son árboles longevos, que poseen un sistema radicular complejo que les permite absorber agua a distintas profundidades así como raíces laterales que captan las lluvias con gran facilidad; esta es una de las características principales que las hacen capaces de sobrevivir en condiciones extremas de sequía, apreciables en los bosques secos de la región donde

constituyen excelentes especies para el control de dunas y contrarrestar la desertificación. (Traskauskas, 2001).

Del algarrobo se puede aprovechar la madera (pesada y de gran durabilidad) y su fruto (legumbre) que son vainas con un alto contenido de azúcares, llamadas comúnmente algarroba que se usa principalmente como forraje para ganado; también es utilizada para consumo humano en productos derivados como la algarrobina.

La especie predominante de la zona es la *Prosopis pallida*; tarda 4 años en crecer hasta llegar a su edad productiva (en que se pueden recoger las vainas) y ésta se extiende hasta la edad de veinte años normalmente. Cabe mencionar que la producción es estacional, la cosecha se realiza en el verano (de diciembre a marzo) y consiste en recoger las vainas caídas del árbol que son las que ya están maduras.

Diversos estudios realizados sobre la utilización de los frutos de la algarroba mencionan la oportunidad que brinda la elaboración de productos derivados para el desarrollo económico de las regiones haciendo referencia a sus características nutritivas. (Cruz, 1998).

## 2.1.2. Taxonomía Y Morfología

### 2.1.2.1. Taxonomía Del Algarrobo

El género *Prosopis* pertenece a la subfamilia Mimosaceae, familia leguminosae, comprende 44 especies. (Burkart. 1976).

De gran importancia en la composición arbórea y arbustiva de zonas áridas y semiáridas, abarcando su distribución el Sureste de Asia (tres especies nativas), África tropical (una especie nativa) y América (40 especies), llegando en este último continente desde el S.O. de EE.UU. hasta la Patagonia Argentina y Chile. De un total de 31 especies Sudamericanas. (Burkart, 1976)



Figura 1: Fruto del algarrobo (*Prosopis pallida*).

**Tabla 1: Descripción Taxonómica del algarrobo (*Prosopis pallida*).**

<b>Descripción botánica</b>	
Reino:	Plantae
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Mimosaceae
Género:	Prosopis
Especie:	Pallida

Fuente: Castillo, M. 1973.

### **2.1.2.2. Morfología Del Algarrobo**

Es un árbol de hasta 18 m de alto, o arbustos de 3 a 4 m, con tronco de 40 a 80 cm de diámetro, que a edad avanzada puede tener 2 m. Las ramas más gruesas se bifurcan desde los 10 cm sobre el suelo hasta 150 cm. Presenta espinas divaricadas, una sola en cada nudo de 1 a 4 cm de longitud. A veces hay ramas con espinas y sin ellas en la misma planta. Las hojas son bipinnadas y alternas cuando son jóvenes. Es común ver en los nudos de plantas adultas 2 a 10 hojas que nacen en ramitas muy cortas y juntas, semejantes a braquiblastos, de 2 a 8 cm de longitud, falcadas dorsalmente. Pero lo más frecuente es encontrar hojas con 2 a 3 pares de pinnas, de 2 a 6 cm de longitud, los folíolos opuestos a lo largo de un raquis, en número de 11 a 14 pares, distanciados 2 a 3 mm, entre cada par.

Los folíolos son lineales, obtusos, mucronados, regularmente pubescentes, de 8 mm de longitud por 1 a 3 mm de ancho, con presencia de glándulas cupuliformes, en la unión de cada par de pinnas. Las inflorescencias son de 8–14,5 cm de largo, 23 mm de ancho y un espesor de 10–13 mm, con flores subsésiles amarillo-verdosas, de cáliz sublobado, agudo; y con pétalos libres lineales lanceolados, de 2 a 3 cm de largo. Presentan 10 estambres libres, fuera de la corola, el polen es ricolporado. El ovario es estipitado, con estilo filiforme, y estigma pequeño. Un máximo de 366 flores en cada inflorescencia, y tiene mínimo de 238 flores; Sánchez (1984). El fruto es carnoso dulce, comprimido, de color amarillo paja, recto o algo curvado y apiculado, con márgenes paralelos en sus bordes, de 10 a 28 cm de longitud, 11 a 13 mm de ancho, 5 a 8 mm de espesor. Las semillas brillosas están cubiertas por el endocarpo duro, amarillo y sub-alado, la semilla es de color pardo ovoide de 6 a 7 mm longitud, 3 a 4 mm de ancho.



**Figura 2:** morfología del algarrobo (*Prosopis pallida*).

Presenta un sistema radicular bien diferenciado, con una raíz pivotante o a veces dos, que pueden llegar hasta 50 m, lo que les permite absorber agua de diferentes profundidades; y las raíces laterales que les sirven para absorber agua de lluvia rápidamente y fijarse en la parte superior del suelo. Éstas crecen paralelas al mismo, a una profundidad que oscila entre 15 y 25 cm. Son las encargadas de nutrir al árbol, ya que poseen los pelos absorbentes. Las raíces laterales de los árboles localizados en zonas desérticas llegan a desarrollarse hasta 2 o 3 veces el diámetro de la copa del árbol, habiéndose encontrado raíces hasta de 60 m de longitud. (Ferreyra, 1987).

### **2.1.3. Producción Nacional de algarrobo**

En plantaciones forestales efectuadas en suelos sueltos y arenosos la producción de algarroba (vaina o fruto) se inicia al

tercer año, como asimismo, creciendo en suelos calcáreos y pedregosos e irrigados con agua salina. La floración más abundante y estable se inicia al séptimo año. En plantaciones recientes, efectuadas a través de propagación vegetativa por estacas, se han obtenido producciones a los 18 meses. Generalmente existen dos cosechas al año, la cosecha principal ocurre en verano (enero-marzo) y la chica o San Juanera (junio-julio). En la última década en el Perú, las variaciones han sido bien marcadas, ocurriendo sólo cosechas San Juaneras en sectores colindantes a los ríos.

Actualmente existen una gran variación en cuanto a la producción de frutos entre árboles, algunos producen 2 a 8 kg de vainas al quinto año; otros más de 100 kg al año 10, dependiendo especialmente a la calidad del suelo. Sin embargo, se considera un buen promedio de productividad entre 40 y 60 kg de vainas. Con objetivos melíferos una hectárea de algarrobos puede albergar a dos colmenas de abejas, obteniéndose una producción de 100 a 150 botellas de miel y de 4 a 6 kg de cera. La producción de alcohol etílico, a partir del fruto del algarrobo, es de aproximadamente 27 litros por cada 100 kg de vainas.

#### 2.1.4. Composición Química del algarrobo

Diversos estudios realizados sobre la utilización de los frutos de la algarroba mencionan la oportunidad que brinda la elaboración de productos derivados para el desarrollo económico de las regiones haciendo referencia a sus características nutritivas. (Traskauskas, 2001).

La composición química se ha estudiado extensamente. La siguiente tabla resume la composición de la pulpa:

**Tabla 2: Composición de la pulpa de algarroba (*Prosopis pallida*).**

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad (g/100 g b.s.)</b>
Azúcares solubles	
totales	48,5
Sacarosa	46,1
Fructosa	1,26
Glucosa	1,02
Xilosa	0,27
Fibra dietética total	32,2
Fibra dietética insoluble	30,6
Proteína (N x 6.25)	8,1
Suma de aminoácidos	7,1
Proteína resistente	2,2
Grasa	0,77
Cenizas	3,6
Taninos condensados	0,41
Polifenoles solubles	
totales	0,81

Fuente: (Prokopiuk, 2004)

La fracción mayoritaria en el fruto la constituyen los azúcares solubles que representan alrededor del 50% del peso total. Está constituida por sacarosa, 95,4% y el resto por pequeñas cantidades de glucosa, fructuosa, galactosa, xilosa, arabinosa y fucosa.

Las sustancias solubles en etanol al 80% representan un 52,4% dado que un 48,5% corresponde a azúcares solubles y alrededor de 1% a polifenoles. La pulpa tiene un contenido bajo de grasa (0,8%), pocos polifenoles y un contenido bajo de taninos condensados.

**Tabla 3: Vitaminas de la pulpa de algarroba (*Prosopis pallida*)**

<b>Vitaminas</b>	<b>Cantidad (mg/kg muestra)</b>
Vitamina A	No detectada
Vitamina E	5
Vitamina B1	1,9
Vitamina B2	0,6
Vitamina B6	2,35
Acido nicotínico	31
Vitamina C	60
Ácido fólico	0,18
Pantotenato de calcio	10,5

**Fuente:** (Prokopiuk, 2004)

**Tabla 4: Minerales de la pulpa de algarroba (*Prosopis pallida*).**

<b>Minerales</b>	<b>Cantidad (g/kg b.s.)</b>
Potasio	26,5
Sodio	1,1
Calcio	0,76
Magnesio	0,9
Cobre	Trazas
Zinc	Trazas
Manganeso	Trazas
Hierro	0,33

**Fuente:** (Prokopiuk, 2004)

Los minerales presentes en la pulpa son principalmente potasio, sodio, calcio y magnesio. Y respecto a las vitaminas, encontramos presentes en mayor cantidad la vitamina C y el ácido nicotínico, así como el pantotenato de calcio.

La algarroba presenta muchas propiedades nutricionales o alimenticias, entre ellas tenemos:

- **Vitamina B9 o ácido fólico:** Este complemento ayuda a prevenir la anemia, leucemia y problemas cardiovasculares con la formación de glóbulos rojos, y problemas digestivos con la formación de ácidos. Además es fundamental durante el embarazo, ya que ayuda con el crecimiento y reproducción celular, ayudando a estructurar el sistema nervioso del feto.

- **Fibra:** Está ayuda a disminuir el colesterol o cualquier otra sal biliar, también a la disminución de sustancias peligrosas dentro de la sangre como glucosas y ácidos grasos.
- **Potasio:** Junto con el sodio ayuda al cuerpo humano a los movimientos musculares e impulso nervioso. Ayuda también a balancear el agua de la sangre y de los tejidos.
- **Hidratos de carbono:** Contribuye a dar energía tanto física como intelectual al ser humano. La persona necesita de ciertas glucosas que los carbohidratos poseen.
- **Magnesio:** Gracias a esta propiedad la persona mejora los impulsos tanto de los nervios como de los músculos. Además se encarga de fortalecer el sistema óseo del cuerpo y cardiovascular.
- **Vitamina B1:** Brinda energía al cuerpo humano, cuida la piel y realiza mantenimiento al sentido de la vista. Evita en cansancio, la poca actividad mental, depresión y falta de coordinación.
- **Hierro:** Ayuda a transportar el oxígeno de los pulmones hacia todos los órganos del cuerpo humano. Aumenta la capacidad de aprendizaje y previene enfermedades ya que ayuda a potenciar las defensas frente a los microorganismos.

- **Fosforo:** Mejora el entendimiento y la memoria, ya que logra una mejor comunicación entre las células. Además contribuye con el reforzamiento de la dentadura, leche materna y el sistema óseo y muscular.
- **Carotinoides:** Estos contribuyen al lento envejecimiento de las células y evita distintos tipos de cáncer, aumentando la capacidad de fortalecimiento de nuestro sistema inmunitario. Ayuda a formar la vitamina A.

### **2.1.5. Harina De Algarrobo**

La harina hoy en día es comercializada para usarla en la elaboración de productos de panificación y pastelería, helados, tofes e incluso para tratamientos medicinales. Por ser rica en fibras, pectina y lignina posee propiedades anti diarreicas y reduce las bacterias de la flora intestinal.

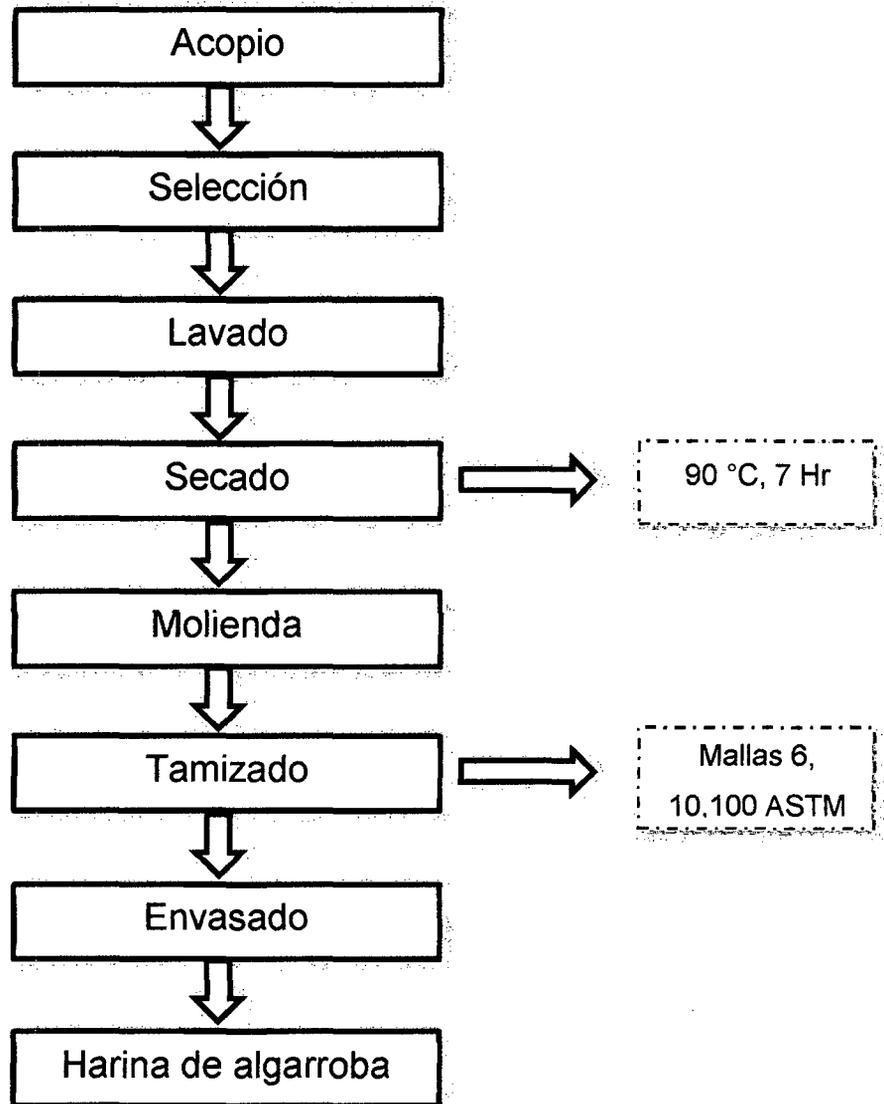
La harina se obtiene a través del proceso de molienda de la algarroba, posteriormente tamizada, separando granos gruesos y finos, para obtener partículas menores a 0,15 cm. (Grados, 2011)

El proceso para la producción de harina de algarroba consta de los siguientes pasos:

Acopio, selección, almacenamiento, lavado, secado, molienda, tamizado y envasado.

### 2.1.5.1. Obtención De Harina De Algarrobo

- **Acopio:** Consiste en abastecerse de materia prima, sea mediante la recolección o compra de algarroba,
- **Selección:** La algarroba es recolectada del suelo y de modo manual, por esto se debe realizar una selección exhaustiva.
- **Lavado:** Consiste en lavar las vainas con agua, con el fin de sacar la materia prima adherida.
- **Secado:** Para poder realizar una mejor molienda, en la siguiente operación, se procede a reducir la humedad de las vainas.
- **Molienda:** Consiste en moler las vainas con un molino pulverizador.
- **Tamizado:** Con el objetivo de separar las partículas finas de la harina (obtener harina fina), se realiza el tamizado através de tamices.
- **Envasado:** El producto final se envasa en botellas u otro contenido que no deteriore su calidad.



**Fuente:** Ruiz & Cruz (n.d). *Productos industrializables de la algarroba Peruana (prosopis pallida): algarrobina y harina de algarroba.*

**Figura 3: Elaboración de Harina de Algarroba.**

### **2.1.6. Usos Del Algarrobo**

El objetivo es lograr fracciones diferentes según el grado de molienda, esto permite una diversificación de usos.

Fracción Gruesa: de uso en la alimentación animal, para rumiantes en especial, por contener mayor porcentaje de fibra, principalmente lignina.

Fracción Media: de uso en alimentación animal, animales menores, contiene un mayor porcentaje de semillas (fracción con mayor contenido de proteínas).

Fracción Fina: con mayor posibilidad de uso en la alimentación humana, mediante la diversificación de productos a partir de la harina. Contiene un menor porcentaje de fibra (predomina la celulósica) y tiene un mayor contenido de azúcares y aporte energético.

## **2.2. LA AVENA**

### **2.2.1. Generalidades de la avena**

La avena, como todas las otras variedades de granos, pertenece a la familia Poaceae. La *Avena sativa* L (avena común) es la más importante entre las avenas cultivadas y se cree que su origen es asiático. El cultivo de avena es anual y se utiliza en la nutrición de humanos y animales. Antes de ser utilizada como alimento, se aplicaba con fines medicinales. Con el desarrollo en el campo de la nutrición, la avena fue

reconocida como alimento saludable a mediados de 1980 por sus efectos en la prevención de enfermedades cardiovasculares y por lo tanto se convirtió en un alimento popular para la nutrición humana. (Whole G *et.al* , 2009).

Las avenas cultivadas tienen su origen en Asia Central. La historia de su cultivo es más bien desconocida, aunque parece confirmarse que este cereal no llegó a tener importancia en épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, ya que, antes de ser cultivada, la avena fue considerada como una mala hierba de estos cereales. Los 5 primeros restos arqueológicos se hallaron en Egipto, y se supone que eran semillas de malas hierbas, ya que no existen evidencias de que la avena fuese cultivada por los antiguos egipcios. Los restos más antiguos encontrados de cultivos de avena se localizan en Europa Central, y están datadas de la Edad del Bronce. (García, 2007).

A nivel mundial, la avena constituye un cereal minoritario en comparación con otros cereales como el trigo, el maíz y el arroz, ya que representa un 1.5% de la producción global total de los cereales, siendo similar en producción a los cereales de sorgo y centeno (Morris, 2000). Actualmente los productores más importantes de este cereal son Rusia, Canadá, Estados Unidos de América, Alemania, Finlandia y Australia (Galdeano *et al.*, 2009).

## 2.2.2. TAXONOMIA Y MORFOLOGIA

### 2.2.2.1. Taxonomía de la avena

La avena es una especie monocotiledónea anual, perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas).

El cultivo de avena *Avena sativa* L. se utiliza principalmente para la obtención de grano, el cual puede destinarse a alimentación humana (avena machacada y harina), o a alimentación animal.



Figura 4: granos de avena (*Avena sativa* L)

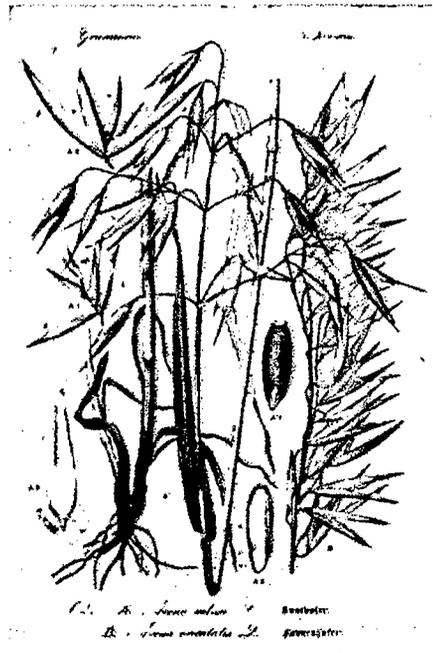
Tabla 5: Descripción Taxonómica de la avena (*Avena sativa* L).

Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Liliopsida</i>
Orden:	<i>Poales</i>
Familia:	<i>Poaceae</i>
Subfamilia:	<i>Pooideae</i>
Tribu:	<i>Aveneae</i>
Género:	<i>Avena</i>
Especie:	<i>Avena sativa</i> L

Fuente: Galdeano *et al.*, 2009

### 2.2.2.2. Morfología de la avena

La Avena (*Avena Sativa*) es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas. Posee raíces más abundantes y profundas que las de los demás cereales; los tallos son gruesos y rectos, pueden variar de medio metro hasta metro y medio, están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos; las hojas son planas y alargadas; su borde libre es dentado, el limbo de la hoja es estrecho y largo; la flor es un racimo de espiguillas, situadas sobre largos pedúnculos y el fruto es en cariósipide, con las glumillas adheridas. (García, 2007).



**Figura 5: Morfología de la avena (*Avena Sativa*).**

- **Raíz:** Es una planta de raíces reticulares, potentes y más abundantes que en el resto de los cereales.
- **Tallo:** Su tallo es grueso y recto con poca resistencia al vuelco, su longitud puede variar de 50 cm a un metro y medio.
- **Hojas:** Posee hojas lanceoladas de hasta unos 4 cm de longitud. son planas y alargadas, con un limbo estrecho y largo de color verde oscuro.
- **Flores:** Las flores aparecen en espigas, pero lo que más se conocen son los granos que maduran sobre la misma espiga. Alcanzan 1,5 cm y presentan una forma bastante alargada y estrecha. Sus flores se presentan en espigas de dos o tres de ellas.
- **Fruto:** El fruto es en cariósipide, con las glumillas adheridas.

### 2.2.3. Producción nacional

La avena en el Perú mayormente se cultiva para forraje. Las hojuelas de avena (kuaquer) se elaboran con avena importada.

En la sierra se localiza el área de pastos naturales más importante, que alberga la casi la totalidad de la población ganadera nacional: 97% de los ovinos, 70% de los vacunos, 80% de los equinos y el 100% de los camélidos (alpaca, llama y vicuña). La capacidad de soporte de estos pastos naturales

es muy baja y no supera, por lo general, a 1 unidad ovino/ha/año, por lo que debe mejorarse a través de la siembra de plantas forrajeras, como la avena, que se adapten a los 3 300 y los 4 400 msnm; donde la actividad agrícola es muy limitada por los factores climáticos de altura, frío, heladas y precipitaciones bajas etc. Existen tecnologías de conservación del forraje de avena, que permitirá guardar forraje para épocas de escasez, haciendo sostenible la producción ganadera de las regiones alto andinas. (<http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/programa/cereales/avena.htm>)

#### **2.2.4. Composición química**

Debido a que la avena no es adecuada para la fabricación de pan, por su falta de gluten, se sirve como “porridge” o cereales para el desayuno, a base de avena triturada o laminada. La harina de avena se utiliza en una variedad de productos horneados y suele mezclarse con harina de trigo. La avena entera contiene altas cantidades de nutrientes valiosos, tales como fibra soluble, proteínas, ácidos grasos insaturados, vitaminas y minerales (Tabla 6), elevadas concentraciones de fibra dietética con propiedades antioxidantes y otros fitoquímicos que le otorgan propiedades eficaces contra la enfermedad cardiovascular y algunos tipos de cáncer (Jacobs DR et.al, 1998).

**Tabla 6: Composición Nutricional de la Avena (*Avena sativa* L).**

<b>Composición del grano de avena grano de avena</b>	<b>%</b>
<b>Humedad</b>	13,3
<b>Proteínas</b>	13
<b>Lípidos</b>	7,5
<b>Fibra</b>	10,3
<b>Cenizas</b>	3,1
<b>Calcio (mg/100g)</b>	60
<b>Fosforo (mg/100g)</b>	372
<b>Hierro (mg/100g)</b>	3,8
<b>Zinc (mg/100g)</b>	3,9
<b>Yodo (mg/100g)</b>	16
<b>Tiamina (mg/100g)</b>	0,5
<b>Riboflavina (mg/100g)</b>	0,14
<b>Niacina (mg/100g)</b>	1,3
<b>Energía (mJ/100g)</b>	1,61

Fuente: Kirk RS, Sawyer R Pearson's, 1999

### **2.2.5. Harina de avena**

La harina de avena es el resultado de la molienda de la avena, la cual es una planta de la familia de las poáceas. Por sus propiedades alimentarias en USA se ha convertido en el cereal más utilizado después del maíz. Es rico en proteínas e hidratos de carbono, siendo recomendados en tratamientos de obesidad y de personas diabéticas. Contiene vitaminas del

grupo B y diversos minerales, contribuyendo a prevenir la calvicie y la gripe.

La harina de avena obtenida es un polvo blanco, poco claro, que fluye libremente, sin terrones, y con un olor característico parecido al de la nuez.

La Tabla 07 presenta la granulometría de las harinas. Se puede apreciar que la de avena, que incluyó el salvado del grano, fue la más gruesa de las tres y la de trigo la más fina. Esta característica influye en la dispersibilidad de las harinas, lo cual es importante, pues una apropiada distribución de partículas permite mayor uniformidad de la masa del producto terminado en que se utilice. El tamaño de las partículas está relacionado con propiedades como la densidad de bulto y la capacidad de absorción de agua y con características sensoriales como el aspecto, sabor y la textura. Se ha informado que los productos de soya más finos tienen un poco más de funcionalidad que los gruesos. (Linden G, *et.al*, 1994).

**Tabla 7: Distribución del tamaño de las partículas de las harinas.**

Granulometría (nm)	Harinas		
	Avena (%)	Trigo (%)	Soya (%)
>1	0,2	0,9	0,3
>0,5	12,8	0,4	0,6
>0,4	12,0	0,4	0,6
>0,2	29,3	10,8	21,6
<0,2	45,6	87,3	77,1

Fuente: Linden G, *et.al*, 1994

### **2.2.6. Usos de la avena**

Posible base de preparación del whisky. También se utiliza en la fabricación de piensos para el ganado equino, mular, vacuno y ovino. Se recomienda usarla en animales de trabajo y reproductores por su alto contenido en vitamina E. También se utiliza en forraje verde o asociada con cebada y veza. (Linneo, 2009).

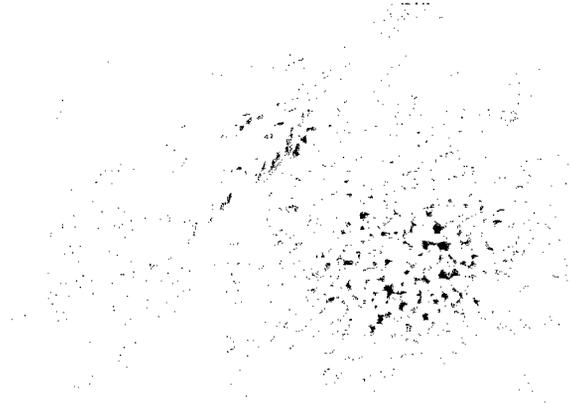
## **2.3. EL TRIGO**

### **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 estos cereales. (Aykrod *et.al.* 1970). El trigo es uno de los tres cereales más producidos 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 (Foreno, 2000).

## 2.3.2. TAXONOMIA Y MORFOLOGIA

### 2.3.2.1. Taxonomía del trigo



**Figura 6: Trigo.**

**Tabla 8: clasificación taxonómica del trigo (*Triticum Spp*).**

<b>Reino:</b>	<b><i>Plantae</i></b>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Liliopsida</i>
Orden:	<i>Poales</i>
Familia:	<i>Poaceae</i>
Subfamilia:	<i>Pooideae</i>
Tribu:	<i>Triticeae</i>
Género:	<i>Triticum</i>

Fuente: Gallejo, (2002)

### 2.3.2.2. Morfología del trigo

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



**Figura 7: Morfología del trigo.**

- **Raíz**

El trigo posee una raíz fasciculada o raíz en cabellera, es decir, con numerosas ramificaciones, las cuales alcanzan 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 linear-lanceolada (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 invaginación 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).

### **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 la 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).

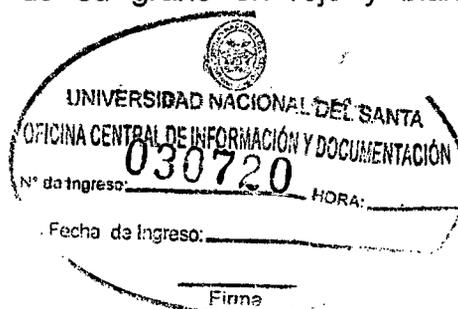
**Tabla 9: Valor nutricional (por 100 g de porción aprovechable de trigo) (*Triticum Spp*).**

Nutrientes	Cantidad	Unidad
Humedad	14,2	Gr
Proteínas	13,0	Gr
Carbohidratos totales	69,6	Gr
Extracto etéreo	1,7	Gr
Fibra	2,9	Gr
Ceniza	1,5	Gr
Calcio	54,0	Gr
Tiamina	0,56	Mg
Riboflavina	0,05	Mg
Niacina	4,96	Mg
Caroteno	0,01	Mg
Hierro	3,7	Mg
Fosforo	340	Mg
Energía	354	Mg

Fuente: De la Vega, (2009)

#### 2.3.4. Clasificación del trigo según su composición

Son varios los tipos de trigos 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 su grano en rojo y blanco. El trigo



tetraploide (*Triticum durum*) es comúnmente conocido como durum o cristalino y tiene color ámbar.

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 11). Los trigos de gluten fuerte y extensible (grupo 1) 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. Estos 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.). Por otro lado, los trigos de endospermo suave (o blando) y gluten débil (grupo 3), son requeridos en la industria galletera y de repostería. Estos trigos deben poseer un contenido de proteína menor que el de los trigos 1 y 2, los trigos de gluten tenas (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 sobremezclado, deficiente capacidad de expansión durante la

fermentación y del horneado, y pobres características de manejo y moldeado. El trigo cristalino o durum (grupo 5) produce semolina (harina gruesa) de color amarillo y posee un gluten medio fuerte a fuerte y tenaz, adecuado para elaborar pastas alimenticias muy densas y resistentes.

**Tabla 10: Clasificación del trigo con base en sus características generales de calidad y de uso industrial. (*Triticum Spp*).**

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

Fuente: Peña et al., (1991)

### **2.3.5. Producción nacional**

Es un cereal empleado en la dieta diaria mayormente en forma de pan, galletas, y fideos. La producción nacional sólo satisface el 12% de nuestra demanda debiendo importarse el 88% restante. Esta importación alcanzó aproximadamente 1'531,927 t de trigo en el año 2008, siendo en el año 1960 de 359,668 t. La dependencia en la importación de trigo extranjero pone en peligro la seguridad alimentaria y afecta en forma significativa la economía de nuestro país. Hecho que se hizo muy evidente en el último quinquenio donde el precio del trigo empezó a subir desde 188.09 en Junio del 2006 hasta alcanzar los \$ 421.60 en Mayo del 2008, teniendo un precio en Febrero del 2010 de 283.76 U.S /t.

Se siembran aproximadamente 150,000 has, mayormente en la sierra bajo condiciones de secano similares a los de la cebada entre los 2800 a 3500 m de altura con un rendimiento promedio nacional de 1300 kg/ha.

Un porcentaje muy pequeño se siembra en la costa, bajo mediana a alta tecnología de producción y frecuentemente bajo riego, cosechándose entre 4,000 a 7,000 Kg/ha.

## 2.3.6. Harina de trigo

### 2.3.6.1. Definición

Por harina de trigo se entiende al producto elaborado con granos de trigo común, *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 153, 1985)

### 2.3.6.2. 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 11: Composición Química de la Harina de Trigo (*Triticum Spp*)**

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%
Azucares	2 – 3%

Fuente: Calaveras, (1996)

### 2.3.6.3. Principales componentes de la harina de trigo

- **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 las 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 amilopectina (parte externa), unidos entre sí por enlaces de hidrogeno. (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 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.

#### **2.3.6.4. 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 ceros (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 formación de gluten. Solo se utiliza en panes de molde y pastelería. (Aguirre et. Al, 1997).

#### **2.3.6.5. Harina para productos de pastelería**

En general, salvo excepciones, las harinas galleteras suelen ser flojas, con poco gluten y muy extensibles. El contenido en proteínas que tienen usualmente es del 8 a 9%, cuando el tipo de galleta a elaborar es quebradiza y semidulce, mientras que para aquellas otras galletas esponjosas y bizcochos o aquellas otras que en su formulación contienen algo de levadura prensada, el porcentaje de proteínas es de entre 9 y 10%. La fabricación de galletas consiste en amasar harina, agua, grasa, azúcar y otros ingredientes. Dejando reposar bastante tiempo la masa para facilitar el laminado: por medio de rodillos se hace gradualmente una lámina fina que se troquea en base

a la forma que se desea. Si la harina resulta demasiado fuerte de elasticidad del gluten provocará una contracción de la masa en la laminadora y en el horno, dando por resultado la obtención de piezas muy compactas y a la vez reducidas. También si la harina es muy tenaz repercutirá en el encogimiento y en la reducción del diámetro y en el aumento del espesor.

## **2.4. 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 que se destinan principalmente a la población infantil en riesgo de desnutrición a fin de cubrir mejor sus necesidades nutricionales.

### **2.4.1. 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, 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)

#### **2.4.2. 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 del 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 aminoácidos esenciales su SQ es cero.

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.

$$\text{Computo químico} = \frac{\text{g.AAE.Alimento o mezcla}}{\text{g.AAE.Proteína patrón}}$$

El computo aminoácido califica las proteínas, estableciendo una comparación porcentual entre la composición aminoacidica de una proteína patrón que garantiza una óptima síntesis proteica y la composición aminoacidica 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 adoptar aminoácidos útiles para favorecer la síntesis proteica (Vásquez, *et. al.*, 2005).

## **2.5. Control de calidad de las harinas**

### **2.5.1. 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 de 15 % de humedad. (Repo-Carrasco, 1998).

### **2.5.2. 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 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).

### **2.5.3. Prueba de ceniza**

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 mufra a una temperatura de 600 – 400 °C durante 6 horas. Al finalizar este

tiempo se pesa y se calcula como porcentaje de materia original. (Repo-Carrasco, 1998).

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

**Tabla 12: Variación en el contenido de cenizas según el tipo de harina de trigo**

<b>Harina</b>	<b>Contenido de Cenizas</b>
	<b>%</b>
Especial	0.64 máximo
Extra	0.65 – 1.0
Corriente	1.01 – 1.20
Semi-integral	1.21 – 1.40
Integral	1.41 mínimo

**Fuente: Repo-Carrasco, (1998)**

#### **2.5.4. Color de las harinas**

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 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.

Cuanto más cerca del valor 100, la más clara es la harina:  $a^+$  indica tonalidad predominante para el rojo,  $a^-$ , tonalidad predominante para el verde, mientras  $b^+$  indicas 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 le 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).

## **2.6. Generalidades de la galleta**

### **2.6.1. Definición de galleta**

Las galletas son productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidas por el cocimiento de masa preparada con harina, con o sin leudantes, leches, féculas, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, saborizantes, colorantes, conservadores y otros ingredientes permitidos debidamente autorizados (INDECOPI, 1992).

Galleta es el producto elaborado fundamentalmente, por una mezcla de harina, grasas y aceites comestibles o sus mezclas y agua, adicionada o no de azúcares, de otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos, sometida a proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada caracterizado por su bajo contenido de agua. (Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994).

### **2.6.2. Clasificación**

Según INDECOPI (1992), las galletas se clasifican:

- **Por su Sabor:** saladas, dulces y sabores especiales.
- **Por su Presentación:**

Simple: Cuando el producto se presenta sin ningún agregado posterior luego de cocidas.

Rellenas: Cuando entre dos galletas se coloca un relleno apropiado.

Revestidas: Cuando exteriormente presentan un revestimiento de baño apropiado pudiendo ser simples o rellenas.

- **Por su forma de Comercialización:**

Galletas Envasadas: Son las que se comercializan en paquetes sellados de pequeñas cantidades.

Galletas a Granel: Son las que se comercializan generalmente en cajas de cartón, hoja lata o tecnoport.

### **2.6.3. Requisitos**

INDECOPI (1992) además, especifica los siguientes requisitos a considerarse en la fabricación de galletas:

- Deberán fabricarse a partir de materias sanas y limpias, exentas de impurezas de toda especie y en perfecto estado de conservación.
- Será permitido el uso de colorantes naturales y artificiales conforme a la norma técnica 22:01-003 Aditivos alimentarios.
- Requisitos fisicoquímicos: Deberá presentar los siguientes valores, los que se indican como cantidades máximas permisibles.

- ✓ Humedad: máx. 12 %
- ✓ Cenizas Totales (libres de Cloruro): 3 %
- ✓ Índice de Peróxido :máx. 5 mg/Kg
- ✓ Acidez (expresada en ác. Láctico) :máx. 0.10%

Será autorizado el uso de los siguientes aditivos en las dosis máximas permitidas de acuerdo a las prácticas correctas de fabricación:

- Emulsionantes y estabilizantes, tales como lecitina, mono y di glicéridos.
- Antioxidantes.
- Espesantes, tales como albumina, clara de huevo, etc.
- Conservadores, tales como ác. Propiónico y sus sales de calcio y sodio, ác. Sorbico y sus sales alcalinas, etc.
- Mejoradores, como ác. Tartárico, ác. Cítrico, bicarbonato de sodio, carbonato de amonio, etc.

#### **Requisitos Microbiológicos:**

Deberán estar exentos de microorganismos patógenos.

### **2.6.4. Ingredientes y su definición en la elaboración de galletas**

#### **A) HARINA**

Las harinas blandas son indispensables para la elaboración de galletas, estas harinas se obtienen normalmente a partir de los trigos blandos de invierno. Su

contenido proteico es normalmente inferior al 10%. La masa que se obtiene es menos elástica y menos resistente al estiramiento que la masa obtenida con harina fuerte (más del 10% de proteínas). Las proteínas del gluten pueden separarse en función de su solubilidad. Las más solubles son las gliadinas, que constituyen aproximadamente la tercera parte del gluten y contribuye a la cohesión y elasticidad de la masa, masa más blanda y más fluida. Las dos terceras partes restantes son las gluteninas, contribuyen a la extensibilidad, masa más fuerte y firme. (Duncan *et. al.*, 1989).

Al añadir agua a la harina se forma una masa a medida que se van hidratando las proteínas del gluten. Parte del agua es retenida por los gránulos rotos de almidón. Cuando se mezcla y se amasa la harina hidratada, las proteínas del gluten se orientan, se alinean y se despliegan parcialmente. Esto potencia las interacciones hidrofóbicas y la formación de enlaces cruzados disulfuros a través de reacciones de intercambio de disulfuro. Se establece así una red proteica tridimensional, viscoelástica, al transformarse las partículas de gluten iniciales en membranas delgadas que retienen los gránulos de almidón y el resto de los componentes de la harina. Las uniones entre las cadenas de glutenina se establecen a través de

diferentes tipos de enlace, puentes disulfuro, enlaces entre los hidrógenos de los abundantes grupos amido de la glutamina, probablemente el más importante, pero también desempeñan un papel importante los enlaces iónicos y las interacciones hidrófobas. Si las galletas se hacen con una harina muy dura, resultan duras, más que crujientes y tienden a encogerse de forma irregular tras el moldeo. Estos problemas hacen necesario un estrecho control de las propiedades de la harina en la industria galletera. Una buena masa es aquella que puede incorporar una gran cantidad de gas, y retenerlo, conforme la proteína se acomoda durante la cocción de la galleta. Para la obtención de la masa también se necesita un trabajo mecánico (amasado). Durante el desarrollo de la masa las gigantes moléculas de glutenina son estiradas en cadenas lineales, que interaccionan para formar láminas elásticas alrededor de las burbujas de aire. Las tensiones mecánicas son suficientes para romper temporalmente los enlaces de hidrógeno, que son de gran importancia para el mantenimiento de la unión de las distintas proteínas del gluten. Bajo las tensiones mecánicas, las reacciones de intercambio entre grupos sulfhidrilo vecinos permiten que las subunidades de glutenina adopten posiciones más extendidas. Estas reacciones de intercambio requieren la

presencia de compuestos de bajo peso molecular con grupos sulfhidrilo, como el glutatión, presente en la harina en suficiente cantidad (10-50 mg por kg de harina) en tres formas: La forma libre (GSH), el dímero oxidado (GSSG) y el unido a la molécula de proteína. (Coultate, 2007).

## **B) AZUCAR**

Los azúcares en su estado cristalino contribuyen decisivamente sobre el aspecto y la textura de las galletas. Además, los jarabes de los azúcares reductores también van a controlar la textura de las galletas. La fijación de agua por los azúcares y polisacáridos tiene una contribución decisiva sobre las propiedades de las galletas. La adición de azúcar a la receta reduce la viscosidad de la masa y el tiempo de relajación. Promueve la longitud de las galletas y reduce su grosor y peso. Las galletas ricas en azúcar se caracterizan por una estructura altamente cohesiva y una textura crujiente. (Zoulikha *et.al.*, 1989).

El jarabe de glucosa (procedente del almidón) presenta una alta resistencia a la cristalización, aprovechándose para retener la humedad en las galletas. (Coultate, 1984.)

Durante la cocción, los azúcares reductores controlan la intensidad de la reacción de Maillard que produce coloraciones morenas en la superficie. (Duncan *et.al* 1989).

La reacción de Maillard se produce en presencia de aminoácidos, péptidos y proteínas, cuando se calientan en una disolución de azúcar reductor en atmósfera seca, con una actividad de agua de entre 0,6 y 0,9. En la primera fase de la reacción se unen los azúcares y los aminoácidos produciendo la reestructuración de productos Amadori. En la segunda fase se da la formación inicial de colores amarillentos, también se producen olores algo desagradables. Los azúcares se deshidratan a reductonas o dehidrorreductonas y tras esto se obtiene la fragmentación, que genera la formación de pigmentos oscuros en la tercera etapa, denominados melanoidinas; este mecanismo no es completamente conocido e implica la polimerización de muchos pigmentos formados en la segunda fase. Finalmente tiene lugar la degradación de Strecker, en esta fase se forman los denominados aldehídos de strecker que son compuestos con bajo peso molecular que son detectados fácilmente por el olfato. La intensidad de la reacción de Maillard es mayor a pH alcalino y los inhibidores de esta reacción son los sulfitos, los metabisulfitos, los bisulfitos y el anhídrido sulfuroso, estos inhibidores actúan en la etapa de inducción retardando la aparición de productos coloreados, pero no

evitan la pérdida del valor biológico de los aminoácidos (Coultate *et. al.*, 2007).

### **C) GRASAS**

Las grasas ocupan el tercer puesto en importancia dentro de los componentes de la industria galletera después de la harina y el azúcar. Las grasas desempeñan una misión antiglutinante en las masas, contribuyen a su plasticidad y su adición suaviza la masa y actúa como lubricante. Además, las grasas juegan un papel importante en la textura de las galletas, ya que las galletas resultan menos duras de lo que serían sin ellas. La grasa contribuye, igualmente, a un aumento de la longitud y una reducción en grosor y peso de las galletas, que se caracterizan por una estructura fragmentable, fácil de romper. (Coultate, *et.al.*, 1984).

Durante el amasado hay una competencia por la superficie de la harina, entre la fase acuosa y la grasa. El agua o disolución azucarada, interacciona con la proteína de la harina para crear el gluten que forma una red cohesiva y extensible. La grasa rodea los gránulos de proteína y almidón, rompiendo así la continuidad de la estructura de proteína y almidón. Cuando algo de grasa cubre la harina, esta estructura se interrumpe y en cuanto a las propiedades comestibles, después del procesamiento,

resulta menos áspera, más fragmentable y con más tendencia a deshacerse en la boca. La complicación es que las grasas son inmiscibles en el agua, por lo que es un problema para la incorporación de la grasa en la masa, puesto que es necesario que la grasa se distribuya homogéneamente por toda la masa. Esto hace críticos la cantidad de sólidos y el tamaño de los cristales (la plasticidad de la grasa) y se precisa prestar atención a la temperatura y condiciones de los tratamientos si se quiere conseguir el efecto deseado.

En las masas para galletas se necesita una distribución homogénea de la grasa, el problema radica en la competencia por la superficie de la harina entre las fases acuosa y grasa. Cuando se presenta en grandes cantidades, su efecto lubricante es tan pronunciado que se necesita muy poca agua para lograr una consistencia suave. Si se mezcla con la harina antes de su hidratación, la grasa evita la formación de una red de gluten y produce una masa menos elástica, lo que es deseable en la producción de galletas porque encoge menos tras el laminado, pero la textura es distinta. La grasa afecta al proceso con máquina de la masa (tecnología rotativa), la extensión de la misma tras el cortado, y las calidades

texturales y gustatorias de la galleta tras el horneado (Coulate, 1984).

En todas las masas, la competencia por la superficie de la harina se ve afectada por la utilización de un emulsionante apropiado, necesario para la distribución homogénea de la grasa en la masa, consiguiendo así una homogénea interrupción de la red de gluten.

#### **D) EXTRACTO DE MALTA**

El Extracto de Malta corresponde a una mezcla de azúcares naturales que resultan de la hidrólisis enzimática de la cebada malteada.

El extracto de malta se elabora a partir de cebada malteada seleccionada, obtenida por medio del proceso completo, desde la cebada en el campo, pasando por la elaboración de la malta hasta la producción del extracto.

Debido a su especial sabor, color y agradable aroma, el extracto de malta se usa ampliamente en la industria alimentaria con el fin de mejorar las propiedades organolépticas, valor nutricional, textura de la masa, color de la corteza y retardar el endurecimiento de la especialidad final y alargando la vida útil del producto.

La utilización del extracto de malta con poder enzimático activo (diastásico) permite mejorar el trabajo de la masa

gracias a las amilasas naturales, acelerando la presencia de azúcares fermentadores la acción de las levaduras. ([www.liotecnica.com.br](http://www.liotecnica.com.br)).

### **El extracto de malta influye favorablemente en:**

#### **En la harina:**

Con las harinas fuertes el extracto de malta mejora la plasticidad de la masa por una ligera solubilización del almidón, lo que disminuye la contracción y confiere a los bizcochos facilidad de desmigüe e impide que se agrieten.

#### **En el azúcar:**

El extracto de malta impide la recristalización de la sacarosa por la presencia de materias nitrogenadas solubles en el agua y de dextrina, lo que evita la aparición de «puntos blancos» en los bizcochos.

Desempeñando el papel de los coloides protectores, el extracto de malta dispersa las materias grasas, haciendo que la masa suba mejor, sea más homogénea y que la textura sea más fina.

#### **En las grasas:**

Desempeñando el papel de los coloides protectores, el extracto de malta libera las grasas, lo que da un mejor desarrollo, más homogeneidad y una textura más fina.

### **En los aromas:**

El extracto de malta es un fijador de aromas, lo que es particularmente importante durante la cocción.

### **El color:**

La caramelización de la maltosa y la reacción entre las materias nitrogenadas y los azúcares engendran sustancias coloradas durante la cocción (reacción de Maillard).

Los bizcochos cobran entonces un tinte dorado.  
(<http://tatipastry.blogspot.pe/2012/05/extractodemalta.html>)

### **.Beneficios Sensoriales:**

- Sabor típico de malta, aroma suave y agradable
- Edulcoración suave de origen natural, fabricado a partir de granos integrales
- Resalta y complementa el sabor de los alimentos
- Aporta crocantes y favorece el pardeamiento.

### **Beneficios Tecnológicos:**

- Sustrato para la fermentación en los productos de panadería
- Favorece la reacción de *Maillard*, desarrollando una coloración dorada y uniforme,

- Redondea sabores y oculta notas indeseables en productos con cacao.
- Retiene la humedad de los productos de panadería, aumentando vida útil.
- Aglutinante en barras de cereal.
- Fuente de azúcares fermentables.

#### **Beneficios Nutricionales:**

- Fuente de azúcares saludables, de metabolización diferenciada y fácil absorción.
- Importante fuente de energía
- Contiene aminoácidos, vitaminas y minerales naturales provenientes de granos integrales
- Bajo nivel de grasas y libre de grasas trans
- Componentes antioxidantes.

#### **E) AGUA**

El agua, aproximadamente, constituye una tercera parte de la cantidad de harina que se emplea en la elaboración de galletas. Se considera aditivo porque no es una sustancia nutritiva, aunque el agua es un ingrediente esencial en la formación de masa para la solubilización de otros ingredientes, en la hidratación de proteínas y carbohidratos y para la creación de la red de gluten. (Duncan et.al, 1989).

El agua tiene un papel complejo, dado que determina el estado de conformación de los biopolímeros, afecta a la naturaleza de las interacciones entre los distintos constituyentes de la receta y contribuye a la estructuración de la misma. También es un factor esencial en el comportamiento reológico de las masas de harina.

Toda el agua añadida a la masa se elimina durante el horneado, pero la calidad del agua (calidad microbiológica, concentración y naturaleza de las sustancias disueltas, el pH...) puede tener consecuencias en la masa. No es posible hacer un cálculo exacto de la cantidad de agua a emplear, se busca una consistencia apreciable al tacto. Si se añade poco agua, la masa se desarrolla mal en el horno, la masa resulta pegajosa y se afloja. Si se añade un exceso de agua, la fuerza de la masa disminuye, haciéndola más extensible, si el exceso es moderado; o todo lo contrario si el exceso es demasiado grande. De esta forma se hace muy difícil trabajar las masas. El agua moja la red de proteínas, modificando sus uniones y facilitando que los estratos proteicos se deshagan. Por tanto la cantidad de agua a añadir dependerá del tipo de galleta que deseemos realizar, de la harina y su absorción, y del tipo de maquinaria que dispongamos.

## F) BICARBONATOS

Los bicarbonatos son agentes gasificantes que presentan un elemento alcalino. También se les denomina levaduras químicas. Su función principal es la de generar gas para aumentar el volumen final de la pieza antes de terminar la cocción con la desnaturalización de las proteínas.

**Bicarbonato sódico:** En presencia de humedad, el bicarbonato sódico reacciona con cualquier sustancia ácida, produciendo anhídrido carbónico. En ausencia de sustancias ácidas el bicarbonato sódico libera algo de dióxido de carbono y permanecerá como carbonato sódico. También se utiliza para ajustar el pH de la masa y de las piezas resultantes. (Duncan *et.al.*, 1989).

**Bicarbonato amónico:** Extraordinariamente útil en galletería, puesto que se descompone completamente por el calor desprendiendo anhídrido carbónico, amoníaco gaseoso y agua. Se disuelve muy rápidamente, pero es muy alcalina, produciendo masas muy blandas. (Duncan *et.al.*, 1989).

Este agente esponjante útil en galletería, se descompone completamente por el calor en amoníaco gaseoso, dióxido de carbono y agua (por lo que no se alcaliniza el medio) es decir en condiciones adecuadas de humedad y temperatura. Si se disuelve muy rápidamente, es muy

alcalina, produciendo masas muy blandas que requieren menos agua para una consistencia adecuada. (Manley, D. 1983)

Descripción del producto: Soluble en agua, glicerina, insoluble en alcohol etílico, acetona. Se descompone en agua caliente (36°C– 60°C), tiene aspecto de cristales blancos y olor característico.

Función: Regulador de acidez, leudante químico.

Usos: Usado en la elaboración de bizcochuelos, piononos, polvos para hornear y en todo producto de panificación que no lleve levaduras en su composición. (Manley, D. 1983).

#### **2.6.5. Etapas en la elaboración de galletas**

##### **A) Mezclado de Ingredientes**

La mezcla permite la unión de los ingredientes, a la vez que se logra la incorporación de aire al conjunto, obteniéndose de tal forma una masa homogénea. Existen tres métodos básicos empleados en la elaboración de galletas: cremado, "Mezcla en uno" y amasado (Meneses, 1994 citado por Jiménez R, 2000).

## **B) El cremado (Creaming Up):**

Algunos ingredientes son mezclados con la grasa a fin de obtener una crema, prosiguiéndose con la adición de harina, pudiéndose realizar esta dos o tres etapas.

***El cremado de Dos Etapas***, consiste en mezclar todos los ingredientes, incluyendo el agua (a menudo como agente emulsificantes) con excepción de la harina y el agente químico, durante 4 a 10 minutos de acuerdo al tipo y velocidad del mezclador, posteriormente se adiciona el bicarbonato de sodio y harina continuando con el mezclado hasta conseguir la consistencia deseada.

***El cremado de tres etapas***, se mezcla la grasa, azúcar, jarabe, liquido (leche o agua), cocoa etc., hasta obtener una crema suave, agregándose el emulsificador y mayor cantidad de agua. Posteriormente se añade la sal, saborizante, colorante y el resto del agua mezclándose seguidamente, con el propósito de mantener la crema y finalmente la harina, los agentes químicos y el resto de ingredientes. (Meneses, 1994).

### **C) Mezclado “Todo en Uno”**

Todos los ingredientes son mezclados en una sola etapa incluyendo el agua; parte del agua se usa para disolver los agentes químicos, saborizantes, colorantes, prosiguiendo con el mezclado hasta obtener una masa satisfactoria. (Meneses, 1994).

### **D) El Amasado**

Consta de dos etapas; primero la grasa, azúcar, jarabes, harinas y ácidos son mezclados hasta obtener una masa corta. Luego se adiciona el agua (y/o leche), conteniendo los agentes alcalinos, sal, etc. Mezclándose hasta obtener una masa homogénea.

En la primera etapa la harina es cubierta con la crema para actuar como una barrera contra el agua formando el gluten con la proteína. (Meneses, 1994 citado por Jiménez R., 2000).

Cualesquiera que sean los métodos escogidos es importante considerar la relación entre los contenidos de harina, grasa, agua y tipo de maquinaria en la cual son formadas las masas, así por ejemplo, a razón grasa/agua y la técnica de mezclado son importantes para la obtención de un producto de calidad. Además la cantidad de agua a menudo es variable, dependiendo de la presencia de los

otros ingredientes, tales como el azúcar, huevos, leche, suero en polvo, sal y posibles cantidades de otros cereales.

#### **E) Moldeado de la Masa**

Existen varias formas de moldeado de la masa galletera, la primera mediante el corte de una masa laminada en trozos de tamaño y de forma adecuada. En otras se utilizan moldes en el que se introduce la masa a presión a través de un tubo cuyo orificio de salida tiene formas variadas. El método más usado es el primero, obteniéndose galletas planas a partir de una masa previamente laminada, uniforme y de espesor determinado que posibilite su corte o división. La última operación se realiza en máquinas con un bloque principal, dotado con un mecanismo alternativo de arriba hacia abajo, que permite ejercer presión sobre la masa que se desplaza horizontalmente encima de una faja transportadora. Aquí los elementos cortadores colocados en la base del bloque cortan la masa en proporciones iguales y de forma variadas. El laminado inicial se logra mediante laminadores, compuestos por dos cilindros de metal, cuya abertura regulable permite dar a la masa el espesor adecuado.

## **F) Horneado**

Es el proceso de cocción de la galleta durante el cual se consigue la transferencia de calor del horno a las piezas de la masa, de tal forma de lograr su cocción. En este proceso se elimina casi toda el agua llegando a tener 2.5% a 3%, puede durar hasta 15 minutos dependiendo del tipo de galleta.

Modificaciones en la pieza de masa durante la cocción se producen tres variaciones importantes:

- Una gran disminución de la densidad del producto unida al desarrollo de una textura abierta y porosa.
- Reducción del nivel de humedad del 1 al 4%.
- Cambio de color en la superficie

Los fenómenos internos que probablemente ocurren en el producto son:

- Calentamiento del almidón y de las proteínas hasta los niveles en los que tiene lugar el hinchamiento, gelificación y desnaturalización.
- Liberación de gases de los compuestos químicos esponjantes.
- Expansión de las burbujas de esos gases, como resultado del aumento de temperatura que también

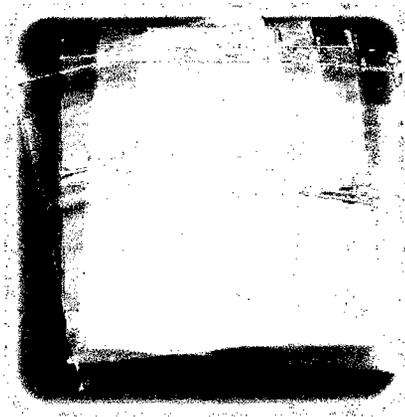
hace aumentar la presión del vapor de agua adentro de ellas.

- Ruptura y coalescencia de alguna de estas burbujas.
- Pérdida de vapor de agua de la superficie del producto, seguida por emigración de la humedad hacia la superficie y escape a la atmósfera del horno.
- Elevación de la temperatura con aumento de la concentración del azúcar en disolución.
- Reducción de la viscosidad de la disolución de azúcar y de la grasa, por el aumento de la temperatura. (Manley, D. 1983).

## **2.6.6. Materiales de embalaje**

### **A. Polietileno**

El polietileno es un polímero de cadena repetitiva de etileno  $(CH_2)_n$ . Es una molécula compuesta únicamente de átomos de carbono e hidrógeno que se caracteriza por tener propiedades químicas y mecánicas sobresalientes, destacándose su lubricidad, resistencia al impacto y abrasión, y por ser químicamente inerte. (Kurtz, 2004).

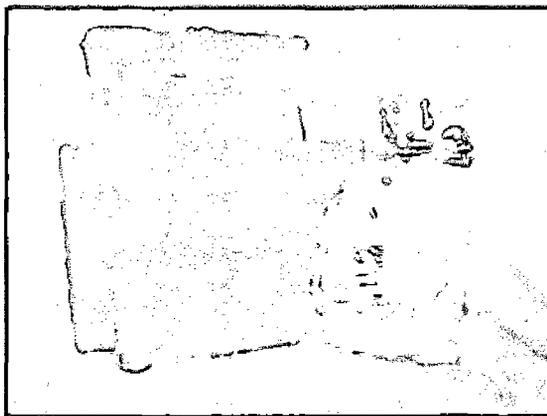


**Figura 8: Bolsa de polietileno.**

El polietileno contiene una amplia selección de propiedades que proporcionan dureza, facilidad de procesamiento, relaciones de contracción, resistencia a la abrasión química y al impacto, bajos coeficientes de fricción, durabilidad frente a los elementos y una absorción de la humedad casi nula. Estas propiedades hacen que el polietileno sea un material ideal para muchas aplicaciones. El polietileno (PE) facilita su utilización en una gran variedad de sectores. El polietileno (PE) es muy resistente a las bajas temperaturas y a la tensión, compresión y tracción. Material muy rígido que tiene un coeficiente de fricción muy bajo. Es un material de baja densidad en comparación con metales u otros materiales. No es tóxico, es impermeable y se utiliza principalmente en el sector de la alimentación. Es un plástico técnico con una gran resistencia al desgaste, al impacto y soporta temperaturas muy bajas. (Lawndale, 2010).

## B. Polipropileno

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 de pan de molde. Se obtiene por extrusión plana, tiene bajo peso específico (0.89) los cuales da un mayor rendimiento de  $m^2$  por kg.



**Figura 9: Bolsa de polipropileno.**

Es un polímero termoplástico formado de enlaces simples carbono-carbono y carbonohidrógeno, perteneciente a la familia de las poliolefinas. El polipropileno tiene una densidad 0,90 gr/cc y su estructura molecular consiste de un grupo metilo ( $CH_3$ ) unido a un grupo vinilo ( $CH_2$ ) - (molécula de propileno ó propeno). Por medio del arreglo molecular del grupo metilo se logran obtener diferentes configuraciones estereoquímicas (isotáctico, sindiotáctico y atáctico). El ordenamiento uniforme del grupo metilo

estereoquímicamente genera la configuración isotáctica (la más usada en el polipropileno), (Lawndale, 2010).

### **C. Polietilen tereftalato**

El PET es un plástico de alta calidad, concretamente un termoplástico. Es un polímero de condensación producido mediante un proceso de polimerización en fase fundida continua. Es un material transparente y muy impermeable al aire, lo que hace que sea muy usado para envases de bebidas gaseosas, aguas minerales, vinagres, aceites comestibles, cosméticos. Se identifica con el número uno, o las siglas PET o PETE, rodeado por tres flechas en el fondo de los envases fabricados con este material (sistema de identificación SPI).



**Figura 10: envase PET.**

- No permite el intercambio de gases interior/externo en los envases.
- Químicamente estable.

- Por su excepcional resistencia química, no es posible aplicar sobre él, adhesivos con disolventes.
- Actúa como barrera de gases.
- Excelente resistencia al fuego, no transmite la llama.
- Excelente transparencia y brillo.
- Excelente moldeabilidad.
- En general reciclable.
- Reducen la transmisión del ruido.
- No presenta riesgos de impactos severos, no se le considera tóxico aunque en la síntesis del PET, se utilizan sustancias que producen irritación de ojos y vías respiratorias, también su fabricación se asocia a un pequeño aumento de incidencia de cáncer. Los metales pesados se pueden emplear como catalizadores durante el proceso de producción y finalmente estos acaban en el medio ambiente, siendo contaminantes.
- Apropiado para aplicaciones de contacto directo con alimentos al ser inodoro e insípido y por sus propiedades autoadherentes. En el caso del film, en el proceso de manipulación o en el mismo acto de desenrollarlo, se inducen cargas negativas sobre el plástico. Entonces, al acercarla a otros cuerpos, genera por inducción cargas positivas, y esto hace que ésta la atraigan hacia sí. Por

otra parte, el material plástico es un aislante y mantiene durante mucho tiempo, su estado de carga, a menos que el ambiente esté muy húmedo.

- En cuanto a la estabilidad frente al calor, son termoplásticos; los artículos fabricados con este producto no deben exponerse a un uso continuado a temperaturas superiores a 65/70 °C. En definitiva, se ablanda por acción del calor.

## **2.7. Evaluación sensorial**

### **2.7.1. Definición**

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, etc.; que son parte esencial del control de calidad de los alimentos, y tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones, lleva consigo un instrumento de análisis, es decir sus cinco sentidos. Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos; hay algunas propiedades que se perciben por medio de un solo sentido. (Matkvich, 2009).

La evaluación sensorial, se ha definido como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos (vista, gusto, olfato, oído y tacto) hacia ciertas características de un alimento o material. (American Society for Testing and Materials, 1980 citado por Jimenez R., 2000)

### **2.7.2. 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, 1997).

Instruir en forma específica a los panelistas como registrar la información y que se está buscando, permitiendo así mayor variedad de respuesta. Todos los preparativos del panel deben hacerse un día antes de la reunión y si fuera necesario llamarlo de nuevo el día de la prueba. Es recomendable proveer al

catador de agua para que después de hacer su degustación, pueda suprimir el sabor entre una muestra y otra. (Machey *et.al.*, 1984).

### **2.7.3. Método de escala hedónica**

El objetivo es 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 de indiferencia de la muestra.

La población elegida para la 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).

## **2.8. Diseño estadístico de experimentos**

### **2.8.1. Procedimiento para la elaboración de galletas**

El programa estadística Statistica 8.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA) fue utilizado para determinar los efectos de las variables

independientes, calcular los coeficientes de regresión, análisis de varianza (ANOVA) y construir las superficies de respuesta con nivel de significancia de 5%.

El planteamiento experimental se realizó mediante un delineamiento factorial completo, delineamiento compuesto central rotacional (DCCR)  $2^2$ . Los niveles varían en  $-\alpha$ ,  $-1$ ,  $0$ ,  $+1$ ,  $+\alpha$ .

## **2.9. Análisis microbiológico**

El análisis microbiológicos en la industria pastelera se constituye en una herramienta básica para el control de materias primas, procesos, productos y manipuladores, ya que el permite establecer el valor grado de contaminación biológica de estos, por esta razón el control microbiológico es parte fundamental en todo proceso. (Carrascal et.al., 2003).

## **2.10. Vida útil**

El Instituto de Tecnología de alimentos de los Estados Unidos de Norte América, define el tiempo de vida útil como el periodo comprendido entre su elaboración y la venta al por menor mantenimiento una calidad satisfactoria (Dethmers, 1979).

La vida útil es el periodo de tiempo durante el cual se espera que un producto mantenga un predeterminado nivel de calidad bajo condiciones de almacenamiento específicas (Shewfelt, 1986).

Dado que los productos alimenticios tienen una vida finita y variable, se toman precauciones para maximizar el mantenimiento de la calidad (Dethmers, 1979). Obviamente la vida del producto debe exceder el tiempo mínimo de distribución requerido, hasta que llegue al consumidor, y este tenga un periodo razonable de almacenamiento de dicho producto (Dethmers, 1979).

La vida útil esperada en un alimento, depende tanto de las condiciones ambientales potenciales a la que es expuesto, como el grado de calidad inicial que puede perder el producto antes que ya no pueda ser vendido al consumidor por cualquier causa, sea este una pérdida inaceptable del valor nutricional, un cambio indeseable del olor, sabor o el desarrollo de una textura indeseable (Labuza y Schmidl, 1985).

La dificultad inherente en la definición de la calidad para cualquier producto, radica en la relativa importancia de los cambios en los atributos de la calidad específicos dependiendo del uso que piense dársele al producto. Además la inaceptabilidad de cualquier atributo único puede poner al producto fuera de uso, no obstante los meritos de los otros (Schwefelt, 1986).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar De Ejecución**

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

- Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial de la Escuela de 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.
- Laboratorios de Ensayos Clínicos, Biológicos e Industriales COLECBI S.A.C. – Nuevo Chimbote.

#### **3.2. Materia Prima e Insumos**

##### **3.2.1. Materia Prima**

Para la producción de galletas, se utilizó como materia prima:

- **Harina de trigo**

Se ha utilizado harina galletera, marca Nicollini, lote N° 111 00119; adquirido en el comercial Julissa E.I.R.L. (Nuevo Chimbote).

- **Harina de algarrobo**

El algarrobo (*Prosopis Pallida*), procedente de la ciudad de Malacas, distrito Pariñas, en el departamento de Piura; el cual fue secado y molido en el Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial de la Escuela de Agroindustria (Universidad Nacional del Santa).

- **Harina de avena**

Se ha utilizado harina de avena, del productor Global Industrias y Servicios del Perú S.A.C Lote: A 1303-002/ OSITOS DE ORO.

### **3.2.2. Insumos**

Para la elaboración de galletas, se utilizó los siguientes insumos:

- Azúcar rubia, marca San Jacinto.
- Margarina, marca Sello de Oro.
- Extracto de Malta, marca especies y sabores del Perú.
- Agentes leudantes: bicarbonato de amonio.
- Agua potable.

- Todos los insumos fueron adquiridos en centros comerciales de Nuevo Chimbote, a excepción del extracto de malta proveniente de la ciudad de Lima.

### **3.3. Equipos, materiales y reactivos**

#### **3.3.1. En la elaboración de galletas**

##### **3.3.1.1. Equipos**

- Batidora. Capacidad 15 L.
- Horno rotatorio por convección.
- Mesa de acero inoxidable.

Todos los equipos utilizados fueron marca NOVA.

##### **3.3.1.2. Utensilios**

- Batidora manual tipo globo.
- Tamices
- Espátulas
- Cuchillos
- Rodillo amasador
- Recipientes de acero inoxidable

### **3.3.1.3. Material de empaque**

- Bolsas de polietileno de densidad media
- Bolsa de polipropileno de densidad alta
- Bolsas negras de polietileno
- Pote termoformado Pet

### **3.3.2. Para la evaluación de las galletas**

#### **3.3.2.1. Equipos**

- Vibrador de tamices, SOILTEST, modelo: CL-3050-8
- Balanza analítica, PRECISA GRAVIMETRICS A. G.
- Colorímetro, KONIKA MINOLTA
- Equipo de actividad de agua, ROTRONIC
- Estufa, POL-EKO APARATURA
- LabQuest vernier
- Mufia, THERMOLYNE
- Soxhlet, FOSS
- Secadora de bandejas, JARCON DEL PERU
- Textuómetro, BROOKFIELD
- TERMO BALANZA

### **3.3.2.2. Materiales de laboratorio**

- Bureta
- Crisoles de porcelana
- Desecador
- Embudo de vidrio
- Espátula
- Matraces Erlenmeyer (250 y 500 ml)
- Mortero
- Papel filtro
- Pera succionadora
- Pinzas de metal
- Pipetas (1, 5 y 10 ml)
- Placas Petri
- Probetas (50 y 100 ml)
- Termómetro
- Varilla de vidrio
- Vasos de precipitados (50 y 100 ml)

### **3.3.2.3. Otros materiales**

- Cuchillos
- Cubetas
- Jarras plásticas

- Vasos plásticos
- Marcadores
- Papel aluminio
- Papel toalla
- Material para prueba sensorial: cabinas de degustación, formatos, lapicero, platos descartables y marcador.

#### **3.3.2.4. Reactivos**

- Agua destilada
- Hexano puro 98%
- Fenolftaleína
- Solución de hidróxido de sodio (0.1N)
- Alcohol 96°

### **3.4. Métodos**

#### **3.4.1. Obtención de la harina de algarroba**

Para la elaboración de la harina de algarrobo se siguió la metodología de Ruiz W. (2012). En la figura 05 se muestra el flujo de operaciones para la elaboración de la harina de algarrobo.

- **RECEPCION:** La materia prima (algarrobo) fue transportada en jabas plásticas; y en el Instituto de Investigación y

Tecnología Agroindustrial, se pesó la cantidad de algarrobo a secar.

- **LAVADO:** Se realizó con abundante agua para eliminar impurezas, tierra, hojas secas entre otras.
- **TROZADO:** Se realizó el trozado de las vainas de algarrobo en pequeñas partes de aproximadamente 3 cm de largo.
- **SECADO:** se realizó en un secador de bandejas industrial de 7 a 9 horas a 70 °C, hasta obtener un secado uniforme con una humedad de 6 – 10 %.
- **MOLIENDA.** Es el proceso que se realiza al algarrobo para obtener una harina fina. Generalmente las harinas de acuerdo a las Normas AOAC 965, deben cumplir con un parámetro físico importante como es la granulosis, que consiste en obtener en el producto un grano de finura a través de tamices especificados.
- **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 darle la textura al producto

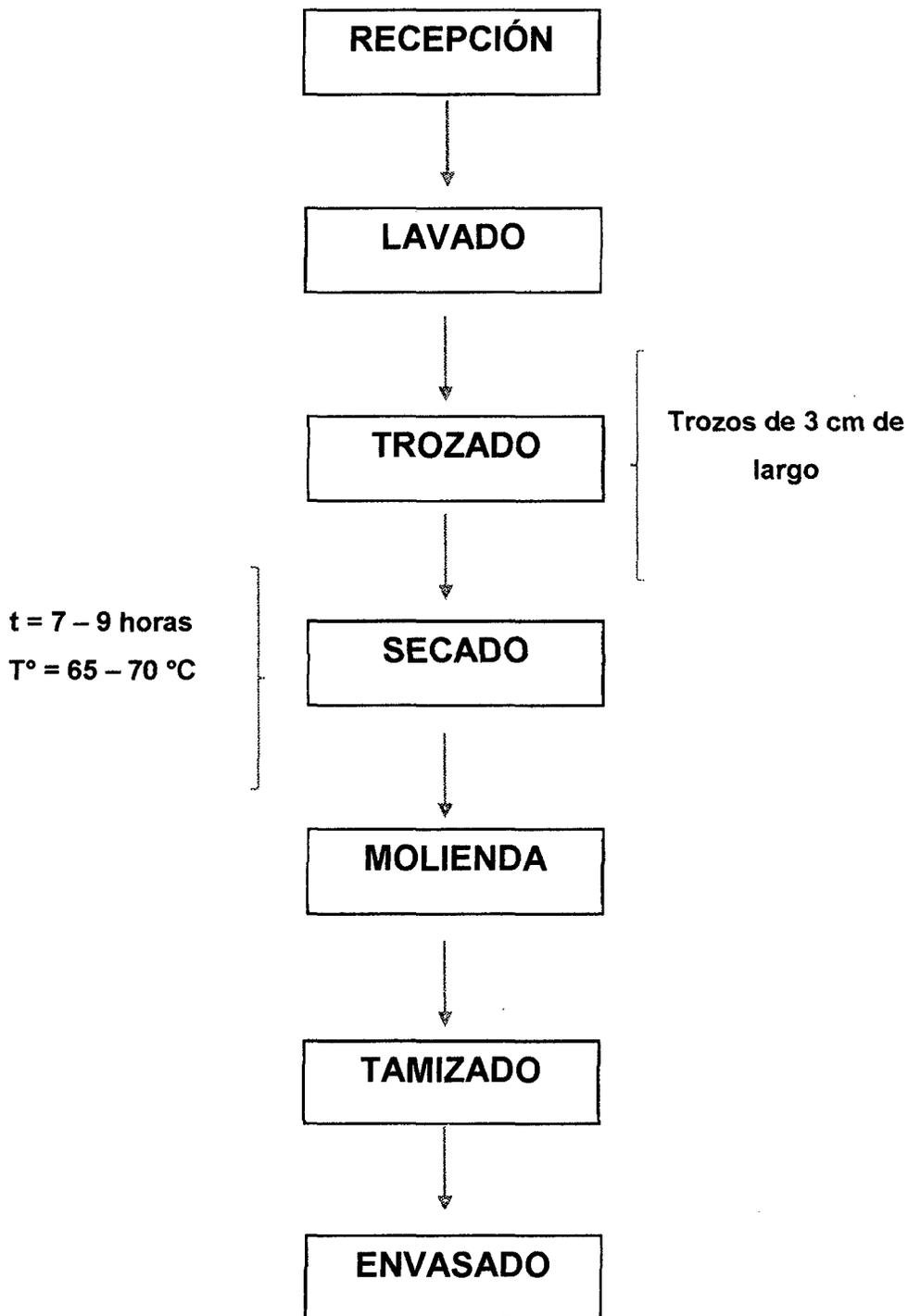


Figura 11: Flujograma para la elaboración de la harina de algarroba.

### 3.4.2. Análisis de las harinas de trigo, algarroba y avena

#### 3.4.2.1. Caracterización de las harinas de trigo, algarroba y avena

La caracterización se realizó individualmente a las harinas de trigo, harina de algarrobo, harina de avena y a las formulaciones de galletas. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la escuela de Agroindustria.

**A) Humedad:** se determinó por el método de la estufa, AOAC (1990).

**B) Proteína:** la determinación de la proteína total se realizó según el método UNE-EN ISO 5983–2 Parte 2 Dic.2006; en el laboratorio Colecbi S.A.C

**C) Grasas:** se determinó con la metodología de la asociación oficial de químicos analistas (AOAC) 963.15.2005, método Soxhlet, usando hexano.

**D) Cenizas:** se determinó siguiendo la metodología por NTP 205.038:1975 (Revisada el 2011): harinas, realizando por la incineración de la materia orgánica en una mufla.

**E) Fibra:** Se determinó el porcentaje de fibra dietética total en los alimentos y productos alimenticios acuerdo con el método AOAC 985.29 y AACC 32-05

utilizando el sistema FOSS Fibertec E – tampón fosfato.

**F) Carbohidratos:** Se obtuvo por diferencia, restando el 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y Proteínas (P). Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INM) señalada por COLLAZOS et al. (1993).

Usando la fórmula:

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

**G) Color:** La determinación de color se llevó a cabo mediante un colorímetro marca KONICA MINOLTA, siguiendo el sistema CIE-lab, determinándose los valores 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 el Minolta (1993).

**H) Actividad de agua (aw):** Se determinó la actividad de agua mediante (aw) mediante un analizador de aw marca Luff 5803.

### 3.4.3. Producción de galletas harina de trigo, algarroba y avena

#### 3.4.3.1. Formulación

En la siguiente tabla se indica la cantidad en porcentaje de cada insumo para la producción de galletas

**Tabla 13: Formulación control utilizada para la producción de galletas**

Insumo	Cantidad (%)
Harina	51.7
Azúcar	15.5
Margarina	12.9
Extracto de Malta	3.4
Bicarbonato de Amonio	0.9
Agua	15.5

Con esta formulación base, se elaboró la galleta control, el cual servirá para contrastar datos obtenidos de los análisis que se realizaran a la galleta control.

#### 3.4.3.2. Diseño experimental

El planteamiento experimental se realizó mediante un delineamiento factorial completo, delineamiento compuesto central rotacional (DCCR) 2<sup>2</sup>, donde las variables independientes son los niveles de harina de Algarroba y Avena.

Los niveles varían en  $-\alpha$ ,  $-1$ ,  $0$ ,  $+1$ ,  $+\alpha$ ; los valores reales correspondientes se encuentran en la siguiente tabla:

**Tabla 14: Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR)  $2^2$ , incluyendo 4 ensayos factoriales, 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central.**

Variables Independientes	Niveles				
	$-\alpha$	$-1$	$0$	$1$	$-\alpha$
Harina de Algarroba (%)	5	6.5	10	13.5	15
Harina de Avena (%)	5	6.5	10	13.5	15

Donde:  $\alpha = \pm 1.42$

Once fueron los ensayos realizados, cuatro ensayos factoriales, cuatro ensayos en condiciones axiales y tres repeticiones del punto central. La secuencia de ejecución de los experimentos fue aleatoria, definida a través de un sorteo previo, excepto para los puntos centrales.

Los ensayos fueron realizados en 1 día. La secuencia de ejecución de los experimentos fue aleatoria, definida a través de un sorteo previo, excepto para los puntos centrales.

**Tabla 15: Diseño de las mezclas establecidas por el programa Statistica 8.0**

Experimento	VALORES CODIFICADOS		VALORES REALES	
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Harina de Algarroba	Harina de Avena
1	-1	-1	6.5	6.5
2	1	-1	13.5	6.5
3	-1	1	6.5	13.5
4	1	1	13.5	13.5
5	-1.41421	0	5	10
6	1.41421	0	15	10
7	0	-1.41421	10	5
8	0	1.41421	10	15
9	0	0	10	10
10	0	0	10	10
11	0	0	10	10

### **1. Evaluación de las galletas**

Una vez establecidas las formulaciones, se procedió a su evaluación en función a las siguientes variables de respuesta: porcentaje de proteína, textura, sabor, color, olor, luminosidad, cromacidad y ángulo de tonalidad análisis que son determinados más adelante.

### **2. Determinación de la mejor formulación**

Este proceso se realizó con el fin de obtener una galleta con mayor porcentaje de proteína, mayor sabor y una buena textura, color, olor, luminosidad,

cromacidad y ángulo de tonalidad para ello se utilizara el programa estadístico Statistica 8.0

### **3. Evaluación de la mejor galleta**

Con el fin de comprobar si la mejor galleta o producto final, cumple con las especificaciones estipuladas en las normas técnicas peruanas para este tipo de producto, se procedió a evaluar el % humedad, % cenizas y análisis de recuento de mohos y aerobios mesófilos a través de los días (0, 10, 20, 30), los cuales fueron comparados con las mismas evaluaciones que se realizaran a la galleta control (100% Harina de trigo).

### **4. Evaluación de envases**

Las galletas con la mejor formulación fueron envasados en dos tipos diferentes de envases: bolsas de polietileno y bolsas de polipropileno (ambas de densidad #2), 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 evaluara el porcentaje de humedad, textura y pesos de las galletas.

### **5. Determinación del tiempo de Vida útil**

Una vez determinado el mejor envase, se procedió a evaluar la vida útil del producto. Debido a las características del producto se utilizara evaluaciones sensoriales para determinar el tiempo de vida del producto mediante métodos matemáticos, utilizando la ecuación de la recta, pendiente e intercepto de la misma.

#### **3.4.3.3. Calculo del cómputo químico de las formulaciones**

Se realizó en base a las cantidades en gramos, de las proteínas en las 11 mezclas de la harina de trigo con la harina de algarroba y harina de avena.

El patrón que se utilizó para el cómputo químico de aminoácidos fue el grupo de adultos o niños, según FAO 2007.

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

El score químico o computo químico se expresó como a 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 adulto o 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 determina "primer limitante". El valor obtenido para cada aminoácido mayor a 100%, expresa una proteína completa.

#### **3.4.3.4. Procedimiento para la elaboración de las galletas**

Para la elaboración de las galletas se siguió la metodología seguida por (Ronquillo, 2012):

**Recepción:** se recibe la materia prima en las debidas condiciones de higiene, calidad sensorial y organoléptica.

**Pesado:** todos los ingredientes según la formulación indicada.

**Amasado:** se mezclan todos los ingredientes secos con la margarina, posteriormente se le adiciona el azúcar y extracto de malta disueltos en agua, y se comienza con un amasado suave y leve por un tiempo de 2 min y 30 seg.

**Reposo de la masa:** una vez amasada, se procede a dejar reposar por unos 15 minutos a la masa, para que tome consistencia.

**Laminado de la masa:** con ayuda de un rodillo se procede a extender la masa hasta un grosor de 5 mm

**Moldeado:** con ayuda de un molde en forma de circunferencia de 5 cm de diámetro, se procede a realizar cortes a la masa laminada.

**Horneado:** se hornea a 145 °C durante 12 minutos.

**Enfriamiento:** una vez sacado de horno se deja enfriar hasta que este a temperatura de ambiente.

**Envasado:** una vez que alcanza la temperatura de ambiente, se envasan las galletas en fundas plásticas.

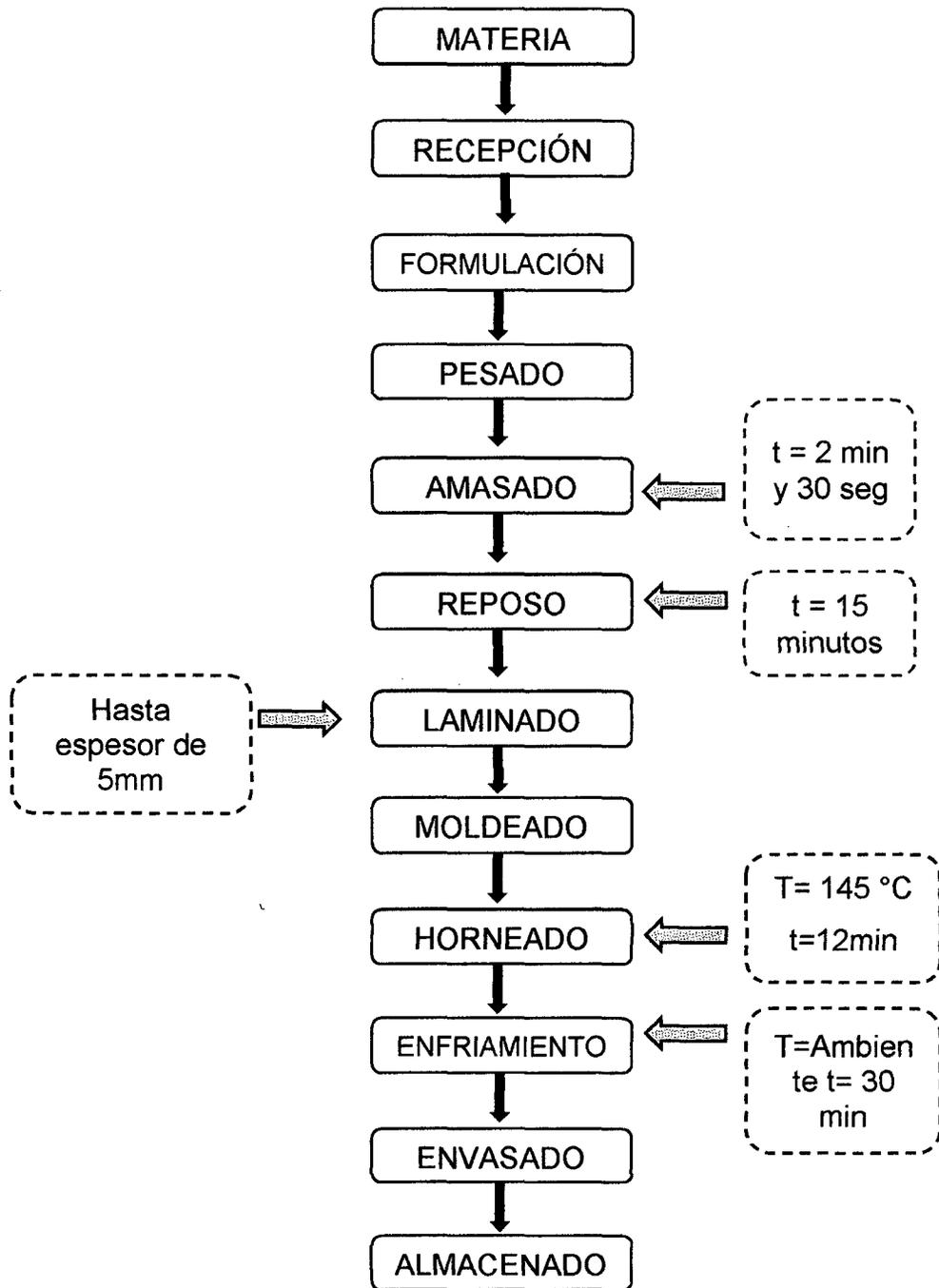


Figura 12: Diagrama de flujo para la elaboración de galletas.

### **3.4.4. Evaluación de las galletas**

Las 11 formulaciones fueron evaluadas según los siguientes análisis:

#### **3.4.4.1. Análisis de proteína**

Para la determinación del % de proteína se evaluaron todas las formulaciones de las galletas en estudio mediante método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006; en el laboratorio Colecbi S.A.C.

#### **3.4.4.2. Análisis sensorial**

Las galletas fueron evaluadas 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 aceptación de las galletas. Las características evaluadas fueron, sabor, color, textura y olor. Las muestras estuvieron codificadas con números de tres cifras

La prueba se realizó a las 09:00 am 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 muchísimo, 2 = Me

disgusta mucho, 3 = Me disgusta moderadamente, 4 = Me gusta poco, 5 = Ni me gusta/ni me disgusta, 6 = Me gusta poco, 7 = Me gusta moderadamente, 8 = Me gusta mucho y 9 = Me gusta muchísimo. La ficha de evaluación se encuentra en el anexo 4.2.1.

#### **3.4.4.3. Caracterización químico proximal**

La caracterización químico proximal se realizó tanto a la mejor formulación con al control.

- A. Humedad:** Se realizó utilizando el procedimiento descrito en la norma técnica peruana N.T.P. 2006.011:1981 (Revisada el 2011) para bizcochos, galletas, pastas y fideos.
- B. Proteína:** se realizó según el método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic.2006; en el laboratorio Colecbi S.A.C.
- C. Grasas:** se determinó con la metodología de la asociación oficial de químicos analistas (AOAC) 963.15.2005, método Soxhlet, usando hexano.
- D. Cenizas:** se determinó siguiendo la metodología por NTP 206.007:1976 (Revisada el 2011) para productos de panadería.
- E. Fibra:** Se determinó el porcentaje de fibra dietética total en los alimentos y productos alimenticios acuerdo con el método AOAC 985.29 y AACC 32-

05 utilizando el sistema FOSS Fibertec E – tampón fosfato.

**F. Carbohidratos:** Se obtuvo por diferencia, restando el 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y Proteínas (P). Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INM) señalada por COLLAZOS et al. (1993).

Usando la fórmula:

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

#### **3.4.4.4. Caracterización físico químico**

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

**A) Color:** La determinación de color se llevó a cabo mediante un colorímetro marca KONICA MINOLTA, siguiendo el sistema CIE-lab, determinándose los valores 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 el Minolta (1993).

La cromacidad fue determina utilizando la siguiente ecuación:

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

El ángulo de tonalidad fue determinado por:

$$\text{Angulo de tonalidad: } \arctg(b^* / a^*)$$

**B) Actividad de agua (aw):** Se determinó la actividad de agua mediante (aw) mediante un analizador de aw marca Luff 5803.

**C) Textura:** Para este análisis se utilizó el Texturometro de marca BROOKFIELD.

#### **3.4.4.5. Análisis microbiológico**

##### **Recuento de mohos**

Se realizó en el laboratorio Colecbi S.A.C. Para este análisis se utilizó el método ICMSF 1983 reimpresión 2000 Vol. I 2da Ed. II Editorial Acribia – España pág.: 166 a 167. Método del Recuento de levaduras y Mohos por siembra en placa en todo el medio; se llevó a cabo en el laboratorio Colecbi S.A.C.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Obtención de harina de algarroba

Los algarrobos utilizados en la obtención de harina, se encontraron en condiciones óptimas, en estado de madurez 5 (maduro). El peso inicial de algarrobo utilizado fue de 20 kg. En la figura 20, se muestra el flujo de operaciones para la obtención de harina de algarrobo.

#### A. Selección

Se seleccionaron las vainas de algarrobo maduras (color amarillo pálido). Se descartó todas aquellas vainas con enfermedades, algún daño visible, pajitas y objetos extraños.



**Figura 13:** Vainas de Algarroba seleccionadas

#### B. Lavado y Sanitizado

Está operación se realizó de manera manual, utilizando agua potable a chorro y a temperatura de ambiente, con el fin de eliminar restos de polvo presentes en las vainas de algarroba. Luego fueron sanitizadas con una solución de hipoclorito de sodio

(lejía comercial) a 50 ppm, mediante el método de inmersión por un tiempo de 10 minutos.



**Figura 14:** Lavado de las vainas de algarrobo

### **C. Trozado**

Está operación se realizó con el fin de facilitar el secado de las vainas de algarroba. Se realizó de manera manual.

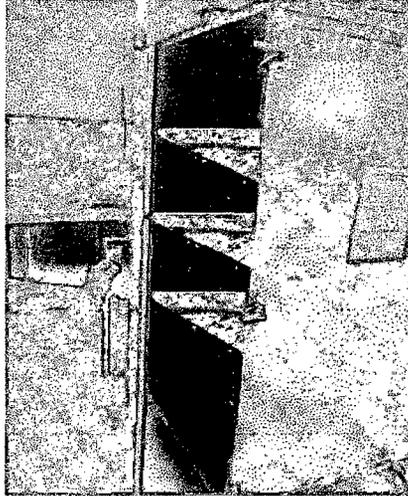


**Figura 15:** Trozado de las vainas de algarrobo.

### **D. Secado**

El secado se realizó en el secador de bandejas del Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial; está etapa tuvo una

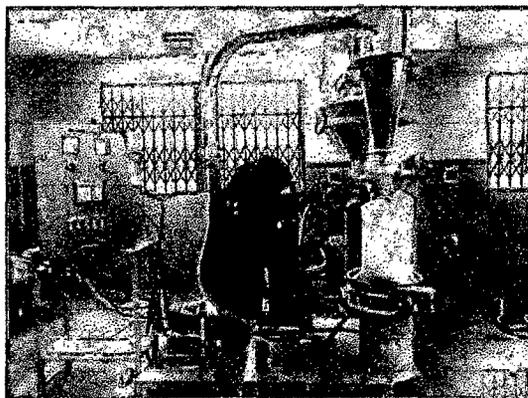
duración de 7 a 9 horas a 90 °C. el color de las vainas tuvo un ligero cambio de color de un amarillo pálido a un amarillo ligeramente oscuro.



**Figura 16:** Secado de vainas de algarrobo.

### **E. Molienda**

Se realizó en el módulo de molienda del Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial; mediante el molino de martillos. Durante el proceso de molienda se empezó a formar grumos de harina de algarroba, debido al alto contenido de azúcares de la materia prima.



**Figura 17:** Molienda de las vainas de algarrobo

## F. Tamizado

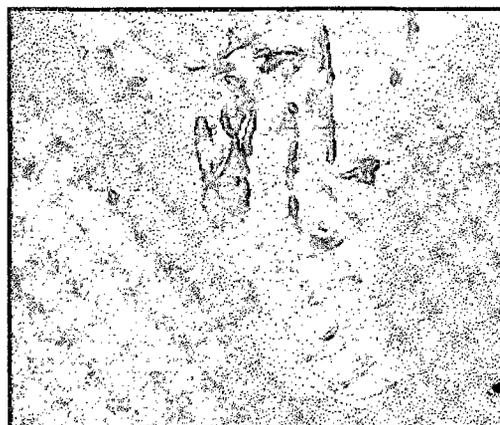
Para esta operación se utilizó los tamices ASTM con las mallas N° 10, N° 18 y N° 60, para así obtener una harina fina con un diámetro de grano de 0.05.



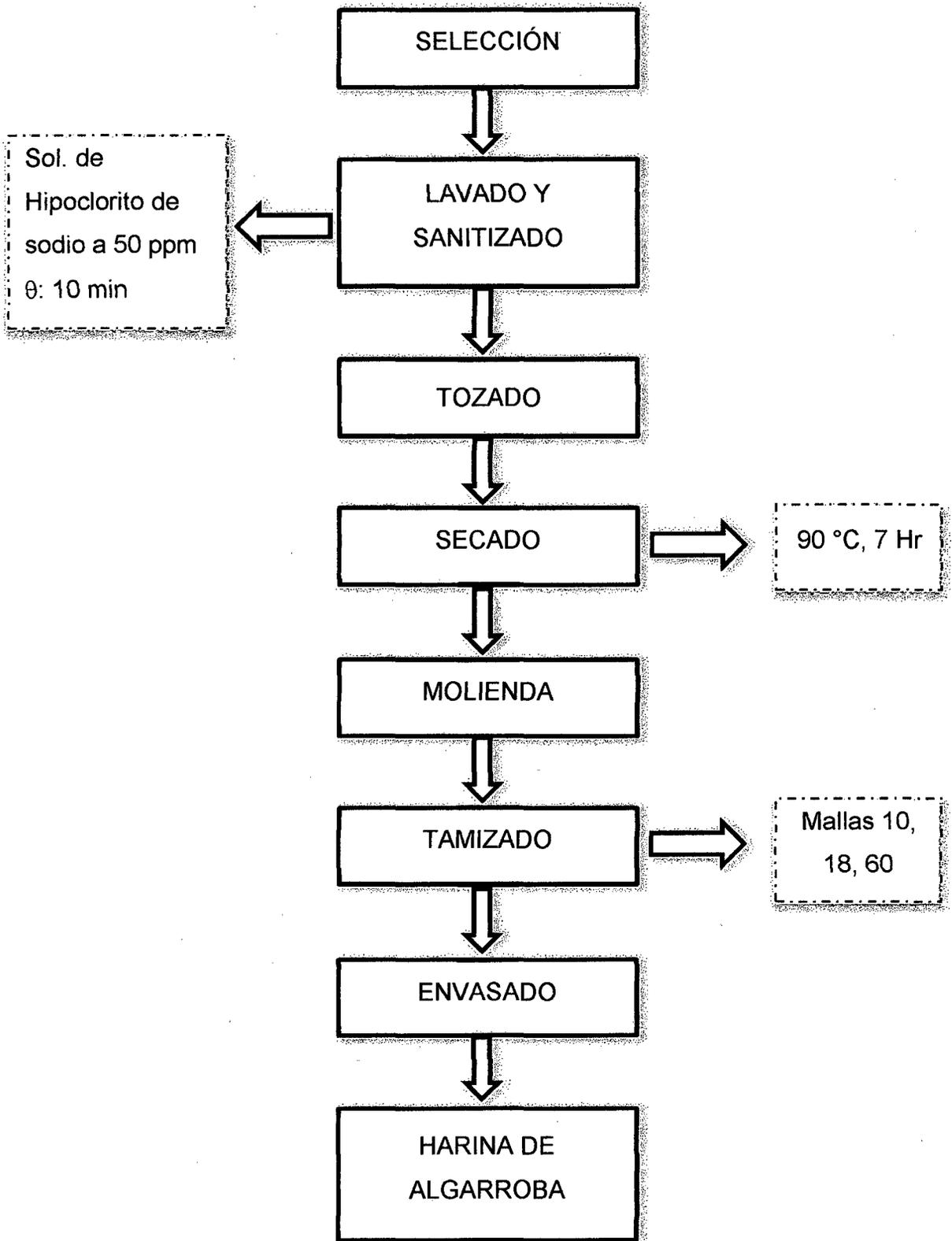
**Figura 18:** Tamizado de la harina de algarroba.

## G. Envasado

Finalmente la harina fina obtenida se envasó en bolsa de polipropileno de alta densidad. Posteriormente fue almacenada a temperatura de ambiente.



**Figura 19:** Envasado de la harina de algarroba



**Figura 20:** Diagrama de flujo definitivo para la obtención de harina de algarroba.

## 4.2. Análisis de las harinas de trigo, algarroba y avena

### 4.2.1. Caracterización químico proximal

#### 4.2.1.1. Harina de trigo

Los resultados obtenidos de los análisis de composición porcentual de la harina de trigo se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 16:** Composición químico proximal de la Harina de Trigo en 100 g de harina.

<b>Componentes</b>	<b>(%)</b>
<b>Humedad</b>	13.44±0.3
<b>Proteína</b>	10.43
<b>Ceniza</b>	0.95±0.2
<b>Grasa</b>	0.58±0.32
<b>Carbohidratos</b>	74.6
<b>Fibra dietaria total</b>	1.4±0.35

Los resultados mostrados en la tabla 16 nos indica que la humedad es de 13.44±0.3 %, 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 de trigo fue 10.43%, siendo mayor al 7.0% referido en el CODEX Alimentarius 152-1985.

El contenido de ceniza que se obtuvo es de 0.95±0.2%, lo cual cumple con la N.T.P. 205.027:1986, para harina de trigo galletera. Contenido de carbohidratos de carbohidratos en la harina fue de

74.6%, valor cercano a Bilbao (2007), el cual menciona que la harina de trigo tiene un porcentaje de proteína alrededor de 70% de carbohidratos.

Bilbao (2007) también menciona que el contenido total de fibra presente en a harinas de trigo como máximo es de 1.5%, con lo cual quiere decir que nuestro porcentaje de fibra obtenido se encontró dentro los parámetros teóricos, ya que se reportó una cantidad de fibra de  $1.4 \pm 0.35\%$ .

#### **4.2.1.2. Harina de algarroba**

Los datos obtenidos del análisis de la composición química porcentual de la Harina de Algarroba se muestran en la tabla 17.

**Tabla 17: Composición químico proximal de la harina de Algarroba en 100g de harina**

<b>Componentes</b>	<b>(%)</b>
<b>Humedad</b>	7.49 $\pm$ 0.35
<b>Proteína</b>	8.71
<b>Ceniza</b>	2.48 $\pm$ 0.2
<b>Grasa</b>	0.83 $\pm$ 0.25
<b>Carbohidratos</b>	80.49
<b>Fibra dietaría total</b>	33.83

Los resultados mostrados en la tabla 17 muestra que la humedad de la harina de algarroba asciende a los 7.49 $\pm$ 0.35%, valor que es inferior al 15% de humedad, que es permitido por la N.T.P. 209.602:2007. Según

Cheftel, 1976, menciona que las humedades en harinas menores a 11% evitan el deterioro cuando tiene un almacenamiento prolongado, a temperaturas de 20 °C.

El contenido de proteína de la harina de algarroba fue de 8.71% el cual se encuentra dentro los parámetros de la N.T.P. 209.602:2007, que reporta que debe estar entre 7 – 15% para la harina de algarroba. Por lo general el porcentaje de proteína varía según su variedad y el tratamiento de limpieza al que es sometida la vaina de algarrobo.

Respecto al contenido de ceniza, se obtuvo  $2.48 \pm 0.2\%$ , el cual se encuentra dentro de los límites Máximos Permisibles por la Norma Técnica Peruana N.T.P. 209.602:2007, el cual dice que no debe ser mayor a 5%.

El contenido de grasa de la harina de algarroba fue de  $0.83 \pm 0.25\%$ , el cual se asemeja al teórico citado por Prokopiuk, (2004), el cual indica que el algarrobo tiene bajo porcentaje de grasa.

El contenido de carbohidratos y fibra dietaria total fue de 80.49% y 33.83% respectivamente, valores similares al teórico según Prokopiuk, (2004).

#### 4.2.1.3. Harina de avena

Los resultados del análisis de la composición química porcentual de la harina de avena se muestran en la tabla 18.

**Tabla 18: composición químico proximal de la harina de avena en 100 g de harina**

<b>Componentes</b>	<b>(%)</b>
<b>Humedad</b>	8.59±0.2
<b>Proteína</b>	11
<b>Ceniza</b>	0.98±0.25
<b>Grasa</b>	6.56±0.3
<b>Carbohidratos</b>	72.87
<b>Fibra dietaria total</b>	18.17

El contenido de humedad de la harina de avena asciende a los 8.59±0.2% y el contenido de ceniza fue de 0.98±0.25; valor que se encontraron dentro de los parámetros de Límites Máximos Permisibles por La Norma Técnica Nacional 205.033:1982, donde indica los valores que no excedan a los límites fisicoquímico humedad 12% y ceniza 2.3%.

El contenido de proteína de la harina de avena fue de 11 el cual está dentro de los límites de N.T.P. 205.033:1982, el cual dice que no debe ser menor a 10.5%.

El contenido de carbohidratos fue de 72.87%, cual se asemeja al contenido de carbohidratos descrito en la Tabla de Composición Química de los Alimentos (Dr Carlos Collazos Chiriboga) el cual es de 72%.

El contenido de fibra dietaria total fue 18,7% el cual es mayor al que se presenta en Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos el cual es de 13.1%.

#### 4.2.2. Análisis fisicoquímico

##### 4.2.2.1. Colorimetría de las harinas de trigo, algarroba y avena

Los resultados de los análisis de color de las harinas de trigo, algarroba y avena se muestran en la tabla 19

**Tabla 19: colorimetría de las harinas Trigo, Algarroba y Avena**

MUESTRA	ANÁLISIS DE COLOR DE LAS HARINAS				
	a*	b*	L* Luminosidad	C* Cromaticidad	h* ángulo de tonalidad
Harina de Trigo	-1.41±0.01	12.38±0.05	100.20±0.32	12.46	96.50
Harina de Algarroba	0.25±0.03	24.46±0.09	82.84±0.06	24.46	89.42
Harina de avena	0.14±0.21	8.67±0.5	90.62±0.2	8.67	89.07

En la tabla 19, se observó que en la harina de trigo el valor presentado en el parámetro b\* (12.38±0.05), tiene

tendencia al color amarillo y en el  $a^*$  ( $-1.41 \pm 0.01$ ) una ligera tendencia al color verde;  $L^*$  presento un valor de  $100.20 \pm 0.32$  el cual es un indicador que tiene alta tendencia al color blanco. El ángulo de tonalidad presento un valor de 96.50 encontrándose en el segundo cuadrante de coordenadas de color (verde-amarillo), con tendencia más al color amarillo. La cromaticidad que presento la harina de trigo tuvo un valor de 12.46.

Con respecto a la harina de algarrobo, se observó que el valor presentado de  $b^*$  ( $20.46 \pm 0.09$ ), el cual indico una tendencia hacia el color amarillo y el valor de  $a^*$  ( $0.25 \pm 0.03$ ) presento una ligera tendencia hacia al color rojo. El valor de  $L^*$  ( $82.84 \pm 0.06$ ) nos indica que es una harina clara. El ángulo de tonalidad presento un valor de 89.42 que corresponde al primer cuadrante de las coordenadas de color (rojo-amarillo), con mayor tendencia hacia el color amarillo. La cromaticidad presento un valor de 24.46.

Con respecto a la harina de avena se apreció que el valor presentado de  $b^*$  ( $8.67 \pm 0.5$ ) con ligera tendencia al color amarillo y el valor de  $a^*$  ( $0.14 \pm 0.21$ ) con ligera tendencia al color rojo. El valor de  $L^*$  ( $90.62 \pm 0.2$ ) indica alta tendencia al color blanco. El ángulo de tonalidad tiene el

valor de 89.07 correspondiente al primer cuadrante de las coordenadas de color rojo-amarillo, con una tendencia baja al amarillo. La cromaticidad que presento es de 8.67.

#### **4.3. Calculo del cómputo químico de las formulaciones**

Se calculó el cómputo químico de las diferentes mezclas de harinas de trigo, algarroba y avena, utilizando como referencia el patrón de los aminoácidos esenciales de la FAO/OMS/UNU 1985 (mg. AA/g proteína). Observándose los resultados en la tabla 20. Los valores que se obtuvieron fueron cálculos teóricos, que pueden ser obtenidos a partir de la composición de aminoácidos de las harinas de trigo, algarroba y avena, que están reportadas en la bibliografía.

Los alimentos de origen vegetal como son los cereales y leguminosas, constituyen un porcentaje importante de proteína y fibra en la dieta, pero ambos también poseen aminoácidos limitantes, los cuales hacen que disminuya la eficiencia de su utilización, siendo así necesario complementarlos con otros para así poder mejorar su calidad. Esto se logra agregando en pequeñas cantidades de proteína animal o combinándolas entre sí, dado que las leguminosas son pobres en aminoácidos azufrados (metionina + cistina) y los cereales como el trigo, arroz, maíz son pobres en lisina. Al ser distintos los aminoácidos limitantes en leguminosas y cereales, una mezcla de ambos permite mejorar el cómputo de aminoácidos y con

ello también mejorar la calidad biológica de la proteína de la mezcla, llamando al proceso complementación aminoacídica.

Según Soriano del Castillo (2006), menciona que los cereales deben ser consumidos con leguminosas, porque se incrementa el aporte proteico; debido a que el patrón de aminoácidos de las proteínas de las leguminosas complementa al de los cereales.

En la tabla 20, se muestra el cómputo químico de las diferentes harinas de trigo, algarroba y avena, como también de las diferentes mezclas.

Se pudo identificar a la lisina como aminoácido limitante, pero las mezclas de las harinas logran sobrepasar el límite mínimo del 70% recomendado por la FAO/OMS.

**Tabla 20: Cómputo químico (teórico) para las 11 formulaciones de galletas de harina de trigo, algarroba y avena.**

%H. Trigo	88	80	80	72	85	75	85	75	80	80	80
%H. Algarrobo	6	14	6	14	5	15	10	10	10	10	10
%H. Avena	6	6	14	14	10	10	5	15	10	10	10
Aminoácidos esenciales	SCORE QUIMICO										
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
Isoleucina	126	127	134	135	130	131	124	137	131	131	131
Leucina	126	126	126	133	130	130	125	135	130	130	130
Lisina	76	80	80	84	78	83	77	83	80	80	80
Metionina+Cisteina	177	171	171	157	171	163	177	157	167	167	167
Fenilalanina+Tirosina	211	210	210	211	211	210	210	212	211	211	211
Treonina	144	145	145	153	147	150	143	154	149	149	149
Triptófano	206	204	204	214	212	208	203	217	210	210	210
Valina	127	126	126	135	132	130	125	137	131	131	131

#### **4.4. Producción de galletas**

##### **A) Recepción de Materia Prima**

- **Harina de trigo**

Se empleó harina de trigo galletera marca Nicollini de uso industrial, la cual cumple con la norma técnica peruana 205.027:1986. El porcentaje utilizado, según las mezclas se encuentran en la tabla 15.

- **Harina de algarroba**

La harina de algarroba utilizada se obtuvo de manera artesanal siguiendo la Norma Técnica Peruana NTP 209.602:2007 destinada para el consumo humano. El porcentaje utilizado, se encuentran en la tabla 15.

- **Harina de avena**

Se empleó harina de avena marca Ositos de Oro, que cumple con las N.T.P. 205.033:1982, destinada al consumo humano.

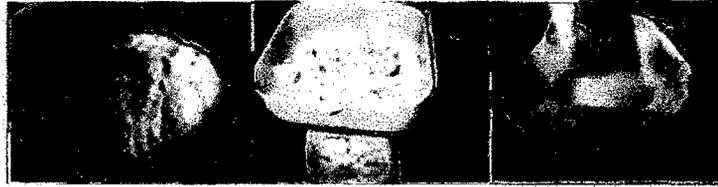
##### **B) Recepción de insumos**

Se recibió los siguientes insumos:

- Azúcar rubia
- Margarina
- Extracto de Malta
- Agente Leudantes: Bicarbonato de amonio
- Agua

### **C) Pesado**

En esta operación se pesó las materias primas e insumos según las formulaciones para cada ensayo.



**Figura 21: Proceso de pesado.**

### **D) Mezclado**

Se colocó en la amasadora las harinas (harina de trigo, harina de algarroba y harina de avena), el bicarbonato de amonio y la margarina en trozos, para poder formar una mezcla homogénea.

### **E) Amasado**

Una vez obtenida la mezcla se procedió a adicionar una solución de agua, azúcar y extracto de malta, y se procedió al amasado hasta obtención de una masa homogénea (2 minutos 30 segundos).



**Figura 22: Proceso de amasado.**

## F) Reposado

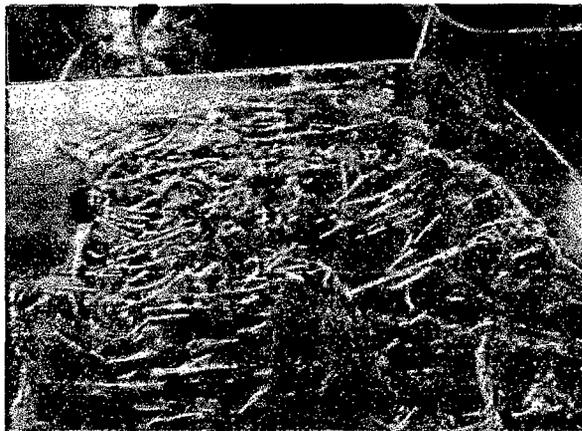
La masa obtenida fue recubierta con film de polietileno y mantenida en reposo, a temperatura de ambiente, por un tiempo de 15 minutos.



**Figura 23:** Reposo de la masa.

## G) Laminado

La masa fue posteriormente laminada en la mesa de acero inoxidable, con un rodillo hasta un espesor aproximado de 5 mm. Las láminas fueron recubiertas con film de polietileno y mantenidas nuevamente en reposo por 15 minutos.



**Figura 24:** Laminado de masa.

## H) Cortado o troquelado

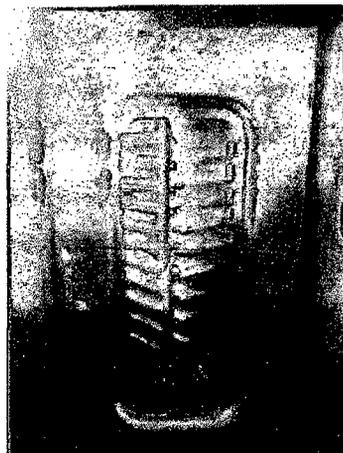
Luego de su reposo, la masa lámina fue troquelada con moldes de 5 cm de diámetro (no se reutilizaron recortes de masa). Las piezas de masa obtenidas fueron colocadas en bandejas, previamente enmargarinadas y harinadas.



**Figura 25: Cortado de la masa.**

## I) Horneado

El horneado se llevó a cabo en un horno rotatorio por convección marca NOVA, a una temperatura de 160 °C durante 12 minutos.



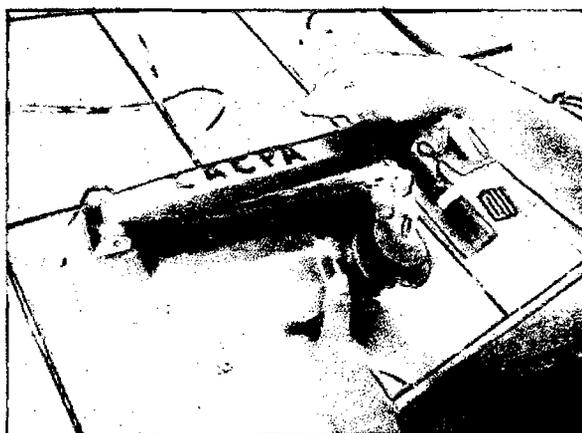
**Figura 26: Horneado de las galletas.**

## **J) Enfriado**

Luego las galletas obtenidas se enfriaron a temperatura de ambiente, aproximadamente por 45 minutos.

## **K) Envasado**

Las galletas fueron empacadas en bolsas de polietileno de alta densidad, para luego sellar las bolsas con una selladora manual y mantener en perfecta hermeticidad al producto.



**Figura 27: Envasado de galletas.**

También hubo galletas, las cuales fueron selladas en bolsas de polipropileno y polietileno de densidad #2, y en potes termoformados PET, las cuales sirvió para poder estudiar el efecto de empaque en función de la humedad, textura y peso.

## **L) Almacenamiento**

El almacenamiento se llevó a cabo a temperatura ambiente (24 – 25 °C), en un lugar fresco, libre de polvo y sin exposición a excesiva a la luz

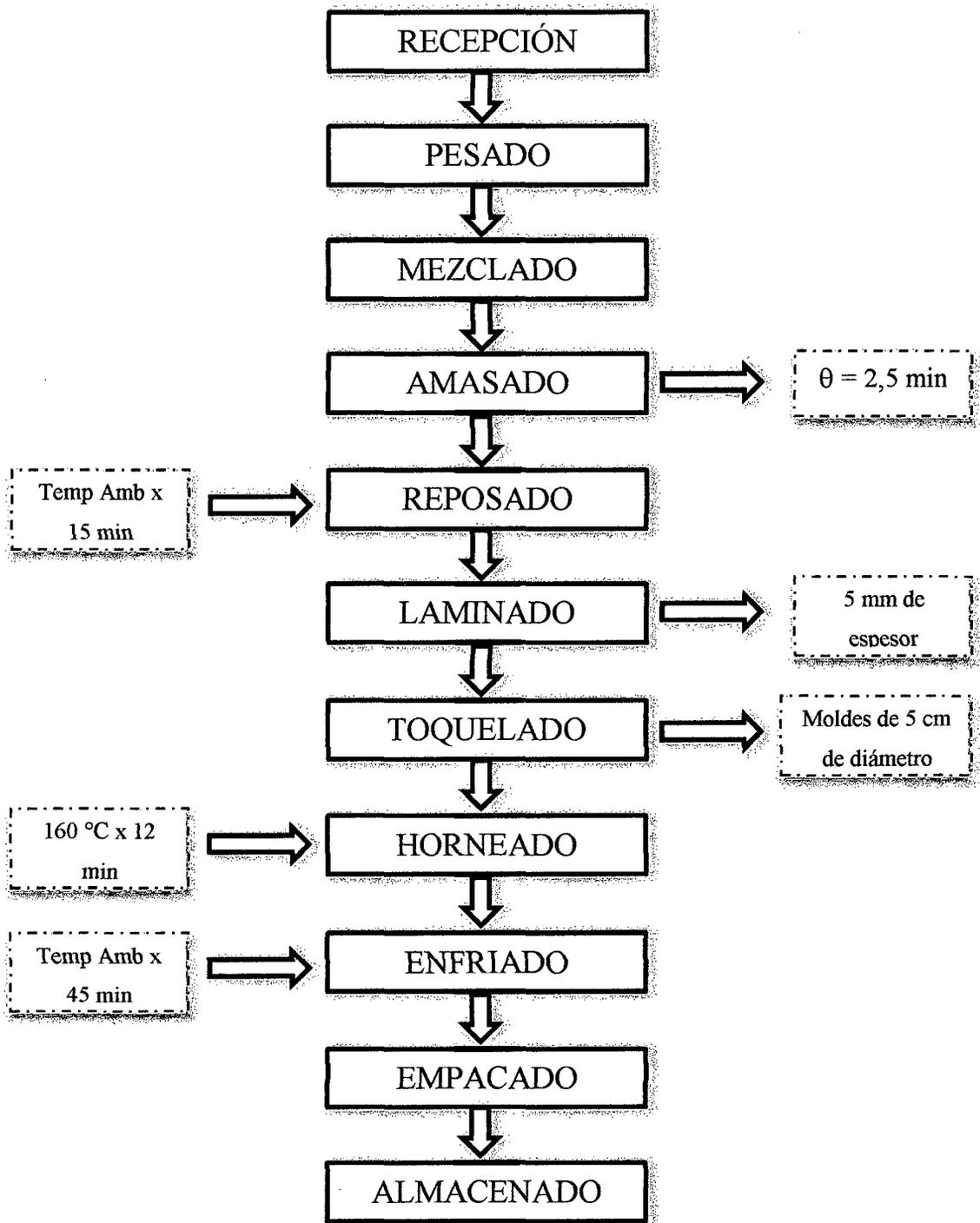


Figura 28: Diagrama definitivo para la elaboración de galletas de harina de trigo, algarroba y avena.

#### 4.5. Evaluación de galletas

##### 4.5.1. Evaluación de la proteína de las galletas de harina de trigo, algarroba y avena

Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio Colecibi S.A.C; en el Anexo 4.1 encontramos los certificados arrojados de la respuesta proteína de galletas.

**Tabla 21: Respuestas del análisis de Proteínas de las galletas de harina de trigo, algarroba y avena**

Ensayos	Harina de Algarroba	Harina de Avena	Harina de Algarroba (%)	Harina de Avena (%)	Proteínas (%)
1	-1	-1	6.5	6.5	7.60
2	1	-1	13.5	6.5	7.79
3	-1	1	6.5	13.5	7.8
4	1	1	13.5	13.5	7.92
5	-1.41421	0	5	10	7.57
6	1.41421	0	15	10	7.51
7	0	-1.41421	10	5	7.68
8	0	1.41421	10	15	7.95
9	0	0	10	10	7.95
10	0	0	10	10	7.96
11	0	0	10	10	8.05
Patrón	-	-	-	-	7.13

Se observa en la Tabla 21, los porcentaje de proteínas de la galletas se encontraron entre 7.50 y 8.10 %; siendo las formulaciones 8 (10% de harina de algarroba y 15% de harina de avena) y 9, 10, 11 (10% de harina de algarroba y 10% de harina de avena) los que presentaron mayor porcentaje de proteínas 7.95; 7.96 y 8.05% respectivamente.

Se observó que la galleta patrón producida, que no contiene ninguna de las variables en su formulación, presento un porcentaje de 7.13 de proteínas. Además hay una aproximación en los valores obtenidos para las formulaciones con condición de punto central lo que indica una buena repetibilidad del proceso.

**Tabla 22: Coeficientes de regresión para respuesta proteína de las galletas de harina de trigo, algarroba y avena**

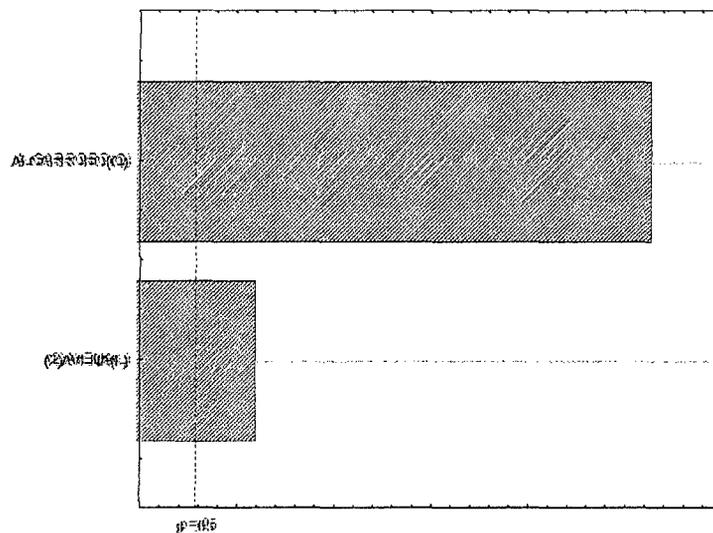
	<b>Coeficientes de regresión</b>	<b>Error estándar</b>	<b>t(8)</b>	<b>p-valor*</b>
<b>Media</b>	7.99	0.06	144.39	<0.0001
<b>x<sub>1</sub> (L)</b>	0.03	0.03	0.83	0.443
<b>x<sub>1</sub> (Q)</b>	-0.19	0.04	-4.92	0.004
<b>x<sub>2</sub> (L)</b>	0.09	0.03	2.63	0.046
<b>x<sub>2</sub> (Q)</b>	-0.06	0.04	-1.50	0.191
<b>x<sub>1</sub> x x<sub>2</sub></b>	-0.02	0.05	-0.37	0.729

x<sub>1</sub>=Harina de algarrobo, x<sub>2</sub>=harina de avena, , L=término lineal, Q=término cuadrático. \* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia (p<0.05).

La Tabla 22 presenta los coeficientes de regresión para esta variable dependiente. Considerados significativos los

parámetros con valores de probabilidad menores que 0.05; siendo significativo el término cuadrático de harina de algarroba (altamente significativo) y el término lineal de la harina de avena.

Donde los términos: cuadrático de harina de algarroba, cuadrático de harina de avena y la interacción de la harina de algarroba y avena presentaron efectos negativos en el porcentaje de proteínas de las galletas.



**Figura 29: Diagrama de Pareto de efectos significativos de las harinas de algarroba y avena para la respuesta proteína de las galletas de harina de trigo, algarroba y avena**

El valor de coeficiente de determinación o coeficiente de explicación ( $r^2$ ); para el delineamiento experimental completo fue de **86.46%**. Este valor indica el ajuste de la recta de regresión a los puntos o ensayos experimentales. De la misma manera al excluir de la tabla 22, los términos que no fueron significativos ( $p > 0.05$ ); el nuevo valor de coeficiente de determinación para el delineamiento experimental es de

**78.07%**. Lo que sigue indicando un buen ajuste de los datos experimentales en el modelo o delineamiento experimental. La tabla 23 muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la respuesta proteína. Del cuadro se puede observar que el valor de F calculado es mayor al F tabulado; rechazándose la hipótesis nula (concluyéndose sobre la existencia de regresión lineal). Por lo tanto teniendo en cuenta que el F calculado es mayor al tabulado y que el valor de  $r^2$  es adecuado; podemos concluir y construir un modelo ajustado codificado (**ecuación 1**).

Además fue posible construir superficies de respuestas para el volumen específico, la cual se presenta en la **figura 30**.

**Tabla 23: Análisis de varianza para la respuesta Proteína de las galletas**

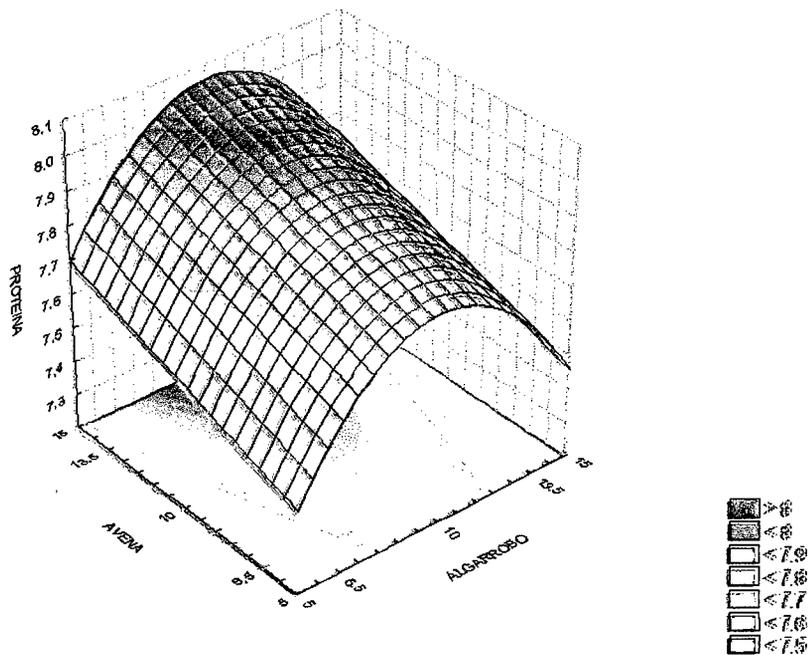
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (2, 8;0.05)
Regresión	0.27	2	0.14		
Residuos	0.07	8	0.01	14	4.46
<b>Total</b>	<b>0.34</b>	<b>10</b>	<b>0.034</b>		

$$\text{Proteína} = 7.99 - 0.19x_1^2 + 0.09x_2 \quad (\text{Ec. - 1})$$

Dónde:

$X_1$ =Harina de Algarroba

$X_2$ = Harina de Avena



**Figura 30: Superficie de respuesta para proteína de las galletas en función de: Contenido de harina de algarroba (%) y Contenido de harina de avena (%)**

A través de la superficie de respuesta (Figura 30) generada por el modelo se puede observar que mayor es el porcentaje de proteínas cuando se adiciona mayor porcentaje de harina de avena (8,6 a 15%), el porcentaje de proteína disminuye cuando se adiciona mayor cantidad de harina de algarroba. Además la concentración de harina de algarroba más adecuada es de 8.3 a 11.5 %.

#### 4.5.2. Evaluación sensorial

La tabla 24 muestra las respuestas que se obtuvieron en el análisis sensorial Color, Textura, Olor y Sabor de los ensayos del diseño experimental.

**Tabla 24: Respuestas obtenidas del análisis sensorial de las galletas de harina de trigo, algarroba y avena.**

<b>Ensayos</b>	<b>Harina de Algarroba</b>	<b>Harina de Avena</b>	<b>Color</b>	<b>Textura</b>	<b>olor</b>	<b>Sabor</b>
<b>1</b>	-1	-1	6.02	6.57	6.17	5.73
<b>2</b>	1	-1	5.4	5.53	5.97	5.8
<b>3</b>	-1	1	5.73	6.27	6.07	6.8
<b>4</b>	1	1	5.79	6.37	6.36	6
<b>5</b>	-1.41421	0	6.27	6.73	6.13	6.6
<b>6</b>	1.41421	0	5.25	5.83	5.73	5.8
<b>7</b>	0	-1.41421	5.73	6.53	6.2	5.67
<b>8</b>	0	1.41421	6.42	6.19	6.13	6.2
<b>9</b>	0	0	6.2	6.55	6.37	6.8
<b>10</b>	0	0	6.23	6.53	6.3	6.87
<b>11</b>	0	0	6.19	6.52	6.35	6.85
<b>Patrón</b>	-	-	6.81	6.90	6.7	7.1

#### **4.5.2.1. Evaluación del sabor de las galletas**

La tabla 24 muestra los resultados de sabor para cada formulación del delineamiento experimental.

La tabla 24 muestra a los ensayos 3 (6.5% de harina de algarroba y 13.5% de harina de avena) ,5 (5% de harina de algarroba y 10% de harina de avena) y 9, 10 y 11 (10% de harina de algarroba y 10% de harina de avena) como los que gozaron de la mayor aceptación por parte de los panelistas.

Se observó que la galleta patrón producida, que no contiene ninguna de las variables en su formulación presentó un valor de 7.1 en la evaluación sabor.

Además hubo una aproximación de los ensayos obtenidos para las formulaciones con condición de punto central lo que indica una buena repetibilidad del proceso. Cabe mencionar que las respuestas se obtuvieron del promedio de las 30 apreciaciones de los panelistas en el análisis sensorial realizado.

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de la respuesta sabor, presentados en la tabla 25. Analizando estos efectos se observó que los términos lineales y cuadráticos de la harina de algarroba y avena y la interacción de estas dos harinas tuvieron efecto significativo ( $p < 0.05$ ).

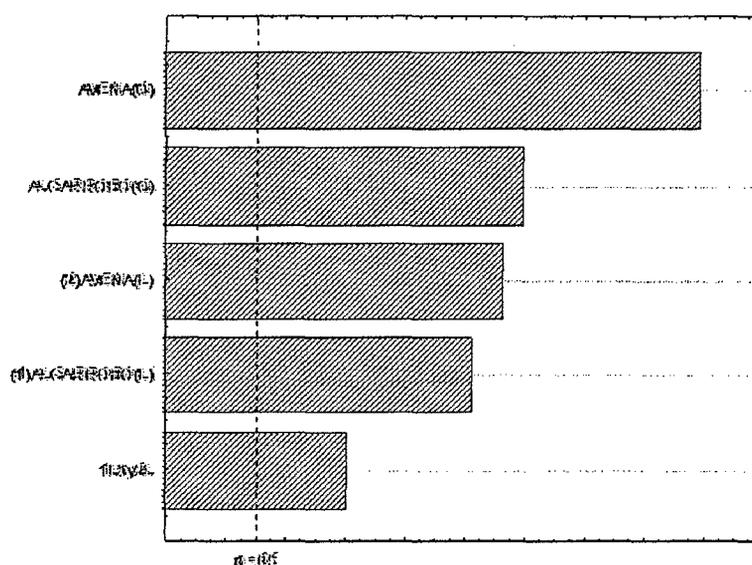
El valor de coeficiente de determinación ( $r^2$ ); para el delineamiento experimental completo de la variable en estudio fue de **97.51%**. Este valor indica un alto ajuste del modelo.

**Tabla 25: Coeficiente de regresión para respuesta sabor de galletas de harinas de trigo, algarroba y avena**

	<b>Coeficientes de regresión</b>	<b>Error estándar</b>	<b>T(5)</b>	<b>p-valor*</b>
<b>Media</b>	6.84	0.062	110.91	<0.0001
<b>x<sub>1</sub> (L)</b>	-0.23	0.038	-6.16	0.0016
<b>x<sub>1</sub> (Q)</b>	-0.31	0.045	-7.04	0.0008
<b>x<sub>2</sub> (L)</b>	0.25	0.038	6.68	0.0011
<b>x<sub>2</sub> (Q)</b>	-0.45	0.045	-9.98	0.0002
<b>x<sub>1</sub> x x<sub>2</sub></b>	-0.22	0.053	-4.07	0.0096

x<sub>1</sub>=Harina de algarrobo, x<sub>2</sub>=harina de avena, , L=término lineal, Q=término cuadrático.

\* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia (p<0.05).



**Figura 31: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta sabor para galleta de harinas de trigo, algarroba y avena**

Para el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 26, se observó que el modelo que describe la respuesta sabor en función de las variables independientes en estudio, con los parámetros estadísticamente significativos, fue aceptable, puesto que el porcentaje de  $r^2$  fue mayor a 70% y la razón  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabulado}}$  fue de 8.184 permitiendo la construcción de superficies de respuesta.

**Tabla 26: Análisis de varianza para la respuesta sabor de las galletas de harinas de trigo, algarroba y avena**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F calculado</b>	<b>F tabulado (5, 5;0.05)</b>
<b>Regresión</b>	2.48	5	0.496		
<b>Residuos</b>	0.06	5	0.012	41.33	5.050
<b>Total</b>	2.54	10	0.254		

En vista de los resultados obtenidos del análisis de varianza, se obtuvo un modelo de variables codificadas representado en la ecuación 02, que muestra la posibilidad del sabor de ser estimado en función de la harina de algarroba y harina de avena, que se ajusta bien a los datos experimentales.

$$\text{Sabor} = 6.84 - 0.23x_1 - 0.31x_1^2 + 0.25x_2 - 0.44x_2^2 - 0.22x_1x_2 \quad (\text{Ec. - 2})$$

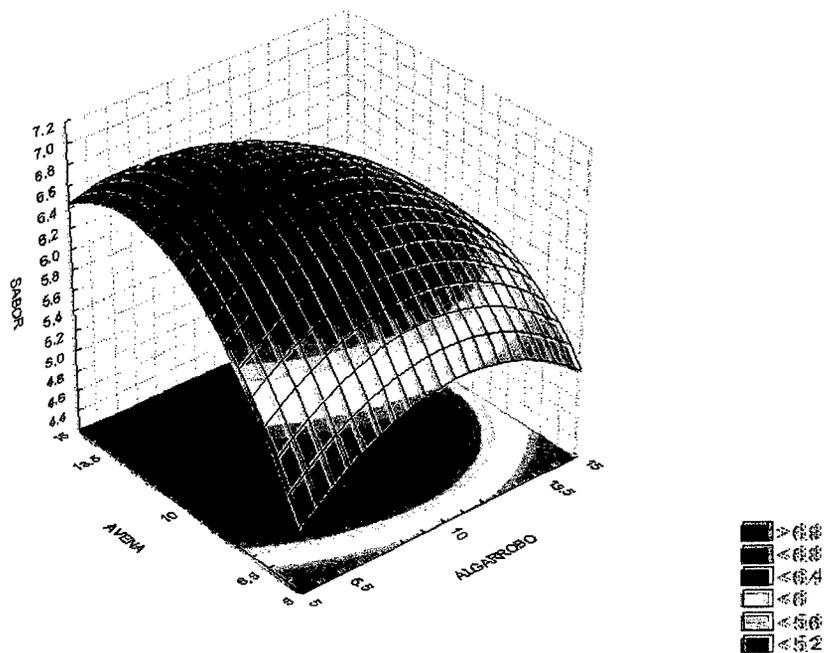
Donde:

$X_1$  = Harina de Algarroba (%).

$X_2$  = Harina de Avena (%).

$X_1 * X_2$  = Interacción de harina Algarroba y harina de Avena

Así mismo, fue posible construir superficies de respuestas para el sabor en función de las variables independientes, la cual se presenta en la **figura 32**.



**Figura 32 : Superficies de re**

**puesta para el sabor de las galletas en función de: Contenido de harina de Algarroba (%), Contenido de harina de Avena (%).**

A través de las superficies de respuestas (figura 32) se pudo verificar que la harina de algarroba y harina

de avena tuvieron influencia estadísticamente significativa en el sabor de las galletas. La adición de harina de algarroba en un rango 6.5 a 13.5% y harina de avena alrededor de 10 a 13.5% otorgaron mayor aceptación por parte de los panelistas; obteniendo puntuaciones mayores 6, según de la escala hedónica establecida.

#### **4.5.2.2. Evaluación de la textura de las galletas**

La tabla 24 muestra los resultados de textura para cada formulación del delineamiento experimental.

La tabla 24 muestra a los ensayos 1 (6.5% de harina de algarroba, 6.5% de harina de avena) y 5 (5% de harina de algarroba, 10% de harina de avena) y 9 (10% de harina de algarroba, 10% de harina de avena) como los que gozaron de la mayor aceptación por parte de los panelistas.

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de la respuesta textura, tabla 27. Analizando estos efectos se observó que los parámetros que tuvieron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) fue el término lineal de harina de algarroba (altamente significante) e interacción de harina de algarroba y avena.

El valor de coeficiente de determinación ( $r^2$ ); para el delineamiento experimental completo de la variable en estudio fue de **86.042%**. Este valor indica ajuste modelo.

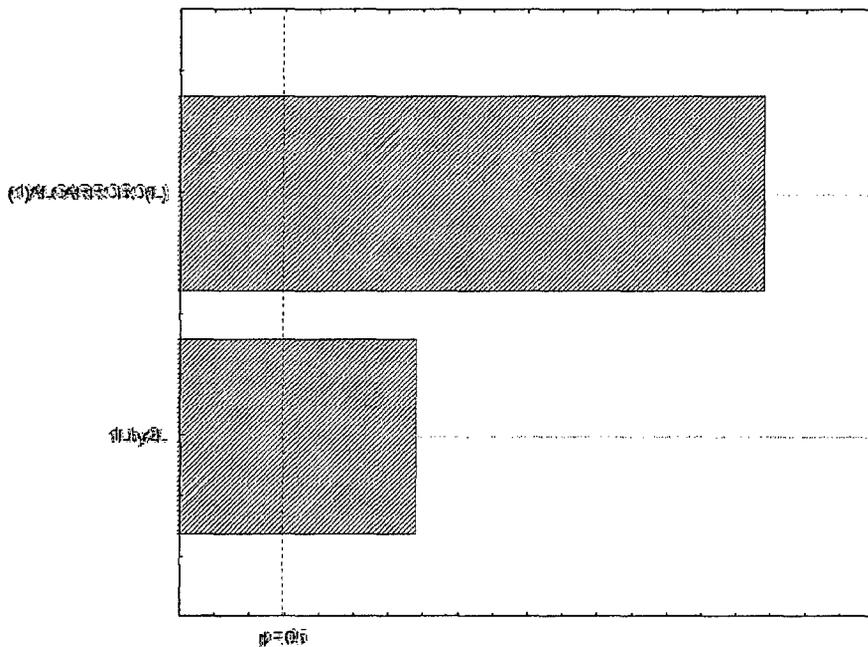
Al excluir del modelo completo, aquellos términos por no ser significativos ( $p > 0.05$ ); el nuevo  $r^2$  que se presentó para el modelo ajustado es de **72.25%**.

**Tabla 27: Coeficiente de regresión para respuesta Textura de galletas**

	<b>Coefficientes de regresión</b>	<b>Error estándar</b>	<b>t(8)</b>	<b>p-valor*</b>
<b>Media</b>	6.53	0.11	59.47	<0.0001
<b>x<sub>1</sub> (L)</b>	-0.28	0.07	-4.11	0.01
<b>x<sub>1</sub> (Q)</b>	-0.16	0.08	-2.00	0.10
<b>x<sub>2</sub> (L)</b>	0.007	0.07	0.11	0.92
<b>x<sub>2</sub> (Q)</b>	-0.12	0.08	-1.50	0.19
<b>x<sub>1</sub> x x<sub>2</sub></b>	0.29	0.09	2.99	0.03

x<sub>1</sub>=Harina de algarrobo, x<sub>2</sub>=harina de avena, L=término lineal, Q=término cuadrático.

\* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ( $p < 0.05$ ).



**Figura 33: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta textura**

Para el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 28, se observó que el modelo que describe la respuesta textura en función de las variables independientes en estudio, con los parámetros estadísticamente significativos, fue aceptable, puesto que el porcentaje de  $r^2$  fue mayor a 70%; haciendo posible concluir en un modelo en función de la harina de algarroba y avena que se ajusta bien a los datos experimentales.

**Tabla 28: Análisis de varianza para la respuesta textura de la galleta.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F calculado</b>	<b>F tabulado (2,8;0.05)</b>
<b>Regresión</b>	0.93	2	1.86		
<b>Residuos</b>	0.36	8	0.045	41.33	4.46
<b>Total</b>	1.29	10	0.129		

Dado los resultados de análisis de varianza, se obtuvo un modelo de variables codificadas para la textura, presentado en la siguiente ecuación:

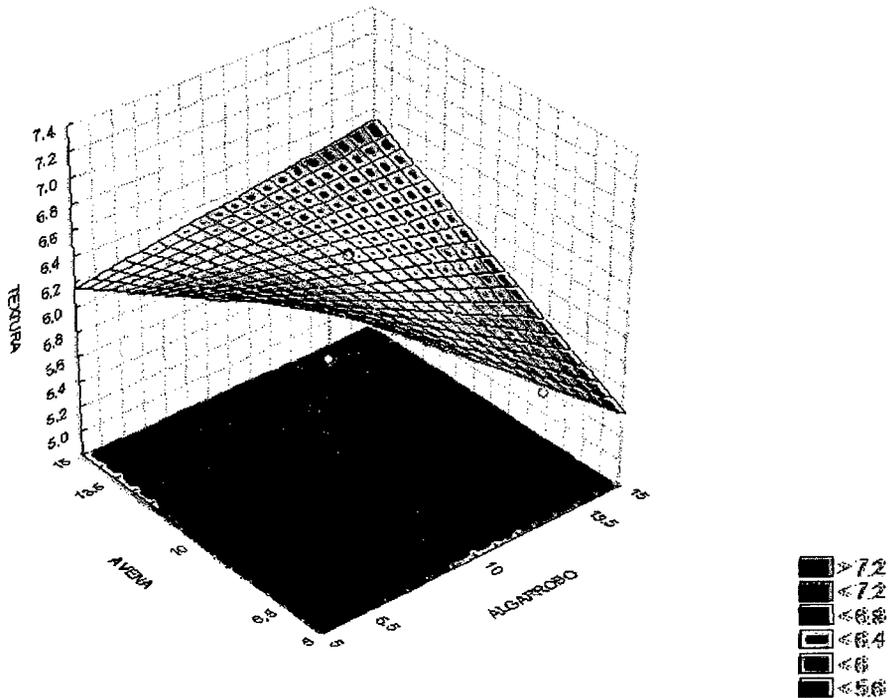
$$\text{Textura} = 6.53 - 0.28x_1 + 0.29 x_1x_2 \quad (\text{Ec. - 3})$$

Donde:

$X_1$  = Harina de Algarroba (%).

$X_1X_2$  = Harina de Algarroba y Avena (%).

Así mismo, fue posible construir superficies de respuestas para la textura en función de las variables independientes, la cual se presenta en la **figura 34**.



**Figura 34. Superficies de respuesta para la textura de las galletas fortificadas en función de: Contenido de harina de Algarroba (%), Contenido de harina de Avena (%).**

A través de las superficies de respuestas (figura 34) se pudo verificar que a menores cantidades de harina de algarroba y harina de avena se gozaron de la mayor aceptación; Lo que indico que al adicionar 5 a 10% de harina de algarroba, 5 a 11.5% de harina de avena se obtiene aceptación por parte de los panelistas.

#### 4.5.2.3. Evaluación del olor de las galletas

La tabla 24 muestra los resultados del olor sensorial para cada formulación del delineamiento experimental.

La tabla 24 muestra a los ensayos 4 (13.5 de harina de algarroba y 13.5% de harina de avena) y 9 10 y 11 (10 de harina de algarroba y 10% de harina de avena como los que gozaron de la mayor aceptación por parte de los panelistas.

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de los factores sobre la respuesta olor, presentados en la tabla 29. Analizando estos efectos se observó que el único parámetro que tuvo efectos significativo ( $p < 0.05$ ) (ver figura 35) fue el término cuadrático de harina de algarroba. En tanto el modelo matemático y la superficie de respuesta no fueron consideradas, pues al ignorar los efectos no significativos, el coeficiente de determinación ( $r^2 = 43.838\%$ ) presentó un valor bajo. El coeficiente de terminación ( $r^2$ ) para el modelo completo fue de 74.94%.

En tanto, el modelo completo de primer orden para la aceptación del olor de las galletas fortificadas se

encuentra en la ecuación 4. Este comportamiento se debe a que el promedio de las puntuaciones realizada por los 30 panelistas para cada formulación.

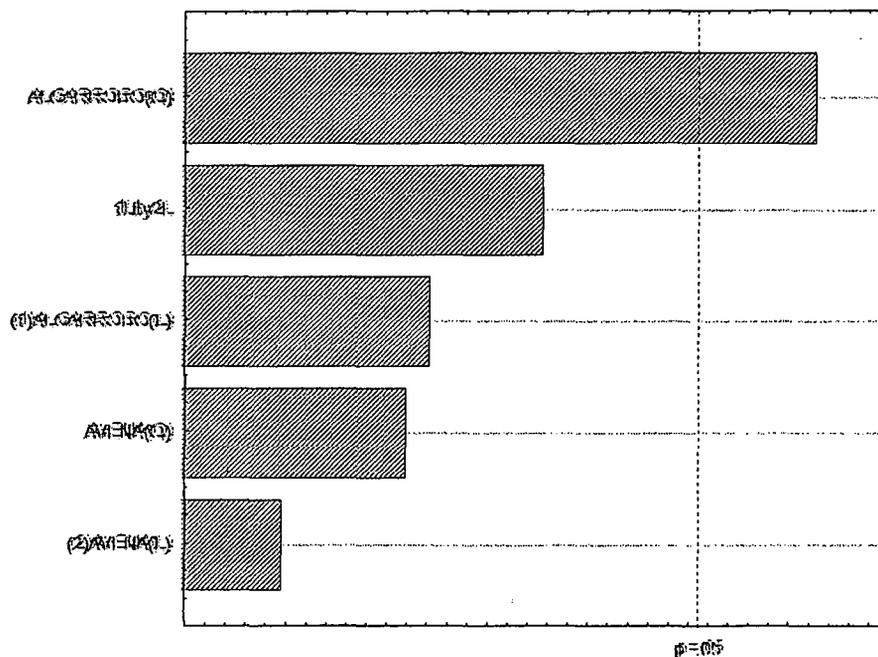
Como no fue posible establecer un modelo matemático de tendencia para el olor, en función de las variables en estudio, la selección de cualquier nivel de harina de algarroba y avena, dentro de los rangos estudiados, no condujo a una diferencia en el producto final. De lo mencionado anteriormente solo se pudo señalar la ecuación de modelo completo para el olor sensorial de las galletas.

$$\text{Olor} = 6.34 - 0.06x_1 - 0.18 x_1^2 + 0.02x_2 - 0.06 x_2^2 + 0.12x_1x_2 \quad (\text{Ec. - 4})$$

$X_1$  = Harina de Algarroba (%).

$X_2$  = Harina de Avena (%).

$X_1X_2$  = Interacción de harina de Algarroba y Avena



**Figura 35: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta olor.**

**Tabla 29: Coeficiente de regresión para respuesta olor de galletas**

	Coeficientes de regresión	Error estándar	T	p-valor*
<b>Media</b>	6.34	0.079	80.39	<0.0001
<b>x<sub>1</sub> (L)</b>	-0.06	0.05	-1.23	0.27
<b>x<sub>1</sub> (Q)</b>	-0.18	0.06	-3.15	0.03
<b>x<sub>2</sub> (L)</b>	0.02	0.05	0.49	0.64
<b>x<sub>2</sub> (Q)</b>	-0.06	0.06	-1.11	0.32
<b>x<sub>1</sub> x x<sub>2</sub></b>	0.12	0.07	1.79	0.13

x<sub>1</sub>=Harina de algarrobo, x<sub>2</sub>=harina de avena, L=término lineal, Q=término cuadrático.

\* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia (p<0.05).

### 4.5.3. Evaluación del color de las galletas

La tabla 24 muestra los resultados del color sensorial para cada formulación del delineamiento experimental.

La tabla 24 muestra a los ensayos 8 (10 de harina de algarroba y 15% de harina de avena) y 9 10 y 11 (10 de harina de algarroba y 10% de harina de avena) como los que gozaron de la mayor aceptación por parte de los panelistas.

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de los factores sobre la respuesta Color, presentados en la tabla 30. Analizando estos efectos se observó que el único parámetro que tuvo efectos significativo ( $p < 0.05$ ) (ver figura 36) fue el termino lineal y cuadrático de harina de algarroba. En tanto el modelo matemático y la superficie de respuesta no fueron consideradas, pues al ignorar los efectos no significativos, el coeficiente de determinación ( $r^2 = 58.87\%$ ) presento un valor muy bajo. El coeficiente de terminación ( $r^2$ ) para el modelo completo fue de 81.86%.

En tanto, el modelo completo de primer orden para la aceptación del color de las galletas se encontró en la ecuación 05. Este comportamiento se debio a que el promedio de las puntuaciones realizada por los 30 panelistas para cada formulación, en cuanto a la variable color, presento valores muy próximos entre sí; independientemente de la adición de harina de algarroba y avena.

Como no fue posible establecer un modelo matemático de tendencia para el color, en función de las variables en estudio, la selección de cualquier nivel de harina de algarroba y avena, dentro de los rangos estudiados, no condujo a una diferencia en el producto final. De lo mencionado anteriormente solo se pudo señalar la ecuación de modelo completo para el color sensorial de las galletas.

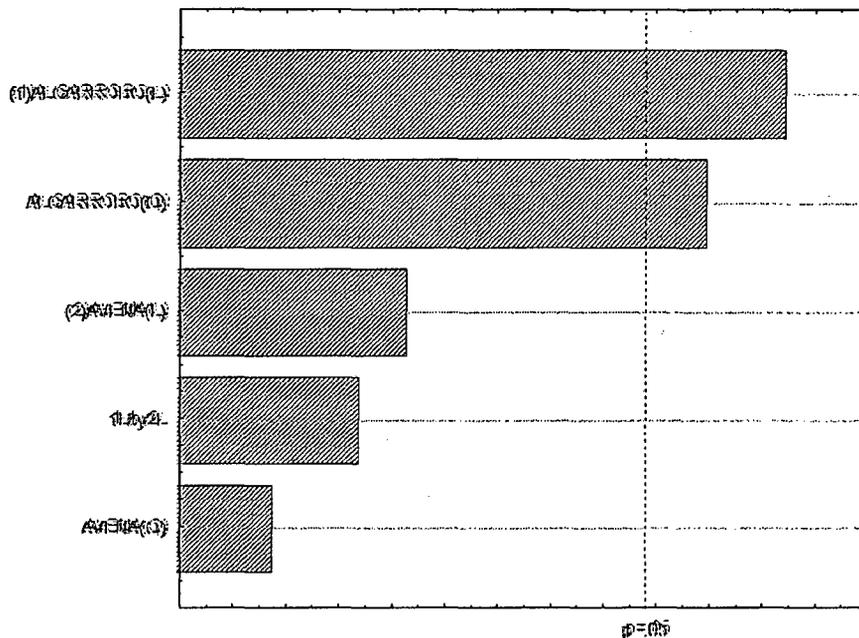
$$\text{Color} = 6.20 - 0.25x_1 - 0.28 x_1^2 + 0.17x_2 - 0.08 x_2^2 + 0.17x_1x_2$$

(Ec. - 5).

$X_1$  = Harina de Algarroba (%).

$X_2$  = Harina de Avena (%).

$X_1X_2$  = Interacción de harina de Algarroba y Avena



**Figura 36: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta color.**

**Tabla 30: Coeficientes de regresión para la respuesta color de las galletas.**

	<b>Coeficientes de regresión</b>	<b>Error estándar</b>	<b>T</b>	<b>p-valor*</b>
<b>Media</b>	6.206667	0.131835	47.07890	<0.0001
<b>x<sub>1</sub> (L)</b>	-0.250312	0.080732	-3.10052	0.026837
<b>x<sub>1</sub> (Q)</b>	-0.268960	0.096091	-2.79901	0.038038
<b>x<sub>2</sub> (L)</b>	0.134476	0.080732	1.66570	0.156653
<b>x<sub>2</sub> (Q)</b>	-0.111459	0.096091	-1.15993	0.298451
<b>x<sub>1</sub> x x<sub>2</sub></b>	0.170000	0.114173	1.48897	0.196669

x<sub>1</sub>=Harina de algarrobo, x<sub>2</sub>=harina de avena, L=término lineal, Q=término cuadrático.

\* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia (p<0.05).

#### 4.5.3.1. Evaluación colorimétrica de las galletas

**Tabla 31: Respuestas obtenidas del análisis de colorimetría de las galletas fortificadas.**

<b>Ensayos</b>	<b>Harina de Algarroba</b>	<b>Harina de Avena</b>	<b>Luminosidad</b>	<b>Cromaticidad</b>	<b>Angulo de tonalidad</b>
<b>1</b>	-1	-1	65.66	33.78	81.9
<b>2</b>	1	-1	62.8	34.41	79.21
<b>3</b>	-1	1	64.14	34.88	78.8
<b>4</b>	1	1	59.35	35.46	77.32
<b>5</b>	-1.41421	0	68.25	33.17	82.19
<b>6</b>	1.41421	0	57.81	33.74	77.1
<b>7</b>	0	-1.41421	63.66	34.38	79.51
<b>8</b>	0	1.41421	63	35.026	78.16
<b>9</b>	0	0	64.74	34.65	80.07
<b>10</b>	0	0	64.71	34.703	79.73
<b>11</b>	0	0	65.77	34.68	80.23
<b>Patrón</b>	-	-	68.7	36.1	82.522

La tabla 31 muestra los resultados de Luminosidad para cada formulación del delineamiento experimental, cuyos valores presentaron una tendencia al color blanco

La tabla 31 muestra a los ensayos 1 (6.5% de harina de algarroba y 6.5% de harina de avena) ,5 (5% de harina de algarroba y 10% de harina de avena) y 9, 10 y 11 (10% de harina de algarroba y 10% de harina de avena) como mayor tendencia al color blanco, además hubo una aproximación de los ensayos obtenidos para las formulaciones con condición de punto central (repeticiones) mantuvieron relativa proximidad, lo que represento la realización de un buen proceso.

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de la respuesta Luminosidad, presentados en la tabla 32. Analizando estos efectos se observó que el término lineal de la harina de algarroba tuvo efecto significativo ( $p < 0.05$ ).

El valor de coeficiente de determinación ( $r^2$ ); para el delineamiento experimental completo de la variable en estudio fue de **89.339%**. Este valor indica un buen ajuste modelo.

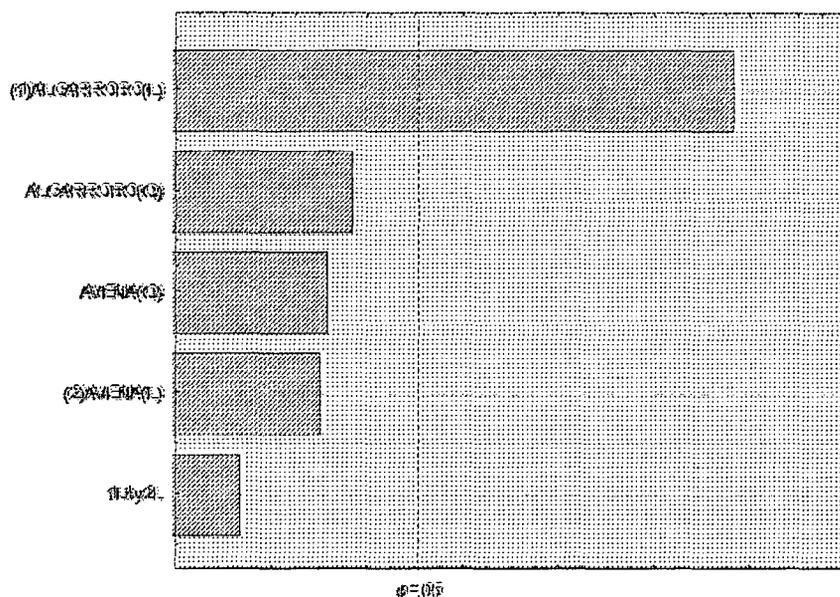
Al excluir del modelo el término cuadrático de harina de Algarroba, el término lineal y cuadrática de harina de avena y las interacción de harina de Algarroba y avena por no ser significativos ( $p > 0.05$ ); el nuevo  $r^2$  para el modelo ajustado fue de **73.04%**. Lo que indica un buen ajuste del delineamiento experimental; es decir se pudo considerar una óptima explicación de la variación total, por parte de la recta inherente a las 11 formulaciones.

**Tabla 32: Coeficiente de regresión para respuesta Luminosidad de galletas**

	<b>Coeficientes de regresión</b>	<b>Error estándar</b>	<b>t(9)</b>	<b>p-valor*</b>
<b>Media</b>	65.07	0.78	83.24	<0.0001
<b>x<sub>1</sub> (L)</b>	-2.80	0.48	-5.85	0.002
<b>x<sub>1</sub> (Q)</b>	-1.07	0.57	-1.88	0.12
<b>x<sub>2</sub> (L)</b>	-0.73	0.48	-1.54	0.18
<b>x<sub>2</sub> (Q)</b>	-0.92	0.57	-1.61	0.17
<b>x<sub>1</sub> x x<sub>2</sub></b>	-0.48	0.68	-0.71	0.51

x<sub>1</sub>=Harina de algarrobo, x<sub>2</sub>=harina de avena, L=término lineal, Q=término cuadrático.

\* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ( $p < 0.05$ ).



**Figura 37: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta Luminosidad general**

Para el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 33, se observó que el modelo que describe la respuesta Luminosidad en función de las variables independientes en estudio, con el parámetros estadísticamente significativo, fue aceptable, puesto que el porcentaje de  $r^2$  fue mayor a 70%.

**Tabla 33: Análisis de varianza para la respuesta Luminosidad de las galletas**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (9,1;0.05)
Regresión	62.8	1	62.8		
Residuos	23.18	9	2.65	23.69	5.117
Total	85.98	10	8.59		

En vista de los resultados obtenidos del análisis de varianza, se obtuvo un modelo de variables codificadas representado en la ecuación, que muestra un modelo en función de la harina de algarroba y avena y la iteración  $q$  existe en estas dos variables.

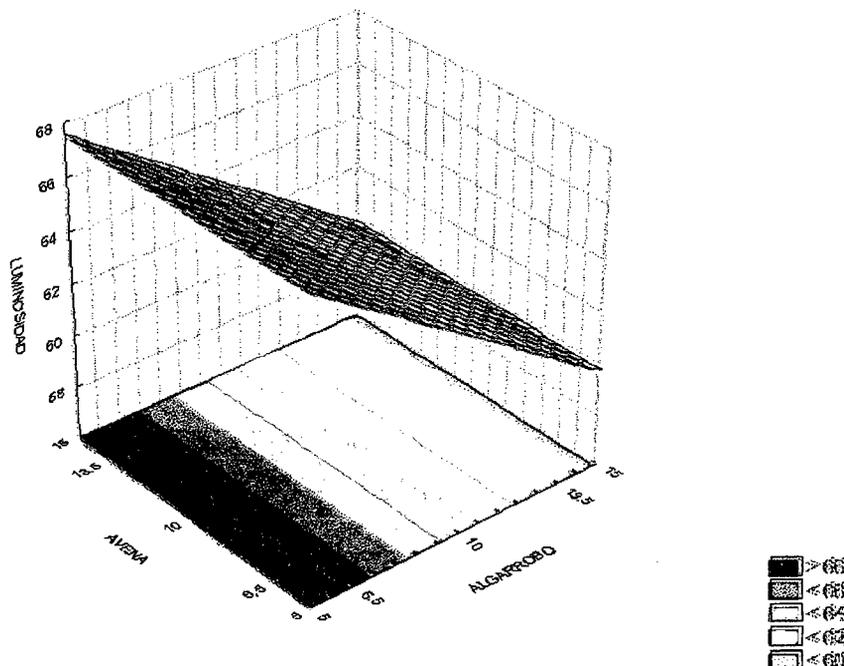
$$\text{Luminosidad} = 65.07 - 2.80x_1 \quad (\text{Ec. - 6})$$

Donde:

$X_1$  = Harina de Algarroba (%).

$X_2$  = Harina de Avena (%).

Así mismo, fue posible construir superficies de respuesta para luminosidad en función de las variables independientes, la cual se presenta en la **figura 38**



**Figura 38: Superficies de respuesta para luminosidad de las galletas en función a la luminosidad: Contenido de harina de Algarroba (%), y Contenido de harina de Avena**

Las superficies de respuesta obtenidas para la respuesta luminosidad de las galletas mostradas en la figura 38, se pudo verificar que la harina de avena no tiene influencia estadísticamente significativa en la Luminosidad de la galleta por el contrario la harina de Algarroba tuvo influencia significativa; y al adicionar menores porcentajes de harina de algarroba (0 a 8.6%) se obtienen mayores valores de luminosidad (mayores a 64); traduciéndose en galletas de tonalidad más clara.

#### **4.5.3.2. Evaluación del ángulo de tonalidad de las galletas**

El ángulo de tonalidad (h) expresado en grados, define la coloración de los productos siendo, en este estudio 0 grados igual a  $a^*$ , es decir color rojo y 90 grados igual a  $b^*$ , es decir color amarillo. De forma general los valores reportados para el ángulo de tonalidad de la corteza presentan un rango de 71° a 82° (tabla 31)

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de la respuesta ángulo de tonalidad, tabla 35 y figura 39. Analizando estos efectos se observó que los únicos parámetros que tuvieron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) fue los términos lineales de algarroba y avena.

El valor de coeficiente de determinación ( $r^2$ ); para el delineamiento experimental completo de la variable en estudio fue de **90.77%**. Este valor indica el buen ajuste modelo.

Al excluir los términos no significativos ( $p > 0.05$ ); el nuevo  $r^2$  para el modelo ajustado fue de **82.54%**.

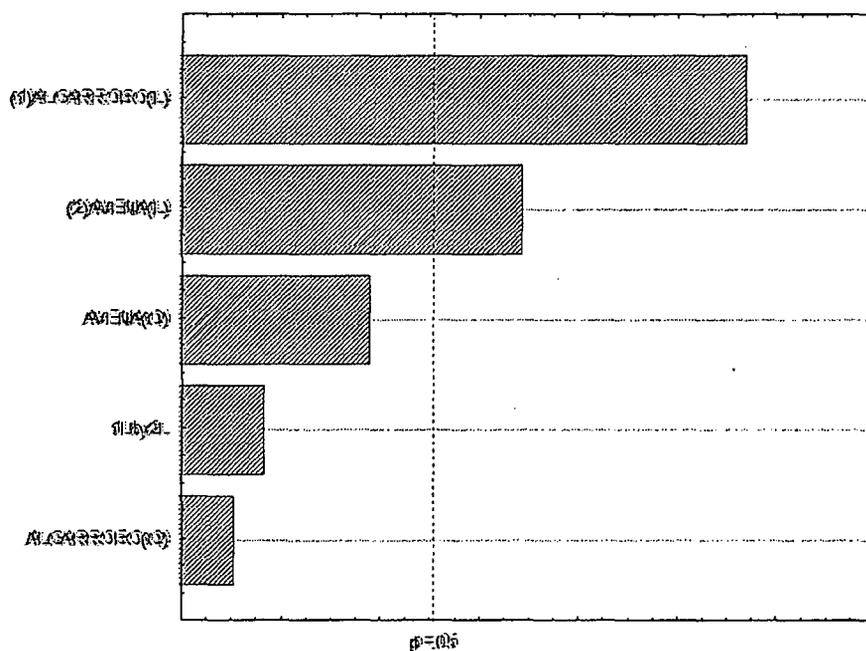
Para el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 35, se observó que el modelo que describe la respuesta Angulo de tonalidad en función de las variables independientes en estudio, con los parámetros estadísticamente significativos, fue aceptable, puesto que el porcentaje de  $r^2$  fue mayor a 70%.

**Tabla 34: Coeficiente de regresión para el ángulo de tonalidad de las galletas fortificadas.**

	<b>Coeficientes de regresión</b>	<b>Error estándar</b>	<b>t(8)</b>	<b>p-valor*</b>
<b>Media</b>	80.01	0.41	197.08	<0.0001
<b>x<sub>1</sub> (L)</b>	-1.42	0.25	-5.72	0.002
<b>x<sub>1</sub> (Q)</b>	-0.17	0.29	-0.56	0.599
<b>x<sub>2</sub> (L)</b>	-0.86	0.25	-3.47	0.018
<b>x<sub>2</sub> (Q)</b>	-0.57	0.29	-1.93	0.111
<b>x<sub>1</sub> x x<sub>2</sub></b>	0.30	0.35	0.86	0.429

$x_1$ =Harina de algarrobo,  $x_2$ =harina de avena, , L=término lineal, Q=término cuadrático.

\* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ( $p < 0.05$ )



**Figura 39: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta ángulo de tonalidad.**

**Tabla 35: Análisis de varianza para la respuesta ángulo de tonalidad de la corteza de las galletas fortificadas**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (2,8;0.05)
Regresión	22.1	2	11.05		
Residuos	4.68	8	0.59	18.73	4.46
<b>Total</b>	<b>26.78</b>	<b>10</b>	<b>2.68</b>		

En vista de los resultados obtenidos del análisis de varianza, se obtuvo un modelo codificado representado en la ecuación, que muestra la posibilidad del ángulo de tonalidad de ser estimado en

función de la harina de algarroba y avena, desde que estas variables fueron analizadas en los rangos de variación utilizadas en este estudio.

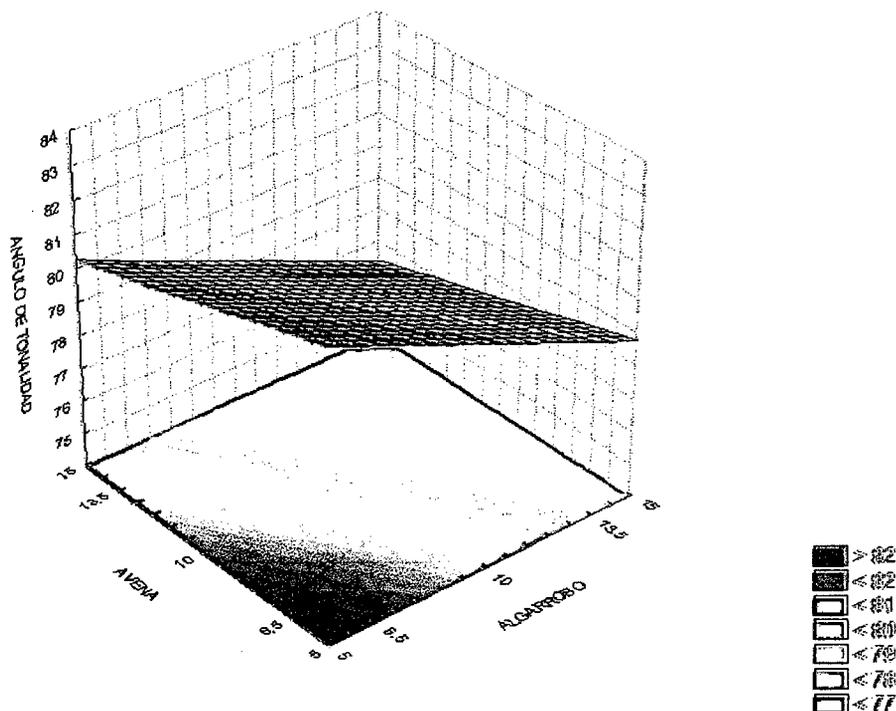
$$\text{Angulo de tonalidad} = 80.1 - 0.17x_1 - 0.86 x_1^2 + 0.86x_2 - 0.57 x_2^2 - 0.30x_1x_2 \quad (\text{Ec. - 7})$$

$X_1$  = Harina de Algarroba (%).

$X_2$  = Harina de Avena (%).

$X_1X_2$  = Interacción de harina de Algarroba y Avena

La figura 40 muestra las superficies de respuestas obtenidas para el ángulo de tonalidad de las galletas. De estas se pudo apreciar que a mayor porcentaje de harina de algarroba menor fueron los valores de ángulo de tonalidad. Por otro lado la adición de menor porcentaje de harina de algarroba (0 a 11.5%) y avena (0 a 13.5) otorgó valores de ángulo de tonalidad mayores a 79°.



**Figura 40: Superficies de respuesta para el ángulo de tonalidad de las galletas fortificadas en función de: Contenido de harina de Algarroba (%), Contenido de harina de Avena (%).**

#### 4.5.3.3. Evaluación de cromaticidad de las galletas

Los ensayos con condición de punto central (repeticiones) presentaron relativa proximidad, lo que representa la realización de un buen proceso (tabla 31).

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de la respuesta cromaticidad, que representa la saturación del color, tabla 36 y figura 41. Analizando estos efectos se observó que los únicos parámetros que tuvieron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) fueron el término

cuadrático de harina de algarroba, el término lineal de harina avena.

El valor de coeficiente de determinación ( $r^2$ ); para el delineamiento experimental completo de la variable en estudio fue de **80.76%**. Este valor indica el buen ajuste modelo.

Al excluir los términos no significativos ( $p>0.05$ ); el nuevo  $r^2$  para el modelo ajustado fue de **65.903%**, en tanto el modelo matemático y la superficie de respuesta no fueron consideradas.

En tanto, el modelo completo de primer orden para la aceptación del cromacidad de las galletas fortificadas se encontró en la ecuación.

Solo se puede señalar la ecuación de modelo completo para el olor sensorial de las galletas.

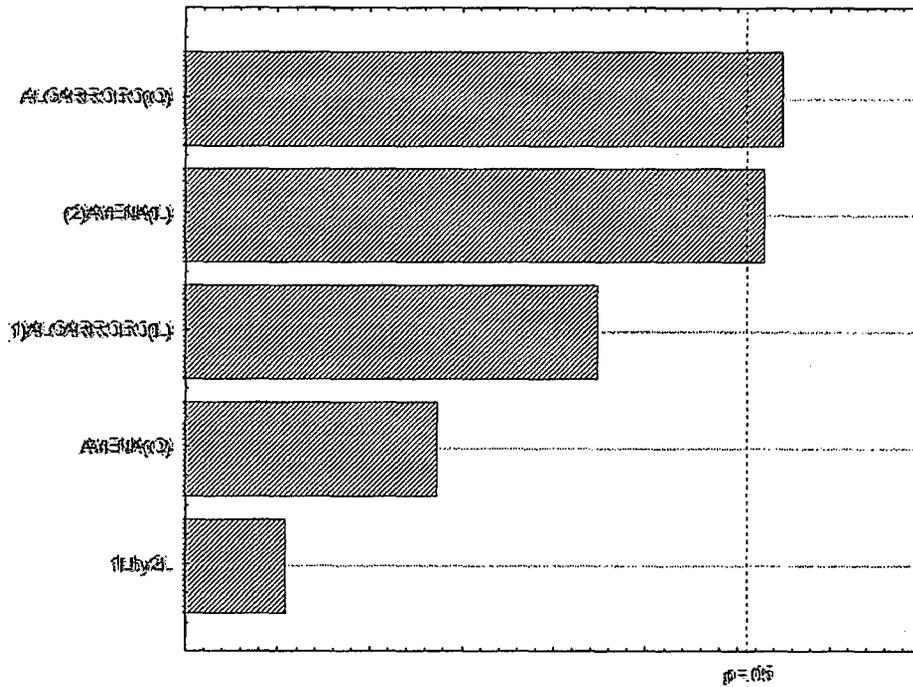
$$\text{Cromacidad} = 34.68 + 0.25x_1 - 0.47 x_1^2 + 0.38x_2 + 0.15 x_2^2 - 0.012x_1x_2$$

(Ec. – 8)

$X_1$  = Harina de Algarroba (%).

$X_2$  = Harina de Avena (%).

$X_1X_2$  = Interacción de harina de Algarroba y Avena



**Figura 41: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad.**

**Tabla 36: Coeficiente de regresión para la respuesta cromacidad de las galletas**

	Coeficientes de regresión	Error estándar	T	p-valor*
<b>Media</b>	34.67766	0.234609	147.8103	<0.0001
<b>x<sub>1</sub> (L)</b>	0.25201	0.143668	1.7541	0.139776
<b>x<sub>1</sub> (Q)</b>	-0.47296	0.171000	-2.7658	0.039560
<b>x<sub>2</sub> (L)</b>	0.38295	0.143668	2.6655	0.044588
<b>x<sub>2</sub> (Q)</b>	0.15104	0.171000	0.8833	0.417515
<b>x<sub>1</sub> x x<sub>2</sub></b>	-0.01250	0.203178	-0.0615	0.953327

x<sub>1</sub>=Harina de algarrobo, x<sub>2</sub>=harina de avena, L=término lineal, Q=término cuadrático.

\* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia (p<0.05).

## 4.6. Evaluación de la Mejor Formulación

### 4.6.1. Evaluación de la galleta con mejor formulación

#### 4.6.1.1. Caracterización químico proximal

En la tabla 37 se observa la caracterización proximal de la galleta control como el de la galleta con mejor formulación.

**Tabla 37: Composición porcentual (%) de las galletas Control y con mejor formulación.**

<b>Componentes (%)</b>	<b>Galleta Control</b>	<b>Galleta Mejor Formulación</b>
<b>Humedad</b>	<b>5,93±0.3</b>	<b>5.98±0.21</b>
<b>Proteína</b>	<b>7.13</b>	<b>8.05</b>
<b>Cenizas</b>	<b>0.93±0.02</b>	<b>1.18±0.02</b>
<b>Grasa</b>	<b>13.23</b>	<b>13.94</b>
<b>Carbohidratos</b>	<b>71.96</b>	<b>70.85</b>
<b>Fibra</b>	<b>0.6</b>	<b>8.47</b>

En el Tabla 37, se presentan los resultados de la composición química proximal de la galleta seleccionada de mayor preferencia (elaborada con la harina de trigo, harina de algarroba y harina de avena), la cual se compara con la galleta preparada a base de 100% con la harina de trigo, utilizada como patrón.

Los análisis indicaron que en las galletas en estudio existen ligeras diferencias significativas entre los

contenidos de proteína (8.05%) con relación a las elaboradas con 100% de harina de trigo (7.13%), no existiendo diferencias significativas en el contenido de grasa (13.23 – 13.94%).

En relación al contenido de cenizas en las galletas de harina de trigo compuesta con harina de algarroba y avena esta fue mayor ( $1,18 \pm 0.02\%$ ) que en las galletas con 100 % de harina de trigo (0.93%). La fibra dietaría en las galletas en estudio (8.47%), presentaron diferencias altamente significativas al compararlo con las galletas elaboradas con 100% de harina de trigo (0.6%).

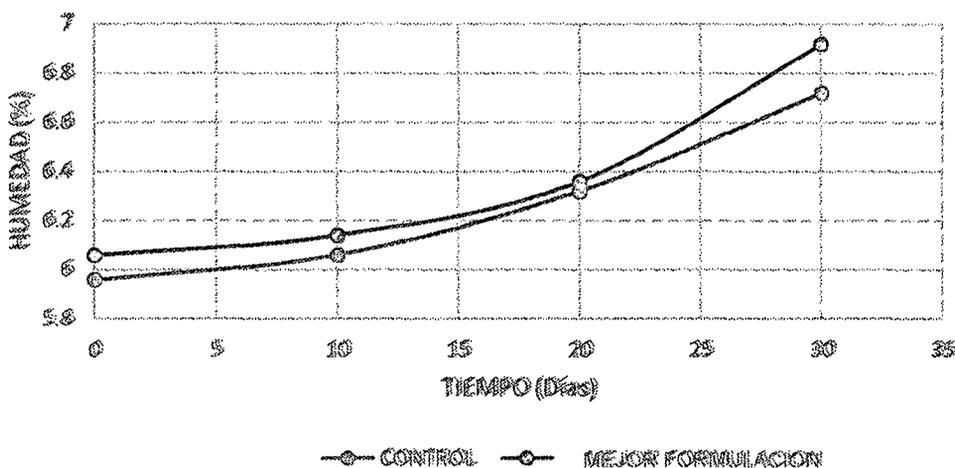
#### **4.6.1.2. Caracterización fisicoquímica**

##### **A. Humedad**

En la tabla 38 y en la figura 42, se muestran los resultados de los análisis de humedad de las galletas.

**Tabla 38: porcentaje de humedad de las galletas control y con mejor formulación, durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23°C)**

TIEMPO (Días)	% HUMEDAD	
	CONTROL	MEJOR FORMULACION
0	5.96±1.2341	6.06±0.1072
10	6.06±0.9842	6.14±0.2498
20	6.32±0.2240	6.36±1.1212
30	6.72±2.0246	6.92±0.5469



**Figura 42: Variación del % humedad de las galletas control y con mejor formulación, durante los 30 días de almacenamiento a temperatura de ambiente (23°C)**

En la tabla 38 se observa que al inicio del almacenamiento, la galleta control presento una humedad de 5.96%, mientras que el óptimo obtuvo una humedad de 6.06%. Conforme pasan los días este valor va aumentando ligeramente hasta llegar al día 30, el cual los valores de humedad de la galleta

control y mejor formulación fueron  $6.72 \pm 2.0246$  y  $6.92 \pm 0.5469$  respectivamente.

Estos valores son relativamente bajos (entre la humedad inicial y la humedad final) y su justificación se basa en que el tiempo al que se realizó la medición de humedad, el producto se encuentra en un período de equilibrio, durante el cual se ve afectado por las condiciones de humedad del lugar donde se encuentre almacenado. En la figura 42, se aprecia que los datos tienen una clara tendencia a ir aumentando a través del tiempo.

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 permiten un cierre absolutamente hermético del envase.

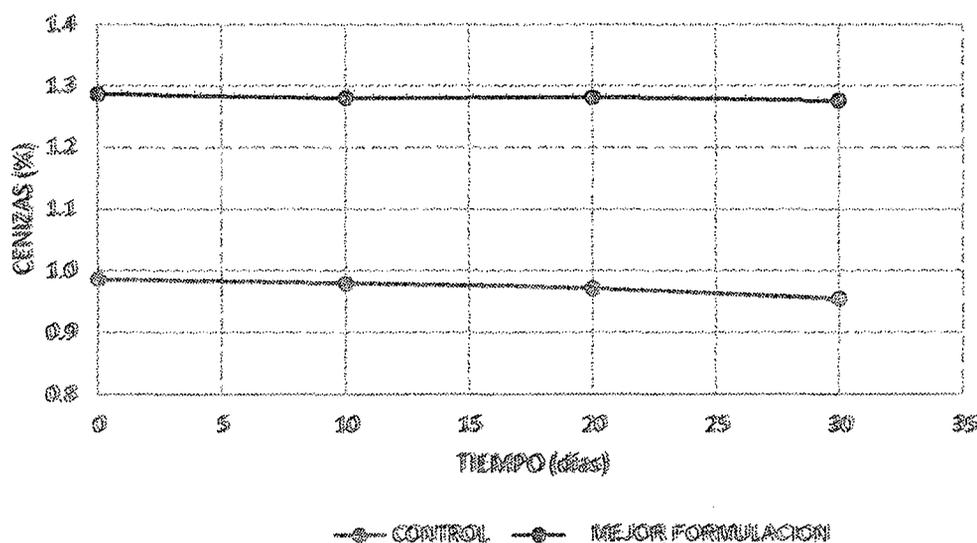
Por esto, cualquier pliegue del envase en su tapa o fondo, es una vía por la cual el vapor de agua puede llegar hasta el producto (Alcalde, 1997).

## **B. Ceniza**

En la tabla 39 y la figura 43, se muestran los resultados de los análisis realizados a las galletas control y mejor formulación.

**Tabla 39: porcentaje de ceniza de las galletas control y con mejor formulación, durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23°C)**

TIEMPO (Días)	% CENIZA	
	CONTROL	MEJOR FORMULACION
0	0.987	1.287
10	0.980	1.280
20	0.972	1.282
30	0.955	1.276



**Figura 43: Variación del % de ceniza de las galletas control y con mejor formulación, durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23°C)**

Como se observa el contenido mayor de cenizas, se da en la galleta de mejor formulación; esto es debido a la sustitución de la harina de trigo por las harinas de algarroba y avena.

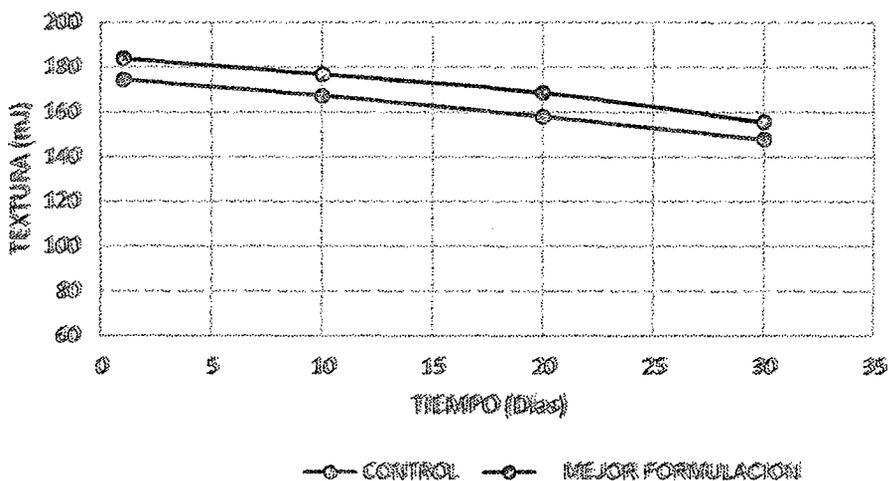
Asimismo se observa que el contenido de cenizas disminuyo ligeramente con el tiempo de almacenamiento.

### C. Textura

En la tabla 40 y la figura 44, se muestran los valores y curva obtenidas con el texturometro, para el análisis de perfil de textura de las galletas (formulación control y mejor formulación), durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23 °C).

**Tabla 40: Variación de textura de las galletas control y con mejor formulación, durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23 °C)**

TIEMPO (Días)	TEXTURA (mJ)	
	CONTROL	MEJOR FORMULACION
0	174.44±2.2	184.03±2.64
10	167.40±3.4	176.92±7.3
20	158.03±3,7	168.65±5.42
30	147.93±3.5	155.62±8.73



**Figura 44: Variación de la textura de las galletas control y con mejor formulación, durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23°C)**

Como se observa en la tabla 40, al comparar los valores de textura obtenidos en las galletas, se observó que el trabajo necesario para poder fracturar las galletas control y mejor formulación fueron inicialmente  $174.44 \pm 2.2$  mJ y  $184.03 \pm 2.64$  mJ respectivamente, apreciando que la galleta con mejor formulación era ligeramente más dura que la galleta control.

Analizando la figura 44, se observa que los valores de fuerza máxima de penetración de la galleta de mejor formulación son mayores que los de la galleta control. Esta diferencia se basa en las distintas características de resistencia a la deformación que posee un producto (Hoseney, 1991).

Esto se basó en la reacción de los productos frente al esfuerzo que son sometidos. Las galletas tipo craker son productos que en su elaboración son sometidos a sucesivos pliegues entre las etapas de laminación, el plisado hace que la galleta quede constituida por múltiples capas.

Este ordenamiento determina una estructura ordenada y compacta, hasta el ingreso de las galletas al horno, lugar donde los agentes leudantes y el vapor de agua llevan a cabo su acción, formando burbujas de aire y desordenando la estructura antes descrita (Manley, 1983). Una vez que el producto está cocido la densidad interna disminuye de manera irregular, dejando algunos lugares con mayor cantidad de bolsas de aire en comparación a otros dentro de la galleta (Hoseney, 1991).

La desuniformidad de la estructura interna tiene claras consecuencias en la textura de la galleta cuando fue evaluada mediante la prueba de penetración, debido a que las fuerzas de compresión son variables dentro de la estructura al encontrarse con bolsas de aire que evidentemente oponen una resistencia menor a las que oponen las estructura compactas. La variación en la estructura interna de

los productos, influye sobre los parámetros texturales evaluados, ya que manifiestan importantes fluctuaciones en las gráficas correspondientes a los resultados de las mediciones (Hoseney, 1991).

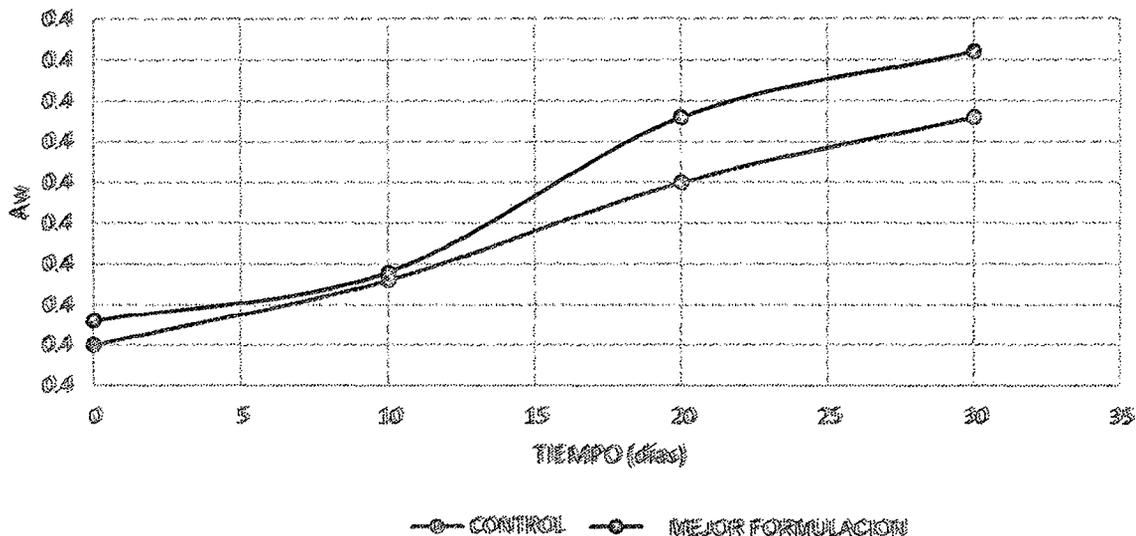
En el último día de almacenamiento, la textura de la galleta control fue  $147.93 \pm 3.5$  y de la galleta con mejor formulación fue  $155.62 \pm 8.73$ . Esto es debido a que durante el tiempo de almacenamiento la galleta empezó a ganar humedad, debido a que quiso entrar en un equilibrio con la humedad del ambiente.

#### **D. Actividad de Agua**

En la tabla 41 y la figura 45, se muestran los resultados del análisis de actividad de agua de las galletas, control y mejor formulación.

**Tabla 41: Variación de la Actividad de Agua de las galletas control y con mejor formulación, durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23°C)**

TIEMPO (Días)	ACTIVIDAD DE AGUA	
	CONTROL	MEJOR FORMULACION
0	$0.370 \pm 0.001$	$0.373 \pm 0.001$
10	$0.378 \pm 0.004$	$0.379 \pm 0.001$
20	$0.390 \pm 0.002$	$0.398 \pm 0.001$
30	$0.398 \pm 0.003$	$0.406 \pm 0.001$



**Figura 45: Variación de la actividad de aguade las galletas control y con mejor formulación, durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23°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. Los 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 alimentarios.

En la tabla 41 se observa que al inicio del almacenamiento las galletas control y mejor formulación, presentaron una actividad de agua de 0.370 y 0.373 respectivamente. Según Dendy

(2001), manifiesta que los productos horneados son muy secos, por lo tanto presentan baja actividad de agua.

En la figura 45 observamos que al transcurrir los 30 días de almacenamiento, la actividad de agua se va incrementando, hasta valores de  $0.398 \pm 0.003$  y  $0.406 \pm 0.001$  en las galletas control y mejor formulación respectivamente.

En los resultados obtenidos, la mayor capacidad de absorción de agua es reportada en la galleta con mejor formulación (harina de trigo, algarroba y avena), debido al grado de gelatinización del almidón es mayor en la leguminosa (algarrobo), lo que favorece a la absorción de agua por el granulo (Baduí 1999).

#### **E. Colorimetría de la galletas**

En la tabla 42, muestra los valores obtenidos de la colorimetría de la corteza de la galleta con mejor formulación, durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

**Tabla 42: Colorimetría de la corteza de la galleta con mejor formulación, durante los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23 °C)**

TIEMPO ( DIAS)	COLORIMETRIA DE LA CORTEZA				
	a*	b*	L*	C	H
1	4.70±0.04	31.65±0.14	66.08±0.12	32.00	81.56
10	5.31±0.06	33.72±0.14	67.17±0.11	34.14	81.05
20	6.78±0.02	35.65±0.15	71.73±0.08	36.29	79.23
30	8.16±0.03	35.86±0.10	72.55±0.06	36.78	77.18

En la tabla 42 podemos observar que al transcurrir los días, los parámetros a\*, b\*, L\* y C\* fue aumentado, mientras que el valor h\* disminuye. Con respecto al valor presentado por b\*, el primer día obtuvo un valor de 31.65±0.14, el cual muestra una tendencia al amarillo, esto se debe a la presencia de la harina de algarroba. En el último día de almacenamiento, se obtuvo un valor de 35.86±0.10, lo cual indica que la tonalidad amarilla conforme va transcurriendo los días va aumentando. Con respecto al valor presentado por a\*, el primer día es de 4.70±0.04, el cual muestra una tendencia al color rojo; al transcurrir los días el valor aumenta a 8.16±0.03, lo cual indica que el color rojizo va aumentando.

Con respecto al valor  $L^*$ , el primer día de almacenamiento obtuvo un valor de  $66.08 \pm 0.12$  y en el último día de almacenamiento obtuvo un valor de  $72.55 \pm 0.06$ , lo cual indica que la galleta al transcurrir los días gana luminosidad. El valor de  $h^*$  (ángulo de tonalidad) presentó el valor de 81.56 en el primer día de almacenamiento y de 77.18 en el último día de almacenamiento, lo cual indica que los valores están dentro del primer cuadrante (rojo-amarillo), con mayor tendencia al color amarillo. El valor de  $C^*$  (cromaticidad) fue de 32.00 en el primer día y en el último día 36.78, notándose un aumento de este valor al transcurrir de los días.

#### **4.6.1.3. Análisis microbiológico**

La N.T.P. 206.002:1981 (revisada el 2011); establece que las galletas deben estar exentas de microorganismos patógenos y la norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expedido de productos de panificación, galletería y pastelería insta con respecto a mohos, lo detallado en la tabla 43.

**Tabla 43: requisitos microbiológicos para los productos de panificación, galletería y pastelería.**

**Productos que no requieren refrigeración, con o sin relleno y/o cobertura (pan, galletas, panes enriquecidos o fortificados, tostadas, biscochos, panetón, queques, obleas, pre-pizzas, otros)**

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	C	Limite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>

Fuente: RM N° 1020-2010/MINSA

En la tabla 44 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos realizados a la galleta con mejor formulación durante los días 0, 10, 20, 30 de almacenamiento a temperatura de ambiente (23°C)

**Tabla 44: Análisis microbiológico de la galleta con mejor formulación, durante los días 0, 10, 20 y 30 de almacenamiento a temperatura ambiente (23 °C)**

ANÁLISIS	ALMACENAMIENTO			
	Día 0	Día 10	Día 20	Día 30
Recuento de mohos (UFC/g)	<10	<10	<10	<10

En la tabla 44 se observa que no se encontraron unidades formadoras de colonia para recuento de mohos.

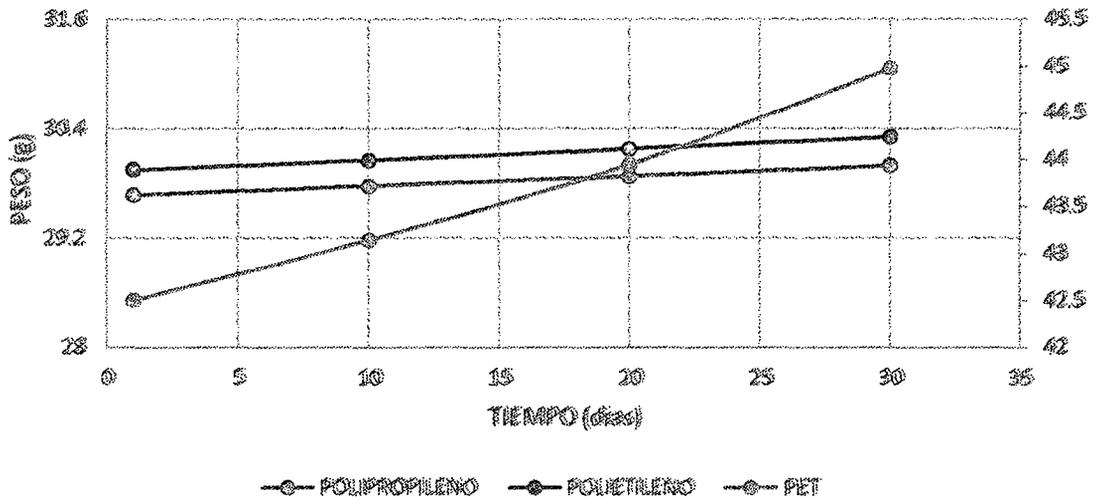
## 4.6.2. Evaluación de envases

### 4.6.2.1. Evaluación de pérdida de peso

En la tabla 45 y figura 46, se muestra los resultados del análisis de pérdida de peso de la galleta con mejor formulación, que fueron envasados en bolsa de Polipropileno de densidad dos, bolsa de Polietileno de densidad 2 y potes termoformados PET, durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

**Tabla 45: Variación de peso de la galleta con mejor formulación, envasados en polipropileno, polietileno y PET, durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°)**

TIEMPO ( Días)	VARIACION DE PESOS (g)		
	POLIPROPILENO	POLIETILENO	PET
1	29.6702±0.0001	29.9482±0.0002	42.5062±0.0003
10	29.7691±0.0001	30.0493±0.0001	43.1409±0.0002
20	29.8762±0.0002	30.1748±0.0003	43.9453±0.0003
30	29.9908±0.0001	30.3069±0.0002	44.9764±0.0003

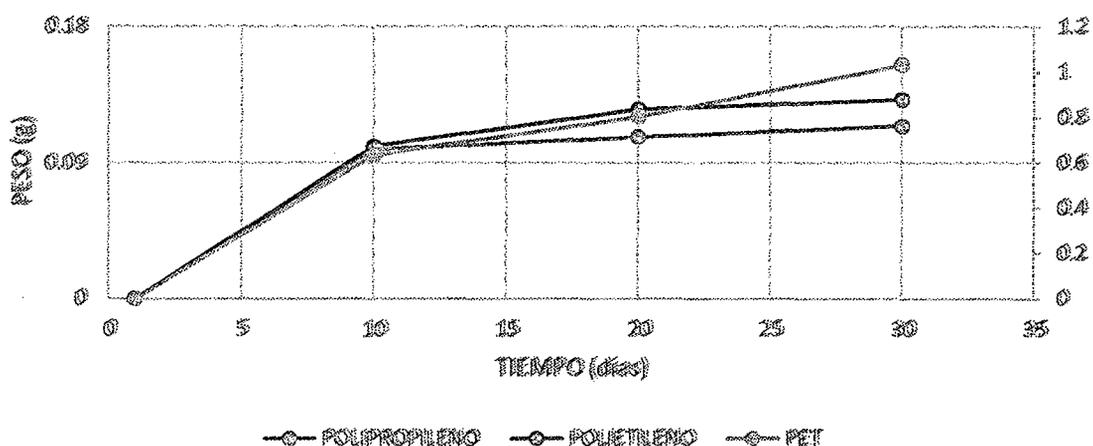


**Figura 46: Variación de peso de la galleta con mejor formulación, envasados en polipropileno, polietileno y PET, durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°C)**

En la figura podemos observar que en el transcurso de los días de almacenamiento, las galletas fueron aumentando su peso. Esto puede ser debido a la ganancia 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.

**Tabla 46: Variación del % de ganancia de peso de la galleta con mejor formulación (Optima), envasados en polipropileno, polietileno y PET, durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°)**

TIEMPO (Días)	GANANCIA DE PESO		
	POLIPROPILENO	POLIETILENO	PET
1	0	0	0
10	0.0989	0.1011	0.6347
20	0.1071	0.1255	0.8044
30	0.1146	0.1321	1.0311



**Figura 47: Variación del % de ganancia de peso de la galleta con mejor formulación, envasados en polipropileno, polietileno y PET, durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (26°)**

En la figura 47 podemos observar que las galletas envasadas en potes PET, fueron los que obtuvieron mayor ganancia de peso (1.031%) puesto que su peso crece mucho más rápido en comparación con los demás. Caso contrario las galletas envasadas en

bolsa de polipropileno la ganancia de peso fue mejor (0.1146%).

**Tabla 47: ANOVA – Ganancia de Peso**

F.V	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.07	5	0.21	4.27	0.0529
Dias	0.31	3	0.10	2.06	0.2069
Tipo de Envase	0.76	2	0.38	7.59	0.0228
Error	0.30	6	0.05		
Total	1.36	11			

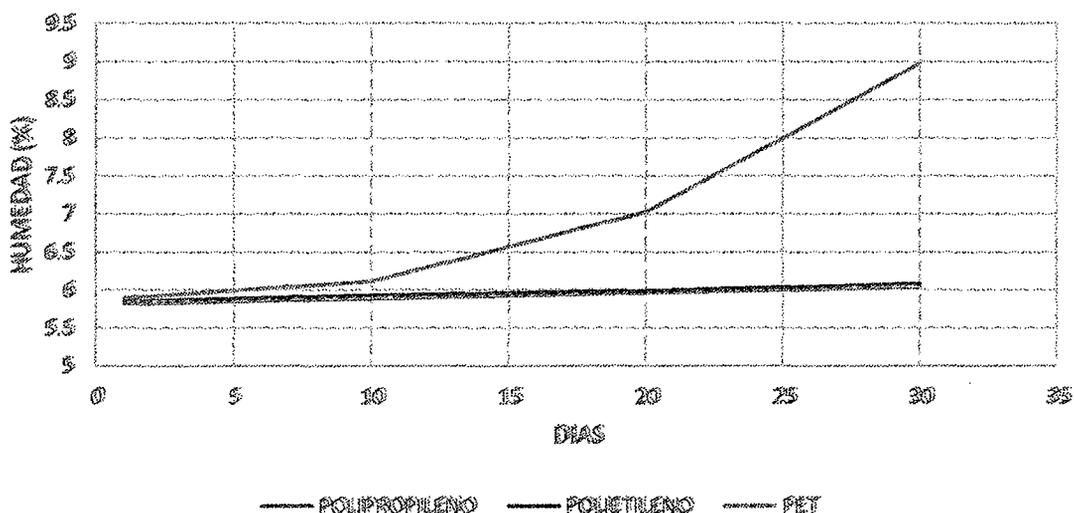
Analizando la Tabla n° 47 de análisis de varianza (ANOVA) para ganancia de peso entre los días de almacenamiento y el tipo de envase que se utilizó, se verificó que el valor p para el tipo de envase es menor a 0.05 por lo que si hay diferencia significativa entre tipo de envase. Se obtuvo un r<sup>2</sup> de 0.78 y un CV de 85.08.

#### 4.6.2.2. Evaluación de humedad

En la tabla 47 y figura 48, se muestran los resultados de los análisis de % de humedad de la galleta con mejor formulación, que fue envasado en bolsa de Polipropileno de densidad dos, bolsa de Polietileno de densidad dos y potes termoformados PET, durante 30 días de almacenamiento a temperatura de ambiente.

**Tabla 48: Variación del % de humedad de la galleta con mejor formulación, envasados en polipropileno, polietileno y PET, durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23 °C)**

TIEMPO ( DIAS)	% HUMEDAD EN DIFERENTES TIPOS DE ENVASES		
	POLIPROPILENO	POLIETILENO	PET
1	5.82	5.86	5.9
10	5.89	5.93	6.12
20	5.97	5.99	7.03
30	6.04	6.08	8.98



**Figura 48: variación del % de humedad de la galleta con mejor formulación, envasados en polipropileno, polietileno y PET, durante 30 días**

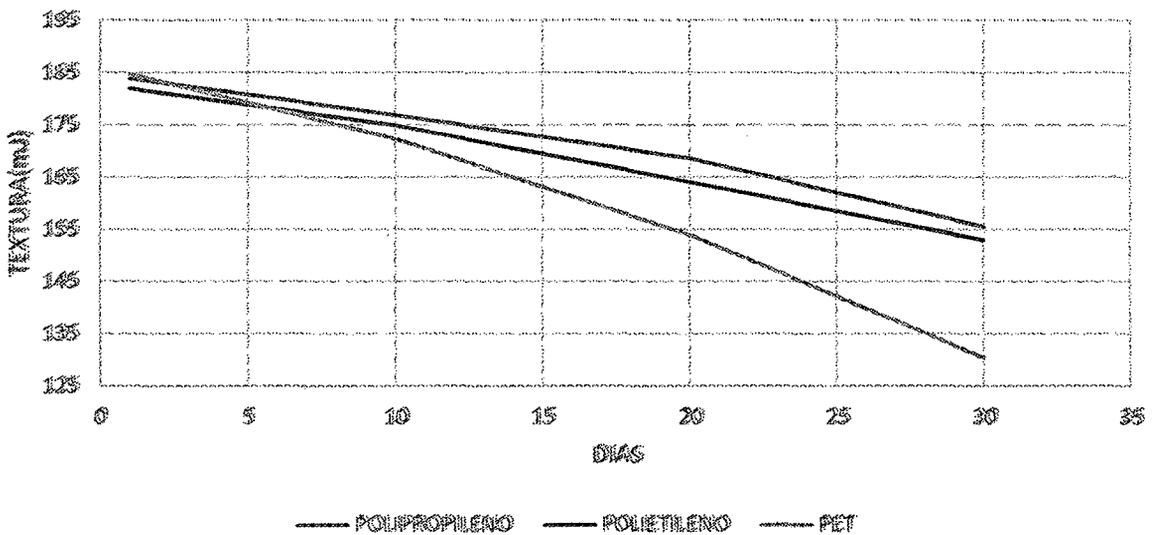
#### 4.6.2.3. Evaluación de textura

En la tabla 48 y figura 49, se muestran los resultados del análisis de textura de la galleta con mejor formulación, que fue envasada en bolsas de polipropileno de densidad dos, polietileno de

densidad dos y potes PET, durante 13 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23 °C).

**Tabla 49: Análisis de textura de la galleta con mejor formulación, envasados en polipropileno, polietileno y PET, durante 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23 °C)**

TIEMPO ( DIAS)	TEXTURA (mJ)		
	POLIPROPILENO	POLIETILENO	PET
1	182.05	184.03	184.85
10	175.02	176.92	172.45
20	164.15	168.65	154.03
30	153.04	155.62	130.45



**Figura 49: variación de la textura de la galleta con mejor formulación, envasados en polipropileno, polietileno y PET, durante 30 días**

### **4.6.3. Vida útil de la galleta**

Para la determinación de vida útil se utilizó modelos matemáticos para predecir la pérdida de calidad, que puede representarse por una ecuación matemática, la pendiente de la recta, el intercepto y los valores X y Y. Para este caso se evaluó la aceptabilidad, sabor y textura de galletas durante 30 días. (Ver Anexo 5.4), arrojando un valor de 36 días en la tabla de aceptabilidad.

## V. CONCLUSIONES

- La composición química proximal de la harina de trigo para la elaboración de galletas fue: Proteínas (10,43 %), Humedad (13,44 %), Cenizas (0,95), Grasa (0,58 %), Fibra (1,4 %) y Carbohidratos (74,6%).

La composición química proximal de la harina de algarroba para la elaboración de galletas fue: Proteínas (8,71%), Humedad (7,49 %), Cenizas (2,48 %), Grasa (0,83 %), Fibra (33,83%) y Carbohidratos (80,49%).

La composición química proximal de la harina de avena para la elaboración de galletas fue: Proteínas (11 %), Humedad (8,59 %), Cenizas (0,98), Grasa (6,56 %), Fibra (18,17%) y Carbohidratos (72,87%).

- Desde el punto de vista nutricional las galletas tuvieron un cómputo químico elevado de aminoácidos superior al 100%, con excepción del aminoácido lisina, sin embargo excedió al 70 % recomendado por la FAO.
- Se determinó los porcentajes de la mejor mezcla de harina de trigo, harina de algarroba y harina de avena: 80 %, 10%, y 10 % respectivamente.
- La composición química proximal de la galleta con mejor formulación, de harinas de trigo, harina de algarroba y harina de avena fue: Proteínas (8,05 %), Humedad (5,98 %), Cenizas (1,18 %), Grasa (13,94 %), Fibra (8,47%) y Carbohidratos (70,85%); y de la galleta control fue de: Proteínas (7,95%), Humedad (5,93 %), Cenizas (0,93 %), Grasa (13,23%), Fibra (0,6%) y Carbohidratos (71,96%).

- Se determinó que el mejor envase para las galletas fueron las bolsas de polipropileno de la alta densidad ya que se conservó mejor sus características de Humedad, Textura y Sabor.
- Se determinó el tiempo de vida útil sensorial de la galleta usando métodos matemáticos representándose por una ecuación, la pendiente de la recta, el intercepto y los valores X y Y. resultando 36 días de vida útil.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda investigar el uso de la harina de algarroba en otros tipos de productos de panificación por su alto contenido de fibra y azúcares naturales.
- Se recomienda fomentar estudios que enfoquen la sustitución de otros productos autóctonos de las regiones, y que posibiliten el incremento del valor de las galletas.
- Complementar el estudio, realizando un estudio de aminoácidos mediante un aminograma.
- Realizar más investigaciones sobre harinas sucedáneas, que logre sustituir la harina de trigo, y así poder obtener un producto con alto contenido nutricional
- Se recomienda realizar pruebas biológicas y nutricionales de la galleta con mejor formulación, como digestibilidad *in vivo* (DA), relación de eficiencia proteica (PER) y utilización neta proteica (NPU)
- Desde el punto de vista de la estabilidad de las galletas se recomienda que al momento del empaquetado, el sellado de los mismos sea al vacío, para evitar problemas de contaminación por efecto de la humedad.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- ❖ Aguirre y Rodríguez G. (1997). Industria de cereales y panificación. Universidad Nacional del Santa. Departamento Académico de Agroindustria. Única Edición. Chimbote- Perú.
- ❖ Aguirre y Rodríguez G. (1997). Industria de cereales y panificación. Universidad Nacional del Santa. Departamento Académico de Agroindustria. Única Edición. Chimbote- Perú.
- ❖ Alcalde G., (1997), Jefe de Desarrollo y Aseguramiento de Calidad. Fábrica Maipú Nestlé Chile S.A. Comunicación personal
- ❖ Anzaldúa Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza España.
- ❖ Asencio Díaz, Wilfredo (1997). La producción de algarroba de los bosques secos: Economía y medio ambiente. Editorial Centro de Estudios Regionales Andinos "Bartolomé de las Casas" y Central Peruana de Servicios.
- ❖ Aykrod, W.R. & Doughty, Joyce (1970) El trigo en la alimentación humana. FAO, Roma, ISBN 925300437
- ❖ Badui-Dergal, S., "*Química de los alimentos*", 4ta. Edición, Ed. Addison Wesley, (1999).
- ❖ BILBAO, C. (2007). Revista Panera: Forma e informa. Año 1. N°5. Lima – Perú.
- ❖ Burkart, A. 1976 A monograph of the genus *Prosopis* (Mimosoideae). *Journal of Arnold Arboretum*, 57(3): 219–249.
- ❖ Calaveras. (1996). Tratado de Panificación y Bollería. Madrid. Editorial: Mundi-Prensa.

- ❖ Carrascal, A. K., Páez, A., Burbano, M. 2003. Manual de laboratorio: Microbiología de alimentos. Primera Edición. Editorial CEJA. Pontificia Universidad Javeriana. Bogota, Colombia.
- ❖ Castillo, M. 1973. Inventario Forestal del área de influencia del reservorio de Poechos, Piura. Ministerio de Agricultura, Lima
- ❖ Coultate T.P, Manual de Química y bioquímica de los Alimentos, 3<sup>a</sup> edición, Ed: Acribia, Zaragoza, (2007).
- ❖ Coultate, FOOD: the chemistry of its Components, The Royal Society of Chemistry, 1984, Ed: Acribia, Zaragoza.
- ❖ Cruz, G., Grados, N., y Ruiz, W. (1998). Aprovechamiento integral de la algarroba (*Prosopis* sp.) como medio para impulsar y promover el desarrollo sostenible de los bosques secos de la Región Grau. Congreso Internacional Bosques Secos y Desertificación. Piura
- ❖ De la Vega, M. G. (2009). Proteínas de la Harina de trigo, clasificación y propiedades funcionales. Temas de ciencia y tecnología, 27-32.
- ❖ Dethmers, 1979. *La utilización de la evaluación sensorial para determinar la vida útil del producto*. Food Technology, 33 (9) (1979), pp 40-43
- ❖ Dendy, D., Dobraszczyk, B. (2001). Cereales y Productos derivados. Editorial Acribia, S.A., Cap. 8, Pan: un alimento único: p.225. Cap9, Productos de confitería: p.301, p.305.
- ❖ Duncan J.R. Manley, Tecnología de la industrial Galletera: galletas, crachers y otros horneados. Ed: Acribia, S.A. Zaragoza (1989).
- ❖ Espinoza, A. 2003. Evaluación sensorial de los alimentos. Ed. Univ. Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna. Perú.

- ❖ *Ferreyra, R. 1987. "Estudio Sistemático de los algarrobos de la costa norte del Perú",* Publicación auspiciada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Dirección de Investigación Forestal de Fauna. Ministerio de Agricultura.
- ❖ Forero, Daniel Gonzalo (2000) Almacenamiento de Granos. UNAD, Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá.
- ❖ GALDEANO, M., M. V. E. Grossman, S. Mali and L. A. Bello-Pérez. 2009. Physicochemical properties of IAC 7 oat starch from Brazilian cultivars. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 29(4): 905-910.
- ❖ GALLEGO, D. (2002): «La formación de los precios del trigo en España (1820-1869): el contexto internacional», *Historia Agraria*, 34, pp. 61-101.
- ❖ García. 2007. Requerimientos nutricionales, absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. I Cereales, Oleaginosos e Industriales. *Informaciones Agronómicas* N° 33, *Archivo Agronómico* N° 11. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.
- ❖ González-Zertuche, L.; Orozco-Segovia, A. 1996. Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. *Boletín de la Sociedad Botánica de Méjico* 58: 15-30.
- ❖ Grados, N. Ruiz, W. Cruz, G. Días, C. y Puicón, J. (n.d). Productos industrializables de la algarroba Peruana (*prosopis pallida*): algarrobina y harina de algarroba.
- ❖ Grados, N.; Cruz, G. 2011. New approaches to industrialization of algarrobo (*Prosopis pallida*) pods in Peru. En: Felker, P.; Moss, J. (eds). *Proceedings of the workshop: "Prosopis: semiarid fuelwood and forage tree, building consensus for the disenfranchised"*. 13-15 de Marzo.

Washington DC. Texas A. and M. University, Kingsville, Texas, USA,  
3.25-3.42.

- ❖ *Hoseney, R.C. 1991. Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales. Ed.*
- ❖ *ACRIBIA S.A*
- ❖ Jacobs DR, Marquart L, Slavin J, Kushi LH. Whole grain intake may reduce the risk of ischemic heart disease death in postmenopausal women: The Iowa Women's Health Study. *Am J Clin Nutr* 1998; 68:248–257.
- ❖ Kirk RS, Sawyer R Pearson's composition and analysis of foods, 9th edn. Addison-Wesley Longman Inc., Harlow, England, 1999, p 285.
- ❖ Kurtz SM: The UHMWPE Handbook: Ultra High Molecular Weight Polyethylene In Total Joint Replacement. San Diego California: Elsevier Academic Press; 2004.
- ❖ Labuza, MK Schmidl. Utilización de los datos sensoriales en las pruebas de vida útil de los alimentos: Principios y métodos gráficos para la evaluación. *Cereal Foods World*, 33 (1985), pp 193-206
- ❖ Larmond, E. 1997. Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food. Food Res. Inst.
- ❖ Can. Dept. Agri., Ottawa.
- ❖ Lawndale, Marek, Jacques Lemaire y Anne-Marie Delort, 2010. Biodegradation of polyethylene films with prooxidant additives. Centre National d'Evaluation de Photoprotection (CNEP), Université Blaise Pascal, 63 177 Aubiere cedex, France.

- ❖ Linden, G y Lorient, D. Bioquímica agroindustrial. Ed. Acribia. Zaragoza, España, 1994, 426 p.
- ❖ Mackey, A; Flores, Y; Sosa, G. (1984). Evaluación sensorial de los alimentos. Fundación CIEPE. Caracas.
- ❖ Manley, D. J. R. (1983). Tecnología de la industria galletera. Galletas, crackers y otros horneados. Segunda Edición. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- ❖ Mateo Box, José M. (2005). Prontuario de Agricultura. España: Editorial Mundi-Prensa.
- ❖ Mataix, J., & Carazo, E. (2003). Nutrición para educadores (2 ed.). (E. D. Santos, Ed.)
- ❖ Matkovich, 2009. *Sensory analysis procedures and viewpoints: Intellectual history, current debates, future outlooks*. Journal of Sensory Studies, 8, 241-256
- ❖ MENESES V. 1994. Sustitución de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de frijol ñuña (*phaseolus vulgaris* L.) en la elaboración de galletas dulces utilizando los métodos de horneado convencional y microondas. Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias. UNALM.Lima. Perú.
- ❖ Othon C. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. AGT Editores, México (1996)
- ❖ 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 N°7. México, D.F.

- ❖ Plantas útiles: Linneo. Consultado el 29 de octubre de 2009
- ❖ Potter Norman N. & Hotchkiss (1999). Ciencia de los alimentos. Editorial Acribia S.A. España. p.110, p.545.
- ❖ Primo-Martín, C., Van de Pijpekamp, A., Van Vliet, T., De Jongh, H.H.J., Plijter, J.J., and Hamer, R.J. (2006). The role of the gluten network in the crispness of bread crust. *Journal of Cereal Science*, 43, 342–352.
- ❖ Prokopiuk, Dante; Cruz, G.; Grados, N.; Garro, O. y Chiralt, A. 2000. Estudio comparativo entre frutos de *Prosopis alba* y *Prosopis pallida*. *Multequina*. 9(1):35-45.
- ❖ Prokopiuk D. (2004). Sucedáneo del café a partir de algarroba (*Prosopis alba* Griseb). Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia Departamento de tecnología de alimentos. España.
- ❖ Repo-Carrasco, R. (1998). Introducción a la ciencia y Tecnología de Cereales y Granos Andinos. Edit. Agraria. p.115.
- ❖ Ronquillo R. (2012). Estudio del Efecto de la Adición de la Enzima Alfa Amilasa en un Pan Tipo Muffin, elaborado con diferentes tipos de Harina de Trigo. [Tesis para licenciatura]. Facultad de Ciencia e Ingeniería En Alimentos Carrera de Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
- ❖ Ruiz Camacho, Rubén (1981) Cultivo del Trigo y la Cebada. Temas de Orientación Agropecuaria, Bogotá. ISBN 00493333
- ❖ Sánchez, Y. .1984. "Taxonomía del género *Prosopis* y su análisis cuantitativo, a nivel del Departamento de Lambayeque". Tesis Ing. Agrónomo. UNPRG. Perú

- ❖ Saravia Caracé (2013). La cantidad y calidad: El resultado de un buen negocio se define por la calidad del producto y también por la cantidad que producimos. Revista Panadería y Pastelería Peruana. Edición N° 180. Pags 24-25 Lima Perú.
- ❖ SHEWFELT, R.L. Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables. Food Technology, Chicago, v.40, n.5, p.70-80, May 1986.
- ❖ Tapia, Mario., et. al. Cultivos andinos. Bogotá Colombia: Editora IICA 2001.
- ❖ Traskauskas C., Glibota G., Camprubi G. (2001). El desarrollo de nuevos productos alimenticios en la economía regional Chaqueña. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2001. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina.
- ❖ Vázquez Martínez, Clotilde, De Cos Blanco, Ana Isabel, & López Nomdedeu, Consuelo (2005). *Alimentación y Nutrición: Manual Teórico-Práctico* Ediciones Diaz de Santos., (pp. 488).
- ❖ Wörnberg J, Ruiz JR, Ortega FB, Romeo J, González-Gross M, Moreno LA, García-Fuentes M, Gómez S, Nova E, Díaz LE, Marcos A y grupo AVENA. Estudio AVENA\* (Alimentación y valoración del estado nutricional en adolescentes). Resultados obtenidos 2007-2009. [AVENA study. (Food and Nutritional Evaluation in Adolescents)].
- ❖ Zoulikha Maache-Rezzoug, Jean-Marie Bouvier, Karim Alla & Christian Patras. Effect of Principal Ingredients on Rheological Behaviour of Biscuit Dough and on Quality of Biscuits. Journal of Food Engineering, 35, (1989) pp 23-42.

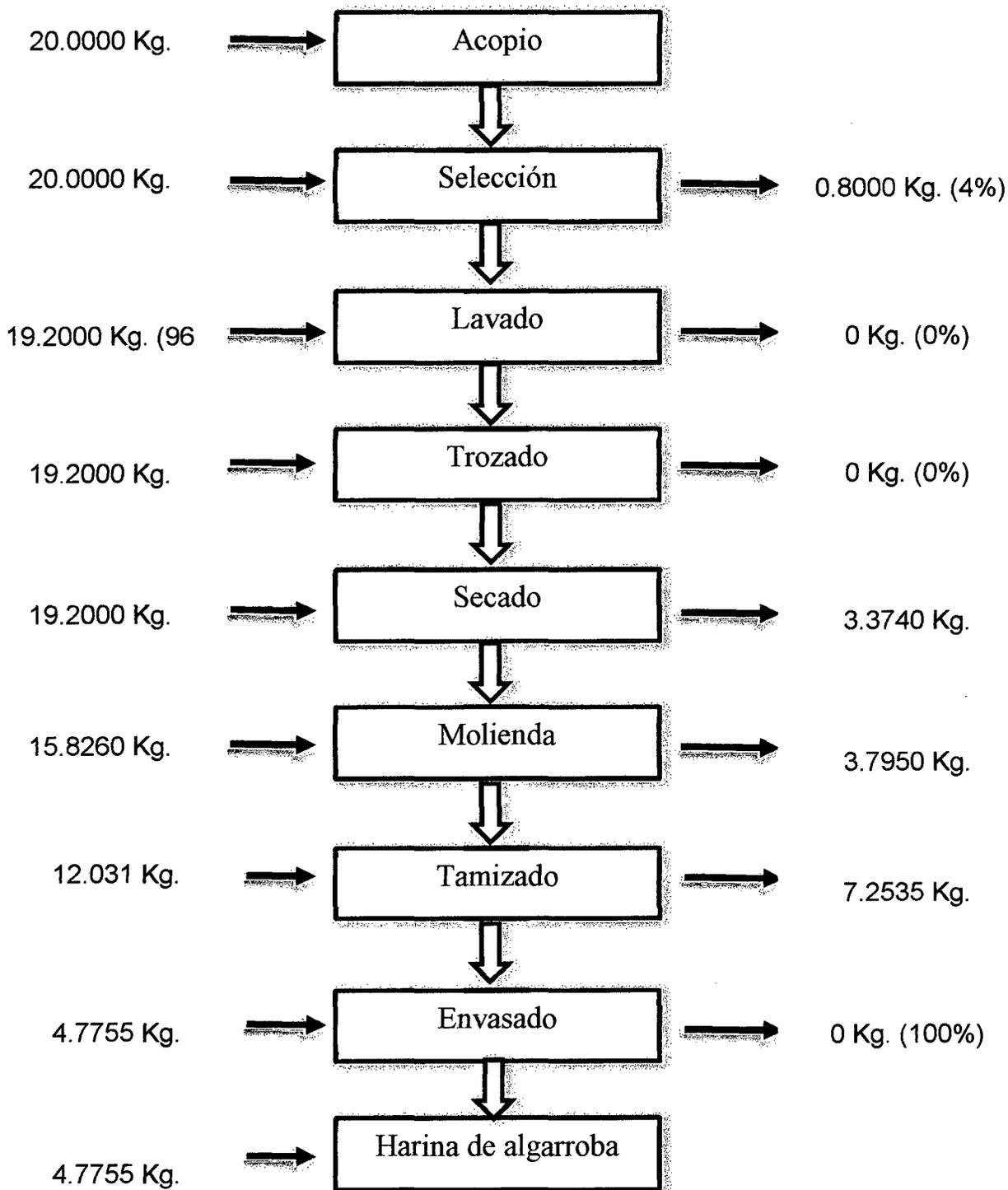
### **Citas web:**

- ❖ <http://programanacionaldelalgarrobo.blogspot.pe/p/promocion-forestal-nacional.html>
- ❖ <http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/programa/cereales/avena.htm>
- ❖ <http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/programa/cereales/trigo.htm>
- ❖ <http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/es/?provide=standards&orderField=fullReference&sort=asc&num1=CODEX>
- ❖ <http://www.liotecnica.com.br/site/index.asp>
- ❖ <http://tatipastry.blogspot.pe/2012/05/extractodemalta.html>

# **ANEXOS**

# ANEXO I: OBTENCION DE LA HARINA DE ALGARROBA

## 1.1. Balance de materia para la obtención de la harina de algarroba



## ANEXO II: ANALISIS DE LAS HARINAS

### 2.1. CARACTERIZACION QUIMICO PROXIMAL DE LAS LAS HARINAS

#### 2.1.1. Determinación de la humedad de las harinas

##### Procedimiento

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

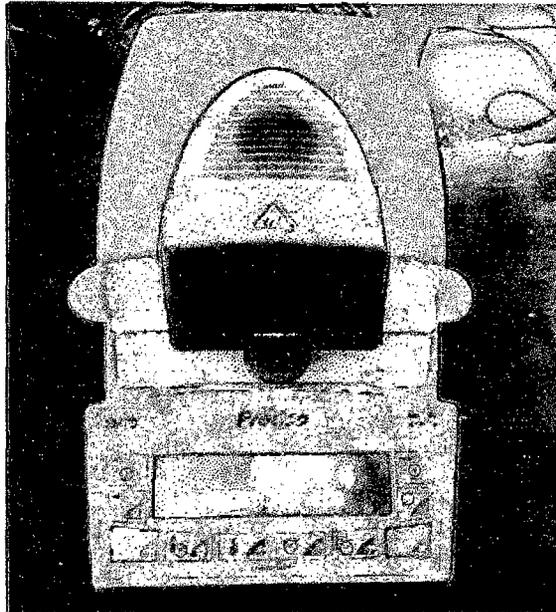


FIGURA A - 1: Determinación de la humedad de las cenizas

### 2.1.2. Método de la determinación de grasa en las harinas

- Se pesan de 3 a 5 g de muestra seca, empaquetándolo en papel filtro y se coloca en la cámara de extracción del equipo Soxhlet. Agregar hexano hasta una parte del mismo sea sifoneado hacia el balón (125 ml).
- Seguidamente se conecta a la fuente de calor. Al calentarse el solvente se evapora y asciende a la parte superior del equipo, allí se condensa por refrigeración con agua y cae sobre la muestra, regresando posteriormente al balón sifoneado arrastrando consigo el extracto etéreo. El ciclo es cerrado, la velocidad de goteo del hexano debe ser 45 a 60 gotas por minutos. El proceso dura de 2 a 4 horas dependiendo del contenido graso de la muestra y de la muestra en sí.
- Retirar el balón con el extracto etéreo cuando ya no contenga hexano.

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

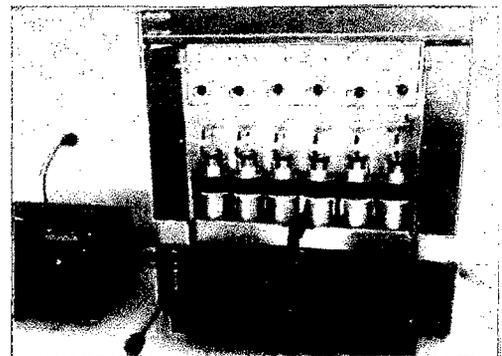
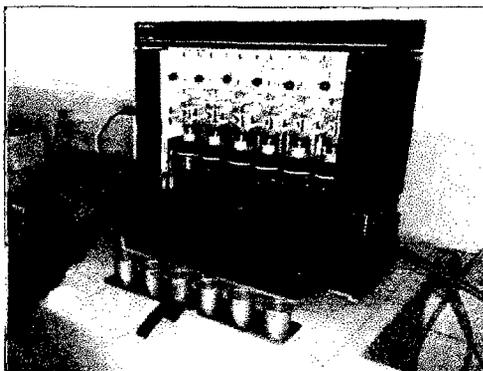
Donde:

A<sub>1</sub>: Peso del balón con el hexano etéreo

A<sub>2</sub>: Peso del balón vacío (g)

m: Peso de la muestra (g)

F



2: Determinación de la humedad de las harinas

### 2.1.3. Determinación de fibra dietética de las harinas

#### **FIBRA DIETETICA TOTAL**

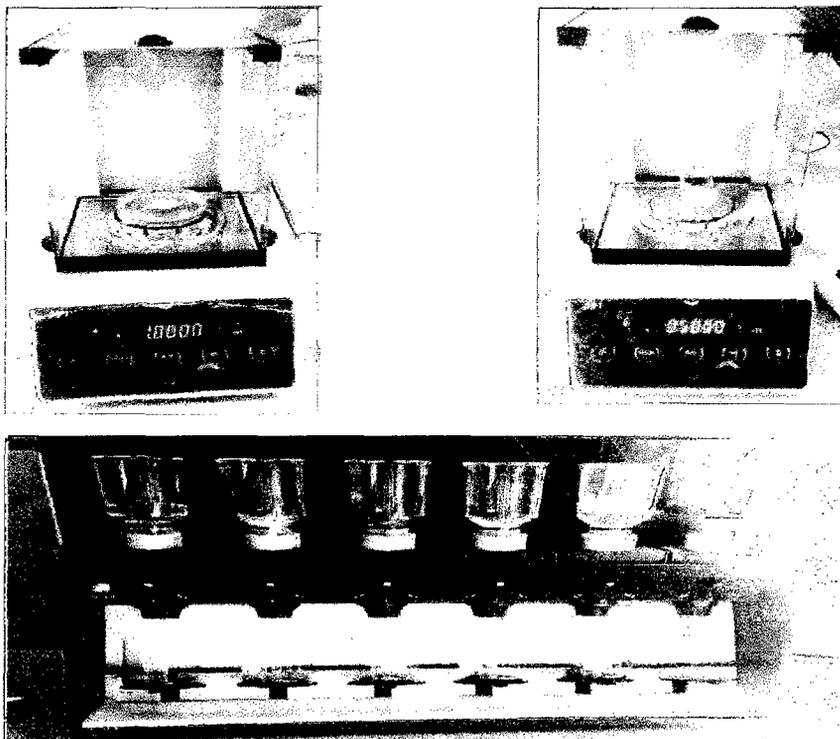
- Mezcle bien el material y pesar  $1.000\text{g}\pm 0.005\text{g}$  de la muestra en los duplicados. Peso de la muestra no debe diferir más de 20 mg.
- Añadir solución de tampón fosfato 50 ml, pH 6,0, a cada matraz. Revuelva el agitador magnético hasta que la muestra este completamente dispersado.
- Comprobar el pH y ajustar si es necesario a  $\text{pH } 6,0\pm 0,2$ , mediante la adición de 0.275 N NaOH o 0,325 N HCl.
- Añadir 50 ul de alfa amilasa, en agitación a baja velocidad. Frascos cubra con papel aluminio y se incuba a 95 a 100 °C en lotes de 30 minutos. Agitar suavemente a intervalos de 5 minutos.
- Retire los frascos de baño maría.
- Ajustar el pH a  $7,5\pm 0,2$  mediante la adición de 10 ml de NaOH 0,275 N.
- Añadir 100 ul de proteasa a cada matriz. Cubra con papel de aluminio e incubar 30 minutos a  $60\pm 1$  °C con agitación continua. Iniciar la sincronización cuando la temperatura de baño alcanza 60°C Fresco.
- Retirar el papel aluminio. Dispensar 10 ml de HCl 0,325 N en matraces con agitación. Ajustar el pH a 4,0-4,5.
- Añadir 200 ul amiloglucosidasa mientras se agita. Cubra con papel de aluminio e incubar a  $60\pm 1$  °C con agitación continua. Iniciar la sincronización cuando la temperatura del baño alcanza 60 °C.
- Para cada muestra digerida añadir 280 ml, 60 °C, 95 % de EtOH. Ratio de EtOH al volumen de la muestra debe ser de 4:1. Eliminar de frascos al baño y cubierta con papel de aluminio. Deje precipitar durante 1h a temperatura ambiente.
- Coloque el crisol y los frascos de incubación a la Fibertec E, módulo de filtración.
- Filtro de alcohol tratado con enzima digiere a través de crisol. Utilice botella de lavado con un 78% EtOH.
- Lavado de residuos de tres veces con proporciones de 20 ml de 78% de EtOH, y dos porciones de 10 ml 95% EtOH.

- Mover el crisol al sistema de succión superior y lavar con dos porciones de 10 ml de acetona.
- Crisol seco durante la noche a 105 °C.
- Enfriar crisol en 1h desecador.
- Pesa Crisol, que contiene residuos de fibra dietética y de celite para 0,1 mg y calcular el peso de residuos restando peso del crisol seco con celite (en blanco).
- Incinerar 5 horas a 525°C. Enfriar en desecador y pesar con precisión de 0,1mg. Crisol restar y pesos de Celite para determinar ceniza.

### ***FIBRA DIETETICA INSOLUBLE***

- Mezcle bien el material y pesar 1.000g±0.005g de la muestra en los duplicados. Peso de la muestra no debe diferir más de 20 mg.
- Añadir solución de tampón fostato 50 ml, pH 6,0, a cada matraz. Revuelva el agitador magnético hasta que la muestra este completamente dispersado.
- Comprobar el pH y ajustar si es necesario a pH 6,0±0,2, mediante la adición de 0.275 N NaOH o 0,325 N HCl.
- Añadir 50 ul de alfa amilasa, en agitación a baja velocidad. Frascos cubra con papel aluminio y se incubaba a 95 a 100 °C en lotes de 30 minutos. Agitar suavemente a intervalos de 5 minutos.
- Retire los frascos de baño maría.
- Ajustar el pH a 7,5±0,2 mediante la adición de 10 ml de NaOH 0,275 N.
- Añadir 100 ul de proteasa a cada matriz. Cubra con papel de aluminio e incubar 30 minutos a 60±1 °C con agitación continua. Iniciar la sincronización cuando la temperatura de baño alcanza 60°C Fresco.
- Retirar el papel aluminio. Dispensar 10 ml de HCl 0,325 N en matraces con agitación. Ajustar el pH a 4,0-4,5.
- Añadir 200 ul amiloglucosidasa mientras se agita. Cubra con papel de aluminio e incubar a 60±1 °C con agitación continua. Iniciar la sincronización cuando la temperatura del baño alcanza 60 °C.

- Para cada muestra digerida añadir 280 ml, 60 °C, 95 % de EtOH. Ratio de EtOH al volumen de la muestra debe ser de 4:1. Eliminar de frascos al baño y cubierta con papel de aluminio. Deje precipitar durante 1h a temperatura ambiente.
- Coloque el crisol y los frascos de incubación a la Fibertec E, módulo de filtración.
- Filtro de alcohol tratado con enzima digiere a través de crisol. Utilice botella de lavado con agua. Lavado de residuos de tres veces con proporciones de 20 ml de agua.
- Filtrar parte sólida, lavar 2 veces con 15 ml de etanol al 78% y 2 veces con 15 ml de etanol al 95 %.
- Mover el crisol al sistema de succión superior y lavar con dos porciones de 10 ml de acetona.
- Crisol seco durante la noche a 105 °C. Enfriar crisol en 1h desecador.
- Pesa Crisol, que contiene residuos de fibra dietética y de celite para 0,1 mg y calcular el peso de residuos restando peso del crisol seco con celite (en blanco).
- Incinerar 5 horas a 525°C. Enfriar en desecador y pesar con precisión de 0,1mg. Crisol restar y pesos de Celite para determinar ceniza.



**FIGURA A - 3 Determinación de la Fibra dietética de harinas y galletas**

#### 2.1.4. Determinación de las cenizas en las harinas

##### Objetivo:

- Determinar el residuo inorgánico por el método de la incineración.

##### Procedimiento:

- Pesarse en un crisol, previamente en la mufla y enfriado en el desecador.
- Pesarse en el crisol 1g. de muestra e incinerar en la cocinilla eléctrica hasta total carbonización.
- Colocar la muestra 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.

##### Calculo:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(P_2 - P_1)}{m} \times 100$$

##### Donde:

P1= Masa de crisol vacío, en g.

P2= Masa del crisol más cenizas, en g.

M = Masa de la muestra, en g.

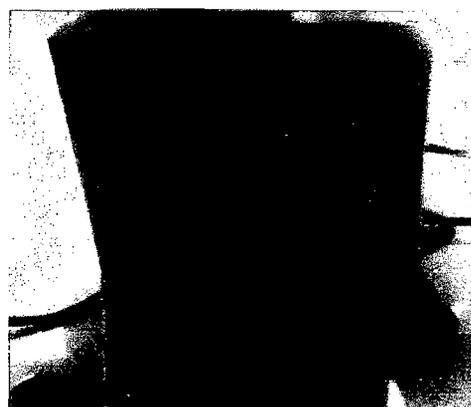


FIGURA A - 4: Determinación de cenizas de las harinas

## 2.1.5. Determinación de proteínas en las harinas



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES  
**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS - PROCOGE

Página 1 de 1

### REGISTRO DE ENSAYO CON VALOR DE \$150.15

SOLICITADO POR:	INSTITUTO VENEZOLANO ALIMENTO PROCADU D.V.C.
DIRECCIÓN:	PLAZA CARRETE AJO NUEVO CHIMBOTE.
PROYECTO:	ANÁLISIS QUÍMICO
CANTIDAD DE MUESTRA:	03 muestras x 200g c/u
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA:	Grain de polipropileno cerrado
FECHA DE RECEPCIÓN:	2015-09-17
FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	2015-09-17
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO:	2015-09-18
CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN:	Laboratorio de Fintec Química
CÓDIGO COLECBI:	ES-002015-15

### RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
	Proteína (% Factor 6,25)
MUESTRA DE TRIGO	10.43
MUESTRA DE ALGORTOSES	8.71
MUESTRA DE AVENA	11.00

### METODOLOGÍA EMPLEADA

Norma: UNE-EN ISO 1661-2 Parte 2 Ed. 2006

### NOTAS:

- Forma de ensayo en bide en base analítica realizada por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden a la muestra elegida.
- Estos resultados de ensayo no deben ser utilizados como una declaración de conformidad con normas de producto o certificación del sistema de gestión de la calidad que lo produce.
- No aplica al proceso de Declaración de Responsabilidad y muestra única.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Septiembre 18 del 2015

Órgano:

  
 A. Ojeda  
 Ingeniero Químico  
 C.O.P. 100  
 00000000000000000000

  
 Laboratorio de Fintec Química  
 Calle 10 de Agosto 1000  
 Nuevo Chimbote, Perú

LENGUAJE:  
 No. 02  
 Fecha 2015-09-27

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

Urb. Buenos Aires Mz. A - L17 - 1 Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax 043-310752  
 Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
 e-mail: colecbi@spedy.com.pe / info@ambiente\_colecbi@spedy.com.pe  
 Web: www.colecbi.com

## 2.2. ANALISIS FISICOQUIMICO EN LAS HARINAS

### 2.2.1. Medición de Colorimetría en las harinas

Procedimiento:

- Calibrar el colorímetro con el blanco.
- Determinar 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:

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

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

- 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  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$
- Anotar los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$

## ANEXO III: COMPUTO QUIMICO

### 3.1. METODO PARA HALLAR EL AMINOGRAMA TEORICO DE LAS 11 FORMULACIONES

$$S_x = \frac{(T)(\%MT) + (Q)(\%MA) + (Z)(\%MAv)}{F}$$

$S_x$  = Score químico de cada aminoácido presente en la Mezcla

(T) = Aminoácido del trigo presente en la Mezcla (x).

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

(A) = Aminoácidos del Algarrobo presente en la Mezcla (x)

(%MA) = Porcentaje de participación del Algarrobo en la Mezcla (x)

(Av) = Aminoácidos de la Avena presente en la Mezcla (x)

(%Av) = Porcentaje de participación de la Avena en la Mezcla (x).

F = Aminoácidos patrón de la FAO de la mezcla (x).

**Tabla A - 1 : Perfil de aminoácidos de las harinas de trigo, algarrobo y avena**

Aminoácidos Esenciales	Composición de aminoácidos (mg/g proteína)			FAO (mg/g proteína)
	Trigo	Algarrobo	Avena	
Isoleucina	35	33	70	31
Leucina	71	79	124	61
Lisina	31	43	58	48
Metionina+Cisteína	43	10	28	24
Fenilalanina+Tirosina	80	58	85	41
Treonina	31	47	56	25
Triptófano	12	9	20	6.6
Valina	47	78	92	40

Fuente: FAO/OMS/UNU, 2007 – Categoría Escolar y Adolescente (3-18 años)

**Tabla A - 2 : Score Químico de las harinas de trigo, algarrobo y avena**

Aminoácidos Esenciales	Composición Químico		
	Trigo	Algarrobo	Avena
Isoleucina	112.90	105.16	225.81
Leucina	116.39	130.16	203.28
Lisina	64.58	88.75	120.83
Metionina+Cisteína	179.17	41.67	116.67
Fenilalanina+Tirosina	195.12	141.95	207.32
Treonina	124.00	187.20	224.00
Triptófano	181.82	134.85	303.03
Valina	117.50	195.00	230.00

**Tabla A - 3: Perfil de aminoácidos de las mezclas de harina de trigo, harina de algarroba y harina de avena**

Aminoácidos	Patron de aminoácidos (mg/g proteína)*	Composición de aminoácidos (mg/g proteína)				Score químico			
		Trigo	H. Algarrobo	H. Avena	Mezcla	Trigo	H. Algarrobo	H. Avena	Mezcla
Isoleucina	31	35	32.6	70	47.08	112.90	105.16	225.81	151.87
Leucina	61	71	79.4	124	92.77	116.39	130.16	203.28	152.08
Lisina	48	31	42.6	58	44.21	64.58	88.75	120.83	92.10
Metionina+Cistina	24	43	10	28	27.99	179.17	41.67	116.67	116.62
Fenilalanina + tirosina	41	80	58.2	85	75.52	195.12	141.95	207.32	184.21
Treonina	25	31	46.8	56	44.69	124.00	187.20	224.00	178.76
Triptofano	6.6	12	8.9	20	14.02	181.82	134.85	303.03	212.48
Valina	40	47	78	92	72.38	117.50	195.00	230.00	180.95

Aminoácidos Esenciales	AAE DE LAS HARINAS			AAE DE LAS MEZCLAS										
	Trigo	Algarrobo	Avena	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
Isoleucina	35	33	70	37.69	38.02	40.27	40.63	38.91	39.40	37.29	41.00	39.15	39.15	39.15
Leucina	71	79	124	74.60	74.59	78.52	78.55	76.56	76.57	73.75	79.37	76.57	76.57	76.57
Lisina	31	43	58	34.29	35.87	36.27	37.88	34.94	37.22	34.65	37.50	36.07	36.07	36.07
Metionina+Cisteina	43	10	28	38.94	37.70	35.77	34.50	37.61	35.82	39.01	34.46	36.73	36.73	36.73
Fenilalanina+Tirosina	80	58	85	80.07	79.77	80.44	80.15	80.32	79.90	79.84	80.38	80.11	80.11	80.11
Treonina	31	47	56	33.05	33.44	34.90	35.30	33.90	34.45	32.84	35.49	34.17	34.17	34.17
Triptófano	12	9	20	12.39	12.21	12.98	12.81	12.72	12.48	12.17	13.02	12.60	12.60	12.60
Valina	47	78	92	49.62	49.11	52.94	52.47	51.38	50.69	48.64	53.42	51.04	51.04	51.04

**Tabla A - 4: Score químico de las mezclas de harina de trigo, harina de algarroba y harina de avena**

%H. Trigo	88	80	80	72	85	75	85	75	80	80	80
%H. Algarrobo	6	14	6	14	5	15	10	10	10	10	10
%H. Avena	6	6	14	14	10	10	5	15	10	10	10
Aminoácidos esenciales	SCORE QUIMICO										
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
Isoleucina	126	127	134	135	130	131	124	137	131	131	131
Leucina	126	126	126	133	130	130	125	135	130	130	130
Lisina	76	80	80	84	78	83	77	83	80	80	80
Metionina+Cisteina	177	171	171	157	171	163	177	157	167	167	167
Fenilalanina+Tirosina	211	210	210	211	211	210	210	212	211	211	211
Treonina	144	145	145	153	147	150	143	154	149	149	149
Triptófano	206	204	204	214	212	208	203	217	210	210	210
Valina	127	126	126	135	132	130	125	137	131	131	131

# ANEXO IV: ANALISIS DE LAS GALLETAS

## 4.1. Proteínas de las galletas



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS  
CLINICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PRODUCTIVO - INDECOPI

### RESUMEN DE ENSAYO CON VALOR N° 2765-15

Página 1 de 1

SOLICITADO POR:	: ANATALY BARRON GARCÍA ALONSO PASCAR DIAZ
DIRECCIÓN:	: VPK Callejón A-3 Nuevo Chimbote
PRODUCTO:	: GALLETA DE TROCO, ALBACRUROS Y JAVANA
CANTIDAD DE MUESTRA:	: 12 muestras x 250g xV
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA:	: Bolsa de polipropileno opaca
FECHA DE RECEPCIÓN:	: 2013-09-17
FECHA DE BRUJO DE ENSAYO:	: 2013-09-17
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO:	: 2013-09-17
CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	: Extraordinaria
ENSAYOS REALIZADOS EN:	: Laboratorio de Física Químico
CÓDIGO COLECBI:	: 65 001265-15

### RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS Proteínas (N Factor 6.25)
Galleta - 1	7.25
Galleta - 2	7.52
Galleta - 3	7.51
Galleta - 4	7.25
Galleta - 5	7.56
Galleta - 6	7.50
Galleta - 7	8.02
Galleta - 8	7.70
Galleta - 9	7.16
Galleta - 10	7.57
Galleta - 11	7.65

### METODOLOGÍA EMPLEADA

Procedimiento: OMI - EN ISO 5983-2 Parte 2 Ed. 1/2005

### NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra designada.
- Estos resultados de ensayo se deben ser utilizados como una evidencia de conformidad con normas de producto o como certificado del nivel de calidad de la entidad que lo produce.
- No efectúa proceso de firmencia por su particularidad y/o muestra única.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Septiembre 18 del 2013.

GVR/MS

A. Gustavo V. V. V. V. V.  
Gerente de Laboratorio  
C. B. 12  
COLECBI S.A.C.

LC-001-2013  
Rev. 03  
Fecha 2013-09-17

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

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - Etapa - Nuevo Chimbote - Tel/Fax: 043-310752  
Nextel: 639-2893 - R.P.M. # 602995 - Apartado 127  
e-mail: colecbi@speedy.com.pe | medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
Web: www.colecbi.com

Cabe resaltar que las formulaciones de los análisis de proteínas de las galletas de harina de trigo, algarroba y avena fueron las siguientes:

Muestra	% H. Algarrobo	% H. Avena
G1	10	15
G2	13.5	13.5
G3	15	10
G4	6.5	6.5
G5	10	10
G6	10	10
G7	10	10
G8	13.5	6.5
G9	10	5
G10	5	10
G11	6.5	13.5

## 4.2. EVALUACION DEL SABOR Y TEXTURA DE LAS GALLETAS

### 4.2.1. Formato de la Evaluación Sensorial

#### EVALUACIÓN SENSORIAL DE GALLETAS

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

- I. Ud. está recibiendo una muestra codificada de GALLETAS. Por favor, indique en la escala de abajo, cuanto le gustó o disgustó el COLOR de la muestra.

- 9. Me gusta muchísimo
- 8. Me gusta mucho
- 7. Me gusta moderadamente
- 6. Me gusta poco
- 5. Ni me gusta/ni me disgusta
- 4. Me disgusta poco
- 3. Me disgusta moderadamente
- 2. Me disgusta mucho
- 1. Me disgusta muchísimo

Muestra	Color

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

**Tabla A - 5: Resultados de Sabor**

PANELISTAS	FORMULACIONES										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	7	8	6	8	9	7	7	9	8	7	8
2	6	6	8	6	7	5	5	6	5	7	6
3	4	7	8		9	3	5	2	7	9	8
4	3	3	8	4	6	1	7	7	5	5	6
5	7	6	8	6	7	5	5	7	8	7	7
6	8	4	7	7	7	6	4	7	5	8	8
7	1	5	8	4	8	6	9	3	8	5	5
8	6	6	6	7	5	8	4	8	6	8	8
9	8	6	5	6	5	7	5	7	7	7	7
10	5	9	8	5	9	7	6	7	8	7	8
11	7	6	6	8	7	7	6	8	8	7	8
12	7	6	6	6	5	7	6	8	8	8	8
13	5	3	4	6	3	7	3	5	6	5	5
14	6	5	7	5	5	5	7	4	7	7	5
15	6	7	7	6	7	6	6	5	6	6	5
16	7	8	6	8	9	7	7	9	8	7	8
17	6	6	8	6	7	5	5	6	5	7	5
18	4	7	8		9	3	5	2	7	9	7
19	3	3	8	4	6	1	7	7	5	5	9
20	7	6	8	6	7	5	5	7	8	7	8
21	8	4	7	7	7	6	4	7	5	8	6
22	1	5	8	4	8	6	9	3	8	5	6
23	6	6	6	7	5	8	4	8	6	8	6
24	8	6	5	6	5	7	5	7	7	7	7
25	5	9	8	5	9	7	6	7	8	7	8
26	7	6	6	8	7	7	6	8	8	7	5
27	7	6	6	6	5	7	6	8	8	8	6
28	5	3	4	6	3	7	3	5	6	5	7
29	6	5	7	5	5	5	7	4	7	7	8
30	6	7	7	6	7	6	6	5	6	6	7
	5.733	5.8	6.8	6	6.6	5.8	5.667	6.2	6.8	6.867	6.833

**Tabla A - 6: Resultados de Textura**

PANELISTAS	FORMULACIONES										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	7	7	7	7	8	6	6	8	7	6	7
2	5	5	8	6	7	5	6	4	7	7	7
3	8	8	6	8	7	5	9	7	6	7	7
4	7	3	8	5	6	5	7	7	4	5	8
5	5	8	5	6	3	4	5	5	7	5	6
6	6	4	4	5	5	5	7	4	5	5	8
7	7	1	5	6	8	2	6	5	7	7	6
8	5	4	5	6	6	7	5	6	7	5	7
9	6	7	8	6	9	7	9	6	7	8	5
10	8	8	9	7	9	7	7	8	8	7	8
11	8	7	6	7	6	7	6	8	8	7	6
12	7	7	7	8	8	6	7	7	6	7	7
13	5	2	5	7	7	7	8	6	7	7	7
14	5	6	4	5	6	7	5	6	5	8	5
15	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	4
16	7	7	7	7	8	6	6	8	7	8	5
17	7	5	8	6	7	5	6	4	7	6	6
18	8	8	6	8	7	5	9	7	6	7	6
19	7	3	8	4	6	7	7	7	4	5	8
20	5	8	5	6	7	5	5	5	7	5	8
21	7	4	5	6	4	5	4	4	5	7	5
22	7	1	5	8	8	2	6	5	7	9	6
23	5	4	5	6	6	7	5	6	7	5	7
24	7	7	8	5	9	7	9	6	7	8	7
25	8	8	9	7	9	7	7	8	8	7	7
26	8	7	6	7	6	7	6	8	8	6	7
27	7	7	7	8	8	6	7	7	6	7	5
28	6	2	5	8	5	7	8	6	7	5	7
29	7	6	5	5	5	7	6	6	6	8	7
30	6	6	6	5	6	6	6	6	7	6	6
	6.57	5.53	6.27	6.37	6.73	5.83	6.53	6.20	6.57	6.53	6.50

**Tabla A - 7: Resultados de Olor**

PANELISTAS	FORMULACIONES										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	7	8	6	9	6	8	7	7	6	9	7
2	5	5	5	5	7	6	5	5	5	5	8
3	6	7	7		9	3	8	7	7	6	5
4	5	7	8	7	6	2	7	7	4	5	5
5	7	6	5	5	6	6	8	7	8	7	6
6	7	4	4	4	4	4	4	4	6	6	5
7	4	2	7	7	6	8	6	2	8	9	9
8	7	5	6	8	6	8	4	7	6	4	6
9	9	8	6	6	8	6	6	7	6	4	7
10	5	7	7	8	7	9	7	7	7	9	6
11	6	7	7	7	7	6	7	8	5	6	5
12	7	6	8	7	6	6	8	6	7	7	6
13	7	4	3	6	4	3	4	6	8	6	7
14	6	7	7	5	5	6	7	6	5	5	5
15	6	6	5	5	5	5	5	6	5	6	6
16	7	8	6	9	6	8	7	7	6	9	5
17	5	5	5	5	7	6	5	5	7	5	7
18	7	7	7		9	3	8	7	6	6	6
19	5	7	8	7	6	2	7	7	8	5	7
20	7	6	5	5	6	6	8	7	8	7	5
21	7	4	4	4	4	4	4	4	6	6	5
22	5	2	7	7	6	8	6	2	3	9	9
23	7	5	6	8	6	8	4	7	6	4	6
24	9	8	6	6	8	6	6	7	8	4	8
25	5	7	7	8	7	9	7	7	7	9	6
26	6	7	7	7	7	6	7	8	5	6	6
27	6	6	8	7	6	6	8	6	7	7	7
28	5	4	3	6	4	3	4	6	8	7	8
29	4	8	7	5	5	6	7	6	7	5	6
30	6	6	5	5	5	5	5	6	6	6	6
	6.17	5.97	6.07	6.36	6.13	5.73	6.20	6.13	6.37	6.30	6.33

**Tabla A - 8: Resultados de Color**

PANELISTAS	FORMULACIONES										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	8	8	7	7	5	6	6	8	7	6	5
2	6	4	6	6	7	7	7	6	6	6	8
3	4	7	7	7	9	3	8	7	4	7	6
4	4	3	8	6	6	4	7	7	7	5	6
5	9	7	8	6	6	6	7	7	7	8	5
6	6	4	4	4	4	6	4	4	6	7	8
7	5	8	0	2	7	4	5	6	9	7	7
8	6	5	6	7	6	6	5	7	5	5	5
9	7	6	7	4	8	7	8	6	6	6	5
10	5	5	7	8	5	6	6	9	7	5	7
11	6	6	6	7	7	5	7	8	7	7	6
12	5	4	5	6	9	3	4	5	8	9	9
13	7	2	2	8	2	6	4	6	5	4	8
14	7	6	7	4	7	6	6	5	5	7	5
15	5	6	6	6	6	4	2	6	6	5	6
16	8	8	7	7	5	6	6	8	5	6	5
17	6	4	6	6	7	7	7	6	6	6	6
18	5	7	7	5	9	3	8	7	7	6	7
19	3	3	8	6	6	5	7	7	4	5	6
20	9	7	8	6	6	6	7	7	4	8	6
21	6	4	4	4	4	6	4	4	6	7	6
22	5	8	0	2	7	4	5	6	9	7	4
23	6	5	6	7	6	7	5	7	6	5	6
24	7	6	7	4	8	5	7	6	6	4	7
25	5	5	7	8	5	6	6	9	7	5	6
26	6	6	6	7	7	5	7	6	7	7	5
27	6	4	5	6	9	4	4	5	8	9	6
28	7	2	2	8	2	5	4	6	5	6	6
29	7	6	7	4	7	6	6	5	5	7	7
30	5	6	6	6	6	4	3	6	6	5	7
	6.03	5.40	5.73	5.80	6.27	5.27	5.73	6.40	6.20	6.23	6.20

### 4.2.3. Fotografías del Análisis Sensorial



# ANEXO V: ANALISIS DE LA MEJOR GALLETA Y GALLETA CONTROL

## 5.1. Determinación del % proteína de la galleta control



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA - PERUVEN

Página 1 de 1

### RESUMEN DE ENSAYO CON VALOR N° 3257-10

REALIZADO POR:	MATELY ROSAS GARCIA ALONSO PRACARDAI
DIRECCIÓN:	HUP CAROLINA A-9 Nuevo Chimbote
PRODUCTO:	GALLETA DE TRIGO, GALLETA DE TRIGO, ALGUSTODO Y AVENA
CANTIDAD DE MUESTRA:	03 unidades a 200g
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA:	Bolsa de polipropileno cerrada
FECHA DE RECEPCIÓN:	2015-08-17
FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	2015-08-17
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO:	2015-08-18
CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	En buen estado
ENSAYOS REALIZADOS EN:	Laboratorio de Falsos Químicos
CÓDIGO COLECBI:	66-02796-10

### RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
	Proteína (% Perten. E.25)
GALLETA CONTROL	7.33
GALLETA COMIDA	7.92

### METODOLOGÍA EMPLEADA

Procedimiento: UNE-EN ISO 5093-1 Parte 2 DC. 2006.

### NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados recibidos por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra declarada.
- Este resultado de análisis no deberá ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de control de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Oportunidad por su seriedad y/o muestra única.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Septiembre 15 del 2015.

GVR/ma



COLECBI S.A.C.  
RUC: 2015081701

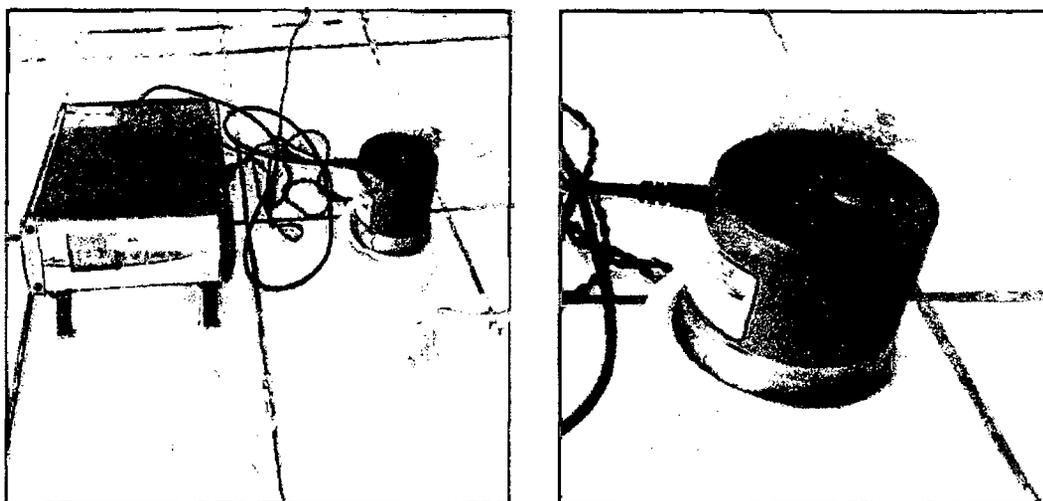
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME  
POR LA AUTORIDAD REGISTRADA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - 1 Etapa - Nuevo Chimbote - Telef: 043-310752  
 Movel: 939-2693 - RPI/N° 902995 - Apartado 127  
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiental\_colecbi@speedy.com.pe  
 Web: www.colecbi.com

## 5.2. METODO PARA DETERMINAR ACTIVIDAD DE AGUA EN LA MEJOR GALLETA Y EN LA GALLETA CONTROL

Procedimiento:

- Agregar aproximadamente 2-3 g de las muestras (molidas) sobre la 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 requerida. El tiempo necesario para que esto ocurra es muy variable, dependiendo del alimento a medir, el tiempo puede oscilar entre pocos minutos hasta más de 1 hora.
- Luego anotar los resultados arrojados por el equipo.

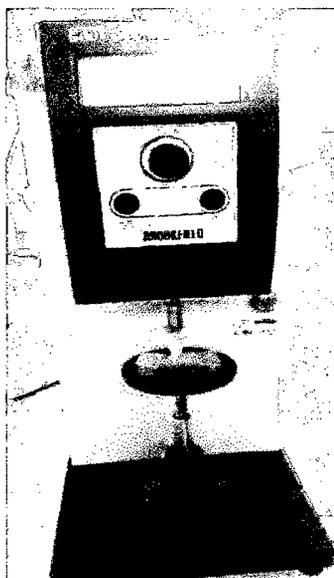


**FIGURA A - 5** Determinación de la actividad de agua de la mejor galleta y de la galleta control

## 5.3 DETERMINACION DE LA TEXTURA DE LAS GALLETAS

### 5.3.1. Procedimiento del Análisis de Textura para las Galletas

- Se colocó cada uno de las galletas sobre el Texturometro Texture Analyzer del laboratorio de Análisis y Composición de alimentos
- Para ello se utilizó una probeta #5 TA 15/1000 Cone 30 mm D, 45°
- Se procedió a tomar datos en tres replicas (2 galletas por cada mezcla).
- La evaluación se realizó a través de varios días para observar la variación de textura.



**FIGURA A - 6: Determinación de textura de la mejor galleta y de la galleta control.**

## 5.4. DETERMINACION DE LA VIDA UTIL DE LA MEJOR GALLETA

### 5.4.1. Ficha del análisis sensorial – Aceptabilidad

Se les hizo a cada panelista la siguiente interrogante: ¿Ud. normalmente consumiría este producto?

**Tabla A - 9: Resultados de la Evaluación Sensorial – Aceptabilidad para las muestras a distintos días de almacenamiento – Vida Útil**

Panelista	DIAS			
	1	10	20	30
1	SI	SI	SI	SI
2	SI	SI	SI	SI
3	SI	SI	SI	SI
4	SI	SI	SI	SI
5	SI	SI	SI	SI
6	SI	SI	SI	SI
7	SI	SI	SI	SI
8	SI	SI	SI	SI
9	SI	SI	SI	SI
10	SI	SI	SI	SI
11	SI	SI	SI	SI
12	SI	SI	SI	SI
13	SI	SI	SI	SI
14	SI	SI	SI	SI
15	SI	SI	SI	SI
16	SI	SI	SI	SI
17	SI	SI	SI	NO
18	SI	SI	SI	NO
19	SI	SI	SI	NO
20	SI	SI	SI	NO
21	SI	SI	SI	NO
22	SI	SI	SI	NO
23	SI	SI	SI	NO
24	SI	SI	SI	NO
25	SI	SI	SI	NO
26	SI	SI	NO	NO
27	SI	SI	NO	NO
28	SI	SI	NO	NO
29	SI	SI	NO	NO
30	SI	SI	NO	NO
RECHAZOS (%)	0	0	16.667	46.667
ACEPTACION (%)	100	100	83.333	53.333

**Tabla A - 10: Resultados de la Evaluación Sensorial - Sabor para las muestras a distintos días de almacenamiento – Vida Útil**

Panelista	DIAS			
	1	10	20	30
1	9	7	6	5
2	9	8	6	6
3	8	7	6	5
4	9	8	6	6
5	8	7	7	6
6	7	8	6	5
7	8	7	8	6
8	7	7	7	5
9	8	7	6	6
10	9	8	7	6
11	7	7	7	5
12	9	8	7	6
13	8	8	7	6
14	9	8	7	5
15	8	8	7	4
16	8	8	7	6
17	8	8	6	5
18	9	7	7	5
19	9	8	7	6
20	9	7	8	5
21	8	8	7	4
22	9	8	8	3
23	9	8	7	5
24	9	8	7	4
25	8	7	8	5
26	8	8	7	4
27	8	7	6	6
28	9	7	8	6
29	9	7	7	4
30	9	8	7	4
	8.4	7.56666667	6.9	5.13333333

**Tabla A - 11: Resultados de la Evaluación Sensorial – Textura para las muestras a distintos días de almacenamiento – Vida útil.**

Panelista	DIAS			
	1	10	20	30
1	8	6	6	5
2	8	8	6	6
3	8	7	6	5
4	8	8	5	6
5	8	7	6	3
6	8	8	6	4
7	8	7	7	5
8	7	7	7	4
9	8	7	6	4
10	9	8	7	4
11	7	7	7	5
12	9	7	5	5
13	9	8	7	6
14	9	8	7	5
15	8	7	7	4
16	8	7	6	6
17	8	8	7	6
18	8	7	7	5
19	8	8	7	3
20	8	7	8	5
21	8	7	7	4
22	7	8	8	4
23	8	8	7	5
24	9	7	7	5
25	8	7	8	5
26	8	6	6	3
27	8	7	6	5
28	8	7	7	5
29	9	7	7	4
30	8	8	6	5
	8.1	7.3	6.63333333	4.7

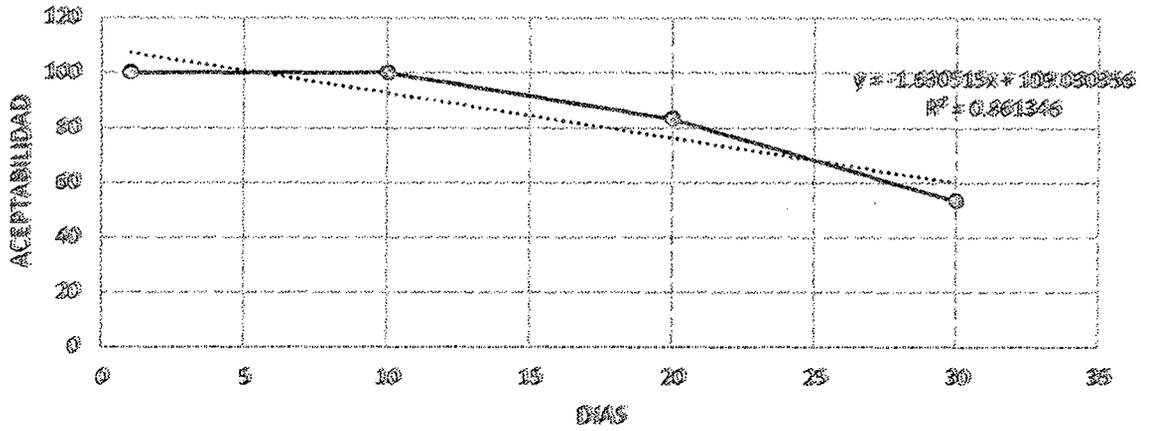


FIGURA A - 7: Grafica de Aceptabilidad – Evaluación sensorial Vida Útil

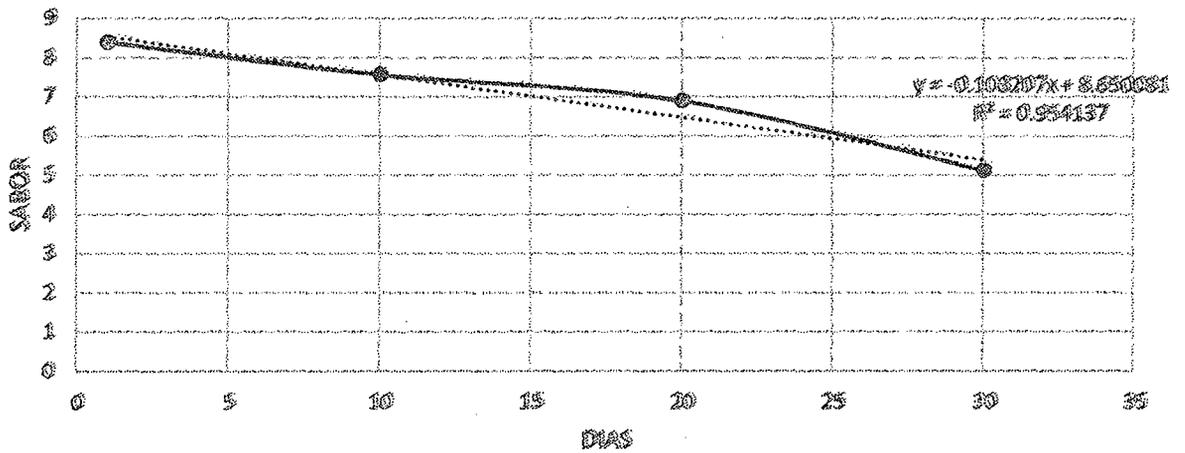
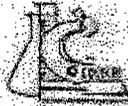
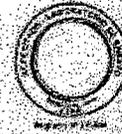


FIGURA A - 8: Grafica de Aceptabilidad – Evaluación sensorial Vida útil

## 5.4.2. ANALISIS MICROBIOLÓGICO



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION  
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE - 046



### RESUMEN DEL ENSAYO CON VALORES N° 2893-1E

Página 1 de 1

SOLICITADO POR: NUTALY JORDAN GARCIA  
 DIRECCION: IEF Callejón A-3 Nuevo Chiriquí  
 PRODUCTO: COLETA DE TROZO PLANCHADO Y AJARRE  
 CANTIDAD DE MUESTRA: 01 muestra x 20g  
 PREPARACION DE LA MUESTRA: Solución de polipropileno comestible  
 FECHA DE RECEPCION: 2018-06-10  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 2018-06-10  
 FECHA DE TERMINO DE ENSAYO: 2018-06-10  
 CONDICION DE LA MUESTRA: En buen estado  
 ENSAYOS REALIZADOS Y A: Laboratorio de Microbiología  
 CODIGO COLECHI: 64-01122-1E

### RESULTADOS

ENSAYOS	RESULTADO
Resistencia al Resaca (UV 60)	>10

### METODOLOGIA EMPLEADA

Resistencia al Resaca: ASTM 1941 Acercamiento 2000 Vol 12 Ed. 01 Edición Actualizada - Español 200, 100 e 100  
 Método del Resaca de Lavaduras y Frotado por aspiración y pesaje en el mismo.

### NOTAS

- El informe es entregado en base a resultados obtenidos por COLECHI S.A.C.
  - Los resultados presentados corresponden solo a la muestra presentada.
  - El presente informe es válido como una certificación de conformidad en términos de producto o como evidencia de cumplimiento de los requisitos que lo producen.
  - En relación al proceso de desarrollo del estándar N° 64-01122-1E, se muestra unificadas.
- Fecha de Emisión: Nuevo Chiriquí, Agosto 29 del 2018.

A. Gustavo C. P. Espinoza  
 Gerente de Operaciones  
 S.N.P. S.A.  
 COLECHI S.A.C.

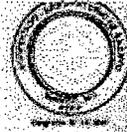


COLECHI  
 S.N.P. S.A.  
 Fecha: 29/08/2018

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME  
 SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECHI S.A.C.

### COLECHI S.A.C.

Línea: Buenos Aires 112 A. Q. T. 110000 - Nueva Chiriquí - Telf: 043-110752  
 Nueva Chiriquí - Telf: 043-110752 - Av. 127  
 Email: coleschi@coleschi.com.pe | info@coleschi.com.pe | ventas@coleschi.com.pe  
 Web: www.coleschi.com



**INFORME DEL ENSAYO CERO VAZ GR N° 587-18**

SOLICITADO POR : **INTELEX FARMACIA S.A.S.**  
 DIRECCION : **HUF Callema A. - Nuevo Chetillo**  
 PRODUCTO : **ESLUTA DE TIGRA, 100 GRAMOS Y 200 GR**  
 CANTIDAD DE MUESTRA : **01 muestra x 30g**  
 PRESENTACION DE LA MUESTRA : **Bolsa de polipropileno cerrado**  
 FECHA DE RECEPCION : **2015-08-26**  
 FECHA DE FIN DE ENSAYO : **2015-08-26**  
 FECHA DE TERMINO DE ENSAYO : **2015-03-31**  
 CONDICION DE LA MUESTRA : **En buen estado**  
 ENSAYOS REALIZADOS EN : **Laboratorio de Microbiología**  
 CÓDIGO COLECHI : **ES-0010-18**

**RESULTADOS**

ENSAYOS	RESULTADO
Presencia de Bacterias (UFC/g)	<10

**COMENTARIOS O OBSERVACIONES:**  
 Resolución de INDECOPI: INDECOPI 19631 Interposición 2000 Voz 1 256 Ed. 3 y 6 de abril 2014 - Expediente N° 01-108-0-127  
 Anexo del Reglamento de Laboratorio y Muestras para análisis en productos sólidos al por mayor.

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECHI S.A.C.
  - Los resultados presentados corresponden a los 30 g de muestra de muestra.
  - Este resultado de análisis no debe ser utilizado como una evidencia de conformidad con normas de producto a menos que exista un sistema de control de calidad por el proceso.
  - No aplica el protocolo de Detección por su presencia de y/o micotoxinas.
- Fecha de Emisión: Nuevo Chetillo, Setiembre 01 2015.

**A. Gustavo de la Cruz**  
 Gerente de Laboratorio  
 COLECHI S.A.C.



LE-046-18  
 Pág. 01  
 Fecha 2015/08/27

PROPONDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME  
 SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECHI S.A.C.

**COLECHI S.A.C.**  
 Udo. Buzanca Pérez Maza - LE 3 - 1 Etapa - Nuevo Chetillo - Telfax: 043-318752  
 Huesel 338 2003 - RPM 4 302975 - Aparado 127  
 e-mail: coleschi@spinesy.com per mailcochi@coleschi.com per coleschi@spinesy.com.pe  
 Web: www.coleschi.com



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI-SNA CON REGISTRO No LE - 048**



**REPORTE DE ENSAYO CON VALOR N° 2568-15**

Página 1 de 1

SOLICITADO POR	ESTEBAN RAMOS GARCIA
DIRECCION	MUF Cereales A. J. Nuevos Cereales
PRODUCTO	GALLETA DE TRIGO ALICORNADO Y AVENA
CANTIDAD DE MUESTRA	01 muestra x 250g
PRESENTACION DE LA MUESTRA	Bolsas de polipropileno cerradas
FECHA DE RECEPCION	2015-09-15
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	2015-09-16
FECHA DE TERMINO DE ENSAYO	2015-09-17
CONDICION DE LA MUESTRA	F.F. Buen estado
ENSAYOS REALIZADOS EN	Laboratorio de Biotecnología
CODIGO COLECO	55 991255-15

**RESULTADOS**

ENSAYOS	RESULTADO
Recuento de Mohr (UF/Gg)	1.

**REFERENCIAS EMPLEADAS**

Recuento de Mohr: **COMISIÓN EUROPEA** Directiva 2005 Vol 1 2da Ed. B. Editorial Aecotec - España pag 195 a 197  
 Método del Recuento de Levaduras y Mohr por semente en placa en todo el mundo

**NOTA**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos por COLECO S.A.C.
  - Los resultados presentados corresponden solo a la muestra y sus características.
  - 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.
  - No aplica el proceso de Denuncia por su naturaleza y/o muestra única.
- Fecha de Emisión: Nuevos Cereales, Setiembre 15 del 2015  
 GVR/ya

A Quiéramos Verificar Firmas  
 Gerente de Laboratorio  
 C.E.D. S.A.C.  
 COLECO S.A.C.

LD UN-HWC  
 Rev. 03  
 Fecha: 2012-07-27

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME  
 SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECO S.A.C.

**COLECO S.A.C.**

L.L. BLANCO, Avda. Alameda 1111, Lima, Perú. Teléfono: 442 3117-12  
 Fax: 442 3117-13. R.M. 2007-09-15. Sección 127  
 Entidad autorizada para emitir informes de laboratorio por el INDECOPI con el  
 N° de registro LE-048-2007

**"CATALAGO DE TRABAJOS DE INVESTIGACION – TIPRO"**  
Resolución N° 1562-2006 – ANR

**REGISTRO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

**I. DATOS GENERALES**

• **UNIVERSIDAD**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

• **CENTRO O INSTITUTO DE INVESTIGACION**

El presente trabajo se desarrollara en los laboratorios de la E.A.P Agroindustria, la planta piloto e Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial de la escuela de Ingeniería agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.

• **TITULO DEL TRABAJO**

"FORMULACION, EVALUACION FISICOQUIMICA Y SENSORIAL DE GALLETAS ELABORADAS CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*) CON HARINA DE ALGARROBA (*Prosopis pallida*) Y HARINA DE AVENA (*Avena sativa*)"

• **LINEA DE INVESTIGACION**

Experimental y Aplicada

• **AUTORES**

DNI: 46659497

Paucar Díaz Alonso Adolfo

DNI: 48071628

Ramos Garcia Nataly Margot

• **AÑO DE EJECUCION Y CULMINACION**

INICIO:

Abril 2015

TERMINO:

Octubre 2015

## II. CONTENIDO DEL RESUMEN

- **Resumen**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo obtener la mejor formulación para la elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de trigo, algarroba y avena. Para poder obtener la mejor formulación se elaboró galletas a partir de 11 formulaciones, en diferentes proporciones, las cuales fueron establecidas utilizando el programa estadístico STATISTICA, utilizando el diseño experimental DCCR (Diseño Cuadrado Central Rotacional). Las cuales fueron evaluadas para obtener la mejor formulación, en función al porcentaje de proteína, sabor, textura olor y color, analizando los datos obtenidos con un nivel de significancia del 95%. Estas sirvieron para determinar la mejor formulación en cuanto al porcentaje de las harinas, las cuales fueron 80% de harina de trigo, 10% de harina de algarroba y 10% de harina de avena. Se elaboró la galleta óptima (mejor formulación), el cual obtuvo 8.05% de proteína superando al de la galleta control (7.13%). Por último se evaluó el tipo de empaque; el cual se obtuvo una mayor conservación en el empaque de polipropileno, y también se determinó su tiempo de vida útil de la galleta almacenada a temperatura ambiente, mediante evaluación sensorial, encontrándose un tiempo de vida en anaquel de 36 días para el producto.

- **Abstract**

This research work's main object is to get the best formulation to make cookies with partial substitution of wheat flour, oats and vetch. To obtain the best formulation cookie was made from 11 formulations, in different proportions, which were established using the STATISTICA statistical program, using the experimental design DCCR (Design Square Central Rotary). Which were evaluated for the best formulation, depending on the percentage of protein, flavor, texture, odor and color, analyzing data obtained with a significance level of 95%. These were used to determine the best formulation for percent flour, which were 80% of wheat flour, 10% carob flour and 10% oat flour. Cookie optimal (best formulation), which won 8.05% protein was prepared beating Cookie Control (7.13%). Finally the type of packaging; which increased conservation in the packaging of polypropylene was obtained, and also determined the lifetime of the cookie stored at room temperature was evaluated environment by sensory evaluation, finding time shelf life of 36 days for the product.

- **Planteamiento del problema**

La alimentación en el Perú es un tema importante, no solo por el conocido hecho de que la alimentación de la mayoría de ciudadanos en nuestro país no es óptima, lo cual no es moralmente aceptable, también tiene relevancia porque está demostrado que para que un ser humano pueda desarrollar al máximo sus facultades, el tener una dieta adecuada es absolutamente necesario. La desnutrición va de la mano con la pobreza. Esto se evidencia al ver que dentro de nuestro país las zonas más pobres son las que presentan los índices más altos de desnutrición en niños. Son también estas zonas las que presentan indicadores más altos de analfabetismo.

Vemos entonces que es común que los que sufren de desnutrición pertenezcan al estrato socio económico más bajo. Generalmente la desnutrición es, como menciona Ernesto Pollitt en "Consecuencias de la desnutrición en el escolar peruano": "*La manifestación de problemas asociados con la disponibilidad y utilización de los nutrientes*". De acuerdo a eso el Perú sí posee una cantidad total de alimentos suficientes para satisfacer las necesidades nutricionales de la población, pero la realidad es que el acceso individual a dichos alimentos no es igual para todos.

La elaboración de galletas constituye un sector sustancial de la industria alimentaria, siendo uno de sus principales atractivos su variedad de tipos. Todas las galletas tradicionales se fabrican generalmente con harina de trigo, sin gran cantidad de salvado y pueden tener añadidas pequeñas cantidades de otras harinas o almidones, para conseguir sabores o propiedades estructurales especiales.

#### FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuál será la formulación con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum Spp.*) por harina de algarroba (*Prosopis Pallida*) y avena (*Avena Sativa*) con mejor aceptabilidad, calidad y características físico-químicas?

- **Objetivos**

**OBJETIVOS GENERALES:**

- Formular, evaluar fisicoquímica y sensorialmente las galletas elaboradas con sustitución parcial harina de trigo (*Triticum Spp.*) con harina de algarroba (*Prosopis Pallida*) y avena (*Avena Sativa*).

**OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Determinar la composición fisicoquímica de las harinas de trigo, harina de algarrobo y avena.
- Determinación la mejor formulación de las galletas elaboradas con sustitución parcial harina de trigo (*Triticum Spp.*) con harina de algarroba (*Prosopis Pallida*) y avena (*Avena Sativa*),
- Determinación de la composición físico química de las galletas elaboradas con sustitución parcial harina trigo (*Triticum Spp.*) con harina de algarroba (*Prosopis Pallida*) y avena (*Avena Sativa*).
- Determinación del computo químico a las formulaciones de galletas elaboradas con sustitución parcial harina trigo (*Triticum Spp.*) con harina de algarroba (*Prosopis Pallida*) y avena (*Avena Sativa*).
- Determinación del envase más adecuado para galletas a fin de mantener sus características sensoriales y fisicoquímicas a temperatura ambiente.
- Determinar la vida útil de la mejor formulación de galletas.

- **Hipótesis**

La mejor formulación y evaluación de galletas elaboradas con sustitución parcial harina de trigo (*Triticum Spp.*) por harina de algarrobo (*Prosopis Pallida*) y avena (*Avena Sativa*) es de un 10 % de harina de algarrobo y 10 % de harina de avena, el cual permite la obtención de un producto con mayor aceptabilidad, calidad y características físico químicas.



- **Referencia del marco teórico**

Las harinas sucedáneas constituyen una ventaja para los países en desarrollo, debido a que se podría reducir las importaciones de harina de trigo y el aumento del uso potencial de los cultivos agrícolas. (Othon C., 1996).

Las galletas son productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidas por el cocimiento de masa preparada con harina, con o sin leudantes, leches, féculas, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, saborizantes, colorantes, conservadores y otros ingredientes permitidos debidamente autorizados (INDECOPI, 1992). Estos productos son muy bien aceptados por la población, tanto infantil como adulta, siendo, consumidos preferente entre las comidas, pero muchas veces también reemplazando la comida habitual de media tarde. Sus ingredientes son principalmente harina, azúcar y materias grasas, además de leche y huevos en algunos casos. Esta composición química declarada hace suponer que estos productos constituiría una buena fuente calórica para el hombre y en especial para el niño (Zuccarelli et al., 1984).

La alternativa está, aparentemente, en una educación alimentaria orientada al consumo de dietas conformadas principalmente por alimentos de origen vegetal y obtener el máximo aprovechamiento de los recursos alimentarios disponibles en la región por lo que es posible la formación de complementos dietéticos basadas en productos vegetales, si se tiene en cuenta la diversidad de proteínas que contienen, pues en realidad no todos los cereales, leguminosas, tubérculos, raíces y frutos son deficientes en los mismos aminoácidos esenciales, lo que permite la complementación mutua entre ellos, obteniendo productos (galletas) que siendo de bajo costo, contengan un patrón apropiado de aminoácidos y la concentración apropiada de proteínas.

- **Conclusiones**

✓ La composición química proximal de la harina de trigo para la elaboración de galletas Proteínas (10,43 %), Humedad (13,44 %), Cenizas (0,95), Grasa (0,58 %), Fibra (1,4 %) y Carbohidratos (74,6%).

La composición química proximal de la harina de algarroba para la elaboración de galletas Proteínas (8,71%), Humedad (7,49 %), Cenizas (2,48 %), Grasa (0,83 %), Fibra (33,83%) y Carbohidratos (80,49%).

La composición química proximal de la harina de avena para la elaboración de galletas Proteínas (11 %), Humedad (8,59 %), Cenizas (0,98), Grasa (6,56 %), Fibra (18,17%) y Carbohidratos (72,87%).

✓ Desde el punto de vista nutricional las galletas tuvieron un cómputo químico elevado de aminoácidos superior al 100%, con excepción del aminoácido lisina, sin embargo excedió al 70 % recomendado por la FAO.

✓ Se determinó los porcentajes de la mejor mezcla de harina de trigo, harina de algarroba y harina de avena es: 80 %, 10%, y 10 % respectivamente.

✓ La composición química proximal de la galleta con mejor formulación, de harinas de trigo, harina de algarroba y harina de avena fue: Proteínas (8,05 %), Humedad (5.98 %), Cenizas (1,18 %), Grasa (13,94 %), Fibra (8,47%) y Carbohidratos (70,85%); y de la galleta control fue de: Proteínas (7,95%), Humedad (5.93 %), Cenizas (0,93 %), Grasa (13,23%), Fibra (0,6%) y Carbohidratos (71,96%).

✓ Se determinó que el mejor envase para las galletas fueron las bolsas de polipropileno de la alta densidad.

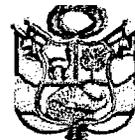
✓ Se determinó el tiempo de vida útil sensorial de la galleta usando métodos matemáticos representándose por una ecuación, la pendiente de la recta, el intercepto y los valores X y Y. resultando 36 días de vida útil.

- **Recomendaciones**

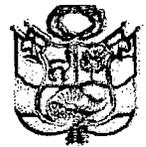
- ✓ Se recomienda investigar el uso de la harina de algarroba en otros tipos de productos de panificación por su alto contenido de fibra y azúcares naturales.
- ✓ Se recomienda fomentar estudios que enfoquen la sustitución de otros productos autóctonos de las regiones, y que posibiliten el incremento del valor de las galletas.
- ✓ Complementar el estudio, realizando un estudio de aminoácidos mediante un aminograma.
- ✓ Realizar más investigaciones sobre harinas sucedáneas, que logre sustituir la harina de trigo, y así poder obtener un producto con alto contenido nutricional
- ✓ Se recomienda realizar pruebas biológicas y nutricionales de la galleta con mejor formulación, como digestibilidad in vivo (DA), relación de eficiencia proteica (PER) y utilización neta proteica (NPU)
- ✓ Desde el punto de vista de la estabilidad de las galletas se recomienda que al momento del empaqueo, el sellado de los mismos sea al vacío, para evitar problemas de contaminación por efecto de la humedad.

- **Bibliografía**

- ✓ Alvarez s., Berra N., Enriquez C., y Parra J. "Monografía de la harina de trigo". México. 2004.
- ✓ Boletín Oficial. 2002. Boletín Oficial de la República Argentina. N° 29.968, Ley 25.630 (Establecerse normas para la prevención de las anemias y las malformaciones del tubo neural. Organismo de control). 23 Agosto. Suipacha, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Dirección Nacional del Registro Oficial - Secretaría Legal y Técnica - Presidencia de la Nación.
- ✓ Chim-Rodríguez, Alma; López-Luna, Jesús y Betancur-Ancona, David. 2003. Incorporación de fracciones de almidón primario y secundario de *Canavalia ensiformis* L. y *Phaseolus lunatus* L. en galletas. Acta Científica Venezolana. 54(2):138-147.
- ✓ Cori de Mendoza, Marta E.; Pacheco-Delahaye, Emperatriz y Sindoni, Eliana. 2004. Efecto de la suplementación de galletas dulces tipo oblea con harina desgrasada de girasol sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales. Revista de la Facultad de Agronomía (UCV). 30(2):109-122.
- ✓ Cruz, G., Grados, N., y Ruiz, W. (1998). Aprovechamiento integral de la algarroba (*Prosopis* sp.) como medio para impulsar y promover el desarrollo sostenible de los bosques secos de la Región Grau. Congreso Internacional Bosques Secos y Desertificación. Piura
- ✓ Davidsson, Lena.1994. Minerals and trace elements in infant nutrition. Acta Pædiatrica. 83(s395):38-42.
- ✓ Fairweather-Tait, Susan J. 1992. Bioavailability of trace elements. Food Chemistry. 43(3):213-217.
- ✓ FAO. Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo. Colección FAO: Alimentación y Nutrición. N° 29 ONU. Roma. 2 000.



- ✓ FAO/WHO. 1973. Energy and protein requirements. Ad Hoc Committee, World Health Organization Technical, Reports Serie N° 522, Roma.
- ✓ Gómez, M.H. 1985. Development of a food of intermediate moistness from extracts of corn and soybean. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 35(2):306-314.
- ✓ González-Galán, Abel; Duarte-Corrêa, Angelita; Patto de Abreu, Celeste Maria y Piccolo-Barcelos, Maria de Fatima. 2008. Caracterización química de la harina del fruto de Prosopis spp. procedente de Bolivia y Brasil. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 58(3):309-315.
- ✓ Herrera, N. y A. Faching.. Contenido de ácidos grasos en alimentos de mayor consumo en el Perú. Anexo 2. En: Composición de Alimentos de mayor consumo en el Perú. MSP. Instituto Nacional de Nutrición. Lima. Perú. 1989
- ✓ Jacobs DR, Marquart L, Slavin J, Kushi LH. Whole grain intake may reduce the risk of ischemic heart disease death in postmenopausal women: The Iowa Women's Health Study. Am J Clin Nutr 1998; 68:248-257.
- ✓ Khan, Akmal M. 1981. Nutritional value of cereal in relation to human need. Pakistan Journal of Agricultural Research. 2(3):141-146.
- ✓ Kirk RS, Sawyer R Pearson's composition and analysis of foods, 9th edn. Addison-Wesley Longman Inc., Harlow, England, 1999, p 285.
- ✓ Lee, S. 1979. Caramel considered being a key component of coffee. Tea and Trade Journal, 151(9): 6-10.
- ✓ N. W. Desrosier. Elementos de Tecnología de alimentos. Editorial Continental S. A. DE C. V. Primera edición. Décima reimpresión. México. 1994.
- ✓ Prokopiuk, D.; Cruz, G.; Grados, N.; Garro, O; Chiralt, A. 2001. Estudio Comparativo entre Algarroba Argentina (Prosopis alba) y Algarroba Peruana (Prosopis pallida). En:



Fito, P., Chiralt, A., Andrés, A., Martínez, N. (eds). Series de Ciencia e Ingeniería de Alimentos, Investigación del Postgrado del Instituto de Alimentos para el Desarrollo, Departamento de Tecnología de Alimentos. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, II: 545-554.

✓ Prokopiuk, Dante; Cruz, G.; Grados, N.; Garro, O. y Chiralt, A. 2000. Estudio comparativo entre frutos de *Prosopis alba* y *Prosopis pallida*. *Multequina*. 9(1):35-45.

✓ Sánchez, Hugo Diego; Osella, Carlos Alberto; G. De La Torre, María Adela; Gonzales, Ronaldo José y Sbodio, Oscar A. 1999. Estudio nutricional relativo a proteínas, energía y calcio en niños que concurren a comedor escolar. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 49 (3): 218 – 222.

✓ Scade J., García j. CEREALES. Editorial ACRIBIA. España.1981

✓ Traskauskas C., Glibota G., Camprubi G. (2001). El desarrollo de nuevos productos alimenticios en la economía regional Chaqueña. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas* 2001. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina.

✓ Young, V.R. 1991. Soy protein in relation to human protein and amino acid nutrition. *Journal of the American Dietetic Association*. 91(7):828- 835.

✓ Zuleta, Ángela; Binaghi, María Julieta; Greco, Carola Beatriz; Aguirre, Cristina; De La Casa, Laura; Tadini, Carmen y Ronayne de Ferrer, Patricia Ana. 2012. Diseño de panes funcionales a base de harinas no tradicionales. *Revista Chilena de Nutrición*. 39(3):58-64.