



*Universidad Nacional*  
*"Pedro Ruiz Gallo"*



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.**

**ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO EXTRUIDO  
EN BASE A HARINAS DE ALGARROBA  
(*Prosopis pallida*), arroz (*Oriza sativa*) y Maíz  
amarillo duro (*Zea mays L.*)**

## **TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. FERNÁNDEZ BELLODAS ZAIDA DORELLY.**

**Bach. VERA QUIROZ GABRIEL.**

**LAMBAYEQUE - PERÚ**

**2014**



**"UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO"**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS**

**ALIMENTARIAS**

Elaboración de un producto extruido en base a harinas de  
Algarroba (*Prosopis pallida*), arroz (*Oriza sativa*) y Maíz  
amarillo duro (*Zea mays L.*)

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

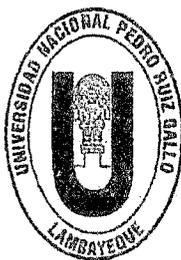
**PRESENTADO POR:**

**Bach.: Fernández Bellodas Zaida Dorelly**

**Bach.: Vera Quiroz Gabriel**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**2014**



**“UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS**

**ALIMENTARIAS**

Elaboración de un producto extruido en base a harinas de  
Algarroba (*Prosopis pallida*), arroz (*Oriza sativa*) y Maíz  
amarillo duro (*Zea mays L*).

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach.: Fernández Bellodas Zaida Dorelly**

**Bach.: Vera Quiroz Gabriel**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**2014**

Elaboración de un producto extruido en base a harinas de algarroba (*Prosopis pallida*), arroz (*Oriza sativa*) y maíz amarillo duro (*Zea mays L*).

**ELABORADO POR:**

**Bach.: Fernández Bellodas Zaida Dorelly**

**Bach.: Vera Quiroz Gabriel**

**JURADO:**



**PRESIDENTE**

**Ing. Carmen Annabella Campos Salazar**



**SECRETARIO**

**Ing. Luis Antonio Pozo Suclupe**



**VOCAL**

**Ing. Héctor Lorenzo Villa Cajavilca**

**ASESORADO POR:**

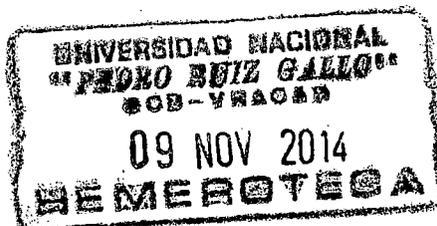


**Ing. M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz**

## ***Agradecimiento***

Deseamos agradecer a todas aquellas personas que hicieron posible este estudio principalmente a nuestros Padres y hermanos por su apoyo incondicional y su esfuerzo para darnos día a día lo mejor y hacer de nosotros profesionales, así como también a las que brindaron, cada una a su modo, su apoyo y su ayuda a lo largo de este trabajo.

**LOS AUTORES**



## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>I.MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
1.1. MATERIAS PRIMAS.....	14
1.1.1 HARINA DE ALGARROBA .....	14
a. Definición.....	14
b. Valor nutritivo y beneficio.....	14
1.1.2 HARINA DE MAÍZ AMARILLO: .....	16
a. Definición.....	16
b. Valor nutritivo y beneficio.....	16
1.1.3 HARINA DE ARROZ.....	17
a. Definición.....	17
b. Valor Nutritivo y beneficios .....	17
1.2. SNACKS.....	18
1.2.1 DEFINICIÓN .....	18
1.2.2 PROCESO DE OBTENCIÓN DE "SNACKS" .....	19
a. Expansión por Fritura .....	20
b. Expansión por Extrusión.....	20
1.3 EXTRUSIÓN .....	20
1.3.1. ANTECEDENTE .....	20
1.3.2. DEFINICIÓN .....	22
1.3.3. CLASES DE EXTRUSIÓN.....	24
1.3.4 TIPO DE EXTRUSORES .....	26
A. EXTRUSORES MONOTORNILLO.....	26
a.1 Sección de alimentación (feedzone).....	27
a.2 Sección de compresión (kneadingzone).....	27
a.3 Sección de bombeo o "metering".....	28
B. EXTRUSORES DOBLE TORNILLO:.....	31
1.3.5 PRINCIPALES VARIABLES EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN .....	31
1.3.6 EFECTO DE LA EXTRUSIÓN SOBRE LOS COMPONENTES Y CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LOS ALIMENTOS .....	33
a. Efecto sobre los almidones.....	34
b. Efecto sobre las proteínas.....	35
1.3.7 VENTAJAS DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN.....	39
1.3.8 EFECTOS DE LAS VARIABLES DE EXTRUSIÓN SOBRE LA EXPANSIÓN.....	40
1.4 FORMULACIÓN DE ALIMENTOS.....	43
1.4.1 EJEMPLOS DE PRODUCTOS.....	44
a. Snack.....	44
b. Sopas tipo cremas:.....	45
1.4.2 BIODISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES.....	45
<b>II.METODOLOGÍA.....</b>	<b>46</b>
2.1 ÁREA DE EJECUCIÓN.....	46
2.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	46
2.3 TIPO DE DISEÑO.....	46
2.4 UNIVERSO Y MUESTRA .....	46

2.4.1	UNIVERSO.....	46
2.4.2	MUESTRA.....	46
2.5	VARIABLE DE ESTUDIO.....	46
2.5.1	VARIABLE DEPENDIENTE.....	46
2.5.2	VARIABLES INDEPENDIENTES .....	47
2.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	47
2.6.1	EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO.....	47
2.6.2	REACTIVOS Y SOLUCIONES .....	49
2.6.3	MÉTODO DE ANÁLISIS.....	50
2.6.4	CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA .....	51
2.6.5	EVALUACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y OBTENCIÓN DEL PRODUCTO OBTENIDO A PARTIR DE LA MEZCLA DE HARINAS .....	52
2.6.6	CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO OBTENIDO.....	55
	a. Análisis microbiológico .....	55
	b. Evaluación Organoléptica.....	55
	c. Determinación del índice de expansión.....	55
2.6.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	56
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>58</b>
3.1	CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS.....	58
	3.1.1 Análisis físico químico .....	58
	3.1.2 Análisis microbiológico .....	59
3.2	EVALUACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y OBTENCIÓN DEL PRODUCTO OBTENIDO A PARTIR DE LA MEZCLA DE HARINAS .....	59
	3.2.1 Evaluación de los tratamientos.....	59
	3.2.2 Obtención del producto.....	70
	3.2.3 Caracterización del producto obtenido .....	72
<b>IV.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>78</b>
4.1	CONCLUSIONES .....	78
4.2	RECOMENDACIONES .....	79
<b>V.</b>	<b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>80</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>89</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1: Producto extruido a base de harinas de algarroba, arroz y maíz amarillo duro.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO 2: Pruebas de medición del grado de satisfacción.....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXO 3: Resultados de la evaluación sensorial.....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO 4: Ficha técnica.....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXO 5: Resolución.....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO6: Norma técnica de harinas sucedáneas procedentes de cereales.....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO 7: Norma técnica de harinas sucedáneas procedentes de leguminosas de granos alimenticios.....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXO 8: Norma técnica de bocaditos.....</b>	<b>129</b>

## INDICE DE CUADROS

	<b>Pag.</b>
<b>CUADRO 1:</b> Análisis proximal y porcentaje de gelatinificación.....	<b>9</b>
<b>CUADRO 2:</b> Minerales en la harina de algarrobo.....	<b>10</b>
<b>CUADRO 3:</b> Composición química del maíz.....	<b>11</b>
<b>CUADRO 4:</b> Análisis química proximal de harina de arroz.....	<b>12</b>
<b>CUADRO 5:</b> Aspectos a tener en cuenta en la formulación de los alimentos...	<b>19</b>
<b>CUADRO 6:</b> Variables más importantes que intervienen en el proceso de extrusión.....	<b>29</b>
<b>CUADRO 7:</b> Métodos de determinación físico químico.....	<b>47</b>
<b>CUADRO 8:</b> Métodos de análisis microbiológicos.....	<b>48</b>
<b>CUADRO 9:</b> Permeabilidad al vapor de agua de películas comestibles y poliméricas.....	<b>68</b>
<b>CUADRO 10:</b> Resultados para la evaluación sensorial de la apariencia general.....	<b>86</b>
<b>CUADRO 11:</b> Resultados para la evaluación sensorial de olor.....	<b>87</b>
<b>CUADRO 12:</b> Resultados para la evaluación sensorial de sabor.....	<b>88</b>
<b>CUADRO 13:</b> Resultados para la evaluación sensorial de textura.....	<b>89</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
<b>FIGURA 1:</b> Esquema que muestra las distintas zonas de un extrusor modelo.....	<b>25</b>
<b>FIGURA 2:</b> Organización del granulo de almidón a nivel supramolecular.....	<b>31</b>
<b>FIGURA 3:</b> Transformaciones sucesivas durante la extrusión.....	<b>34</b>
<b>FIGURA 4:</b> Diagrama de las formas físicas del almidón y los métodos de evaluación.....	<b>39</b>
<b>FIGURA 5:</b> Diagrama de bloques para la obtención de las formulaciones.....	<b>51</b>
<b>FIGURA 6:</b> Comparación de medias para apariencia.....	<b>59</b>
<b>FIGURA 7:</b> Comparación de medias para olor.....	<b>61</b>
<b>FIGURA 8:</b> Comparación de medias para sabor.....	<b>64</b>
<b>FIGURA 9:</b> Comparación de medias para textura.....	<b>66</b>
<b>FIGURA10:</b> Flujo de operaciones para la obtención de un extruido.....	<b>67</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
<b>TABLA 1:</b> Análisis de varianza para los tratamientos.....	<b>53</b>
<b>TABLA 2:</b> Resultado de análisis físico químico de la harina de arroz, maíz amarillo duro y algarroba.....	<b>54</b>
<b>TABLA 3:</b> Análisis microbiológicos de la materias primas.....	<b>55</b>
<b>TABLA 4:</b> Composición químico proximal de las formulaciones en base a 100 g.....	<b>56</b>
<b>TABLA 5:</b> Valor energético de las formulaciones en base a 100 g.....	<b>57</b>
<b>TABLA 6:</b> Análisis de varianza entre tratamientos para apariencia.....	<b>58</b>
<b>TABLA 7:</b> Prueba de comparación de medias.....	<b>58</b>
<b>TABLA 8:</b> Prueba de comparación de medias de Turkey.....	<b>59</b>
<b>TABLA 9:</b> Análisis de varianza entre tratamientos para el olor.....	<b>60</b>
<b>TABLA 10:</b> Prueba de comparación de medias.....	<b>60</b>
<b>TABLA 11:</b> Pruebas de comparación de medias Turkey.....	<b>61</b>
<b>TABLA 12:</b> Análisis de varianza entre tratamientos para el sabor.....	<b>62</b>
<b>TABLA 13:</b> Prueba de comparación de medias.....	<b>63</b>
<b>TABLA 14:</b> Pruebas de comparación de medias Turkey.....	<b>63</b>
<b>TABLA 15:</b> Análisis de varianza entre tratamientos para la textura.....	<b>64</b>
<b>TABLA 16:</b> Prueba de comparación de medias.....	<b>65</b>
<b>TABLA 17:</b> Pruebas de comparación de medias Turkey.....	<b>65</b>
<b>TABLA 18:</b> Resultados de análisis físico químico del producto extruido....	<b>69</b>
<b>TABLA 19:</b> Contenidos de aminoácidos esenciales en la mezcla A2B2C2 (mg. Aa/g. de proteína de la mezcla).....	<b>70</b>
<b>TABLA 20:</b> Composición aminoácido de una ración de snack en base a harinas de maíz amarillo duro, harina de arroz y harina de algarrobina.....	<b>71</b>
<b>TABLA 21:</b> Análisis microbiológicos del alimento extruido.....	<b>72</b>

## **ABSTRACT**

The present work, experience in the laboratory was carried out at the Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo and production experience in the grain Pilot Plant Universidad Nacional Agraria La Molina used as raw carob flour (*Prosopis pallida*), rice (*Oryza sativa*) and yellow corn (*Zea mays*) that were used to obtain an extruded product.

The work was initially to characterize the raw materials by physical, chemical and microbiological analysis. After three treatments were made the s those evaluated physicochemically for proteinaceous composition and contribution so with also was evaluated with Atwater factors of 4.9 and 4 kcal / g. corresponding protein, fat and carbohydrates respectively to find more energy input formulation. Finding that the formulation with 10% carob flour, 20% rice flour and 70% yellow corn is what gives 8.80% protein and 356.17 kcal in 100 g of ration and qualified through sensory attributes appearance, odor, flavor and texture as the best.

We conclude that kibble characterized physicochemically presented a protein content of 8.80%, 78.68% carbohydrate, 0.65% fat, 1.79% fiber, 1.18% ash, 0.18% calcium and 0.24% phosphorus. Also exposed during storage for 60 days the presence of microorganisms (numbering of total viable aerobic bacteria, <10 cfu / g. Numbering fungal <10 cfu / g., Absence determination ufc/25g coliform. And determination of *Salmonella* absence ufc/25g) within permissible limits under Technical Standard Sanitary 071 Ministry of Health and Department of Environmental Health.

## RESUMEN

El Presente trabajo, la experiencia a nivel de laboratorio fue realizada en la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo y la experiencia productiva en la Planta Piloto de cereales de la Universidad Nacional Agraria La Molina utilizando como materias primas harinas de algarroba (*Prosopis pallida*), arroz (*Oriza sativa*) y maíz amarillo duro (*Zea mays*) que se emplearon para obtener un producto extruido.

El trabajo consistió inicialmente en caracterizar las materias primas mediante análisis físico químicos y microbiológicos. Luego se formularon tres tratamientos, los mismos que fueron evaluados fisicoquímicamente para conocer su composición y aporte proteínico, así como también se evaluó con los factores de Atwater de 4,9 y 4 Kcal/g. correspondiente a proteína, grasa y carbohidratos respectivamente para encontrar la formulación con mayor aporte energético. Encontrándose que la formulación con 10% de harina de algarroba, 20% de harina de arroz y 70% de maíz amarillo duro es la que aporta 8.80% de proteína y 356.17 Kcal en 100 g de ración y calificada sensorialmente a través de los atributos de apariencia, olor, sabor y textura como la mejor.

Se concluye que el alimento extruido caracterizado fisicoquímicamente presentó un contenido de 8.80% proteína, 78.68% de carbohidratos, 0.65% de grasa, 1.79% de fibra, 1.18% de ceniza, 0.18% de calcio y 0.24% de fósforo. Así mismo mostró durante el almacenamiento por 60 días presencia de microorganismos (numeración de bacterias aerobias viables totales, < 10 ufc/g., numeración de hongos <10 ufc/g., determinación de coliformes ausencia ufc/25g. y determinación de Salmonella ausencia ufc/25g) dentro de los límites permisibles según Norma Técnica Sanitaria 071 del Ministerio de Salud y Dirección General de Salud Ambiental.

## INTRODUCCIÓN

La alimentación constituye uno de los componentes esenciales del bienestar y valioso indicador de los niveles de vida de una comunidad, y representa, junto con otros indicadores, el grado de desarrollo de un país. Una de las formas de expresión del atraso y la pobreza de una colectividad está dada por el hambre y la desnutrición.

El Perú es uno de los países en vías de desarrollo donde los indicadores de desnutrición nos muestran una situación muy problemática, siendo la población escolar uno de los grupos más vulnerables, puesto que se trata de niños en crecimiento cuyos requerimientos energético proteicos y demás nutrientes son relativamente elevados en relación a otros grupos de edad.

Por ello con los estilos de vida modernos, así como la incipiente necesidad de comer alimentos sanos y saludables, obligan al desarrollo de nuevos productos y procesos de producción que cumplan estos requisitos.

La importancia de los cereales en la nutrición de millones de personas de todo el mundo es ampliamente reconocida debido a su ingesta relativamente elevada en países como el nuestro, no se les puede considerar solo una fuente de energía, sino que además suministran cantidades notables de proteínas (FAO, 2003).

En la última década notablemente la demanda de productos precocidos se ha incrementado, los cuales se consumen en forma de "snacks", cereales para el desayuno, bases para sopas cremas, papillas, etc., siendo el maíz el cereal más utilizado para este tipo de productos, sin embargo existe el

interés de incorporar otros cereales como el arroz y legumbres para mejorar las propiedades nutricionales (González, 2009;Harper, 1981).

Entre las razones que pueden mencionarse para explicar este aumento en el consumo se destacan la revalorización de los cereales como alimento y los cambios en el comportamiento del consumidor que lo induce a adquirir alimentos con mayor valor agregado. La comodidad de los productos preelaborados y el ahorro de tiempo conjuntamente con la novedad y la variedad en texturas, sabores, características nutricionales, tamaño y tipo de envase, etc., son utilidades que el consumidor moderno reconoce como necesarias y está dispuesto a pagar el mayor valor que estos productos tienen respecto a los alimentos tradicionales a base de cereales (González, 2002).

Los procesos más utilizados para desarrollar la mayoría de estos productos son nuevas técnicas de cocción para reemplazar o modificar la tradicional cocción hidrotérmica, entre estos podemos mencionar: laminación (flakes); explosión (puffing), en ésta se utilizan granos enteros a los cuales se le reduce su densidad alrededor de diez veces y la cocción por extrusión, donde se utilizan especialmente harinas, sémolas y almidones (Harper, 1981, Riaz, 2004).

La tecnología de la extrusión se destaca en la industria de alimentos como un proceso eficiente, utilizándose en el procesamiento de cereales y proteínas, para alimentación humana y animal. Inicialmente esta tecnología se desarrolló para el transporte y formado de materiales, tales como masas y

pastas. Actualmente se dispone de diseños muy sofisticados desarrollados en las últimas décadas. Una característica importante del proceso de extrusión es que es continuo, y que opera en un estado de equilibrio dinámico estacionario, donde las variables de entrada están equilibradas con las de salidas (Kokini, Ho y Karwe.1992).

En Lambayeque existen cultivos cuyo potencial nutritivo es importante y de consumo directo, los que son utilizados en la alimentación diaria como lo son el arroz y el maíz. Adicionalmente la algarroba es una materia prima cuya industrialización no es estandarizada ni diversificada, teniendo sólo procesos de transformación artesanales y semi-industriales.

Por ello se consideró realizar el presente trabajo de investigación, planteándonos los siguientes objetivos:

**Objetivo General:**

Elaborar un producto extruido a partir de harinas de algarrobo (*Prosopis pallida*), arroz (*Oriza sativa*) y maíz amarillo duro (*Zea mays L.*)

**Objetivos Específicos:**

- Determinar las concentraciones de harinas de algarrobo (*Prosopis pallida*), arroz (*Oriza sativa*) y maíz amarillo duro (*Zea mays L.*), más adecuadas para la elaboración de producto extruido.
- Evaluar la calidad nutricional del producto obtenido, utilizando una mezcla de cereales-leguminosa.
- Determinar las características fisicoquímicas y sensoriales del producto expandido.

## **I. MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Materias Primas**

#### **1.1.1 Harina de Algarroba**

##### **a. Definición**

Según la Norma Técnica Peruana - NTP 209.602:2007 la harina de algarroba se define como el producto obtenido por molienda de vainas de algarroba (*Prosopis pallida*), sanas, previamente lavadas, de las que se han eliminado el carozo y gran parte de las semillas, y secadas hasta una humedad apropiada que permita la molienda fina, hasta obtener una harina de granulometría establecida.

##### **b. Valor nutritivo y beneficio**

Por la alta presencia de azúcares estas harinas son altamente energéticas; se destaca la presencia de fructosa, glucosa y sacarosa; esto hace que sea un alimento energético por excelencia 313 kcal cada 100 gr.

En harina su aporte de proteína es significativo sobre todo al mezclarse con harinas, como el maíz u otros cereales.

Las fibras, son abundantes en las harinas de algarrobo, sobre todo en los cernidos gruesos.

Las grasas, si bien aparecen en pequeñas cantidades, son de excelente calidad.

**Cuadro 1 Análisis Proximal de Harina de Algarroba en base  
a 100g**

<b>Análisis Proximal (%)</b>	<b>Harina de Algarrobo</b>
Energía Kcal	313
Agua	5.60
Proteínas	11
Grasa	3
Fibra cruda	12.5
Cenizas	2.98
Carbohidratos	65
Totales	100.00

Fuente: Prama (2006)

Las grandes cantidades de sales minerales son un aporte valioso a las necesidades de regulación de nuestro organismo sobre todo si se toma la precaución de completar su consumo con algunas frutas o verduras frescas para el aporte de vitamina A y C. Con estas precauciones podemos considerar las harinas de estas leguminosas como alimentos casi completos (Estévez, 2004).

No posee gluten por lo cual es apto para celíacos.

**Cuadro 2 Minerales en la Harina de Algarrobo**

<b>CONTENIDO DE MINERALES EN LA HARINA DE ALGARROBA</b>	
<b>Calcio</b>	1,4 mg/g.
<b>Hierro</b>	0,07 mg/g
<b>Potasio</b>	0,9 mg/g
<b>Sodio</b>	0,13 mg/g
<b>Zinc</b>	0,015 mg/g

Fuente: Prama (2006)

### 1.1.2 Harina de Maíz Amarillo:

#### a. Definición

La harina de maíz es producto, más o menos fino, que se obtiene de la molienda del grano seco del maíz. Está formada fundamentalmente por almidón y de zeína (tipo de proteína).

#### b. Valor nutritivo y beneficio.

La harina de maíz presenta, al igual que el grano de esta planta, deficiencias en aminoácidos, por eso muchas veces se le añaden suplementos de los mismos para aumentar sus propiedades alimentarias, principalmente triptófano. Por otra parte este tipo de harina presenta que es una buena fuente de hidratos de carbono, minerales (magnesio, fosforo, hierro, selenio y cinc), de vitamina B, especialmente tiamina vitamina E y vitamina A (Kent, 2001), en los niveles que se muestra en el cuadro 3.

**Cuadro 3 Composición química de la harina de maíz en base a 100g.**

<b>Análisis Proximal (%)</b>	<b>Harina de maíz</b>
Energía Kcal	381
Agua g.	11.9
Proteínas g.	8.7
Grasa g.	6.5
Fibra cruda g.	3.9
Cenizas g.	1.7
Carbohidratos g.	71.2
Calcio mg.	64

Fósforo mg.	454
Hierro mg.	2.0
Tiamina mg.	0.45
Riboflavina mg.	0.13
Niacina mg.	2.25
Ácido ascórbico reducido mg.	1.2

Fuente: FAO (2010)

Una de las principales ventajas con respecto a otras harinas como las de trigo, cebada, centeno o avena; es el hecho de carecer de gluten por lo que resulta adecuado para las personas con enfermedad celiaca o intolerancia al gluten.

### **1.1.3 Harina de Arroz**

#### **a. Definición**

La Harina de Arroz, es un producto natural que mantiene todo el valor nutritivo del arroz, se obtiene de la molienda de granos de arroz de alta calidad y pureza, procesado con condiciones higiénicas y parámetros estrictamente controlados (Chandler, 1984).

#### **b. Valor Nutritivo y beneficios**

La harina de arroz puede usarse como sustituto parcial de la harina de trigo para hacer pan, aunque debido a su bajo contenido de gluten no puede constituir más del 30% de la mezcla de harina. La harina de arroz también se usa en productos amasados que se destinan a personas

alérgicas a la harina de trigo y a otros cereales. No obstante, la cantidad de harina de arroz que se produce es poca (Ciampitti y García, 2007).

La Harina de Arroz tiene propiedades únicas que resisten la absorción de aceite. Los alimentos elaborados en base a arroz, absorben alrededor de un 25% a un 50% menos de aceite al cocinarlos, (Castillo, 2000).

**Cuadro 4 Análisis químico proximal de harina de arroz**

<b>Componentes</b>	<b>Harina de arroz (%)</b>
Humedad	13.06
Proteína total (N * 6.25)	9.03
Extracto etéreo	1.14
Fibra cruda	0.28
Cenizas	0.64
Extracto libre de nitrógeno	75.85
Calorías	350

Fuente: Castillo (2000)

## **1.2. Snacks**

### **1.2.1 Definición**

Los “snacks”, son productos expandidos o inflados que se obtienen como resultado de la gelatinización del almidón de harinas de cereales o raíces utilizando como tecnología de procesamiento la cocción en aceite y la extrusión (Guy, 2001).

Estos productos son ricos en carbohidratos, pero con mínimo aporte energético proveniente de proteínas, que podrían ser obtenidas de los granos nativos existentes en nuestra zona. Con ello se reduciría la

dependencia de cereales importados y se desarrollaría una tecnología nacional con insumos propios.

Los snacks o productos extruidos constituyen una alternativa a la solución alimentaria, porque permiten utilizar diversas materias primas, de manera individual o como mezcla, buscando la combinación que permita una rápida adaptación a las condiciones de aplicación tecnológica (procesamiento) (Cáceres, 2005).

En nuestro país, este tipo de alimento tiene una importante cobertura del mercado de alimentos procesados. Existen empresas que vienen operando por más de 30 años. Sin embargo, en los últimos años, al introducirse mejoras tecnológicas en la extrusión, se aprecia un incremento en las empresas que incluyen a los "snacks" entre su oferta de productos.

Según Riaz (2004), actualmente, se dispone de diseños muy sofisticados desarrollados en las últimas décadas. Una característica importante del proceso de extrusión es ser continuo, y que opera en un estado de equilibrio dinámico estacionario, donde las variables de entrada están equilibradas con las de salidas.

### **1.2.2 Proceso de Obtención de "Snacks"**

Los bocaditos extruidos son aquellos que se obtienen de una mezcla de materias primas previamente tratadas que son sometidos a un proceso de extrusión (Cisneros, 2000); y que pueden prepararse comercialmente por dos métodos:

- Expansión por fritura ("snacks" fritos)
- Expansión por extrusión ("snacks" extruidos)

#### **a. Expansión por Fritura**

El proceso se inicia con el material compuesto básicamente de almidón gelatinizado que se conforma sin expansión significativa y se mantiene a niveles de humedad del orden del 12%. Posteriormente es expandido por fritura, considerando también en algunos casos el horneado u otra aplicación de alta temperatura. Algunos "snacks" de expansión directa también son cocidos en grasa caliente para obtener el típico sabor a fritura aunque no se pretenda obtener mayor expansión (Cisneros, 2000).

#### **b. Expansión por Extrusión**

Los bocaditos extruidos son aquellos que se obtienen de una mezcla de materias primas previamente tratadas que se someten a un proceso de extrusión.

### **1.3 Extrusión**

#### **1.3.1 Antecedente**

Sandoval (1993) en su trabajo de investigación titulado "Elaboración de un producto tipo snack (Bocaditos) a partir de una mezcla de harinas de maíz, (*Zea mays*) y Pituca (*Colocasia esculenta*)", tuvo como objeto determinar la formulación y parámetros óptimos en la elaboración de un

producto tipo "snack" (Bocaditos) por extrusión utilizando básicamente harina de pituca proveniente de dos variedades una blanca y otra morena, las harinas fueron procesadas obteniéndose harinas con un tamaño de partícula entre 0.80 a 1.6mm de diámetro, siendo su rendimiento harinero de 24%. Así mismo se utilizó harina de maíz amarillo desgerminado. Para la obtención del producto tipo snack se utilizó un extrusor de alta presión, secador rotatorio y mezclador planetario de la fabrica Chipy S.A.

A continuación se procedió a preparar una mezcla denominada A (P50:M50) y otra mezcla B (PM50:M50) cada una de las mezclas fueron acondicionadas a humedades de 10, 15, 20 y 25% obteniéndose ocho tratamientos los mismos que fueron sometidos a temperatura de extrusión de 155 y 160°C.

Los extrusados obtenidos fueron sometidos a determinaciones de humedad y mediciones de su diámetro de expansión seleccionándose aquellos que contenían humedades de 15 y 20%, siendo la temperatura de extrusión de 160°C como la temperatura más adecuada para la muestra (PB50:M50) acondicionada a 20% de humedad y 155°C para la muestra (PM50:M50) acondicionada a 15%. Obteniéndose extrusados con 8% de humedad y diámetro de expansión de 1.2cm.

Del estudio de secado a temperatura de 250, 260 y 270 °C durante 2, 3 y 4 min., se seleccionó la temperatura de 250°C durante 3 minutos, consiguiéndose collarines con humedades del 2%.

Los collarines luego fueron empacados en bolsas de polipropileno seguidamente caracterizados a través de análisis físico-químico y microbiológicos y almacenados por 90 días para determinar el tiempo de conservación.

Se obtuvo como conclusión del análisis sensorial, en cuanto a sabor, textura y apariencia general es bastante similar a los existentes en el mercado (chizitos), y aptos para el consumo humano.

### **1.3.2 Definición**

La extrusión puede definirse como un proceso que involucra el transporte de un material, bajo ciertas condiciones controladas, forzándolo a pasar por una boquilla de una dada geometría y con un caudal masivo pre-establecido, durante este transporte se produce la cocción parcial o total de los componentes de la mezcla (González *et. al.*, 2002).

La cocción por extrusión es una forma especializada, y única en el procesado de materiales amiláceos debido a que se trata de una cocción a relativamente bajos niveles de humedad, comparado con el horneado convencional o la cocción de masas y pastas.

Los niveles normales de humedad utilizados están en el intervalo de 10-40% y a pesar de estos bajos valores de humedad el material se transforma en un fluido dentro del extrusor. Bajo estas condiciones las características físicas de las materias primas, tales como el tamaño de partícula, la dureza y el

grado de plastificación alcanzado durante el proceso de extrusión llegan a ser determinantes para la transformación final del material.

Otra característica de la cocción por extrusión, es que resulta ser un proceso HTST (High temperature short time) pero que además, debido a los esfuerzos de corte que se desarrollan durante el transporte del material en el extrusor, la temperatura se eleva rápidamente (conversión de energía mecánica en calor por flujo viscoso) y así la estructura del material sufre transformaciones profundas en pocos segundos.

La masa de partículas (harina de cereales y/o legumbres) más o menos hidratada, es convertida en un fluido de muy alta viscosidad. A medida que ese fluido es transportado, los elevados esfuerzos de corte en combinación con la alta temperatura, transforman a los elementos estructurales del material, es decir a los gránulos de almidón y a las estructuras proteicas.

En la elaboración de productos expandidos tipo "snack" por ejemplo el almidón no solo pierde la estructura cristalina sino también la mayor parte de la estructura granular desaparece y los componentes del gránulo (moléculas de amilosa y amilopectina), son dispersados en la matriz; en la elaboración de proteína vegetal texturizada (PVT) las partículas proteicas (o cuerpos proteínicos) son dispersadas y las reacciones proteicas desnaturalizadas, alineándose en las corrientes de flujo, de esta manera se facilita la formación de nuevos enlaces entre cadenas ("cross links"), los cuales otorgan al producto la resistencia a la disgregación por hidratación durante la preparación del alimento del que forma parte la (PVT).

En la cocción por extrusión de materiales amiláceos, el término "grado de cocción" (GC) implica, no solo la pérdida de la estructura cristalina (mayor digestibilidad) sino también el grado de destrucción de la estructura granular del almidón. (Harper, 1981).

### **1.3.3 Clases de Extrusión**

Se mencionan dos clases extrusión:

#### **a. Extrusión a Baja Presión**

En este proceso, los ingredientes secos se mezclan con agua y se alimentan al extrusor - cocinador. Un fluido a alta temperatura circula a través de la chaqueta y en algunos diseños a través del tomillo, mientras se genera calor adicional por el trabajo desarrollado por la masa. Se controlan la temperatura y tiempo para conseguir el grado de gelatinización del almidón en el producto.

La masa se enfría, generalmente mediante un molde refrigerado, antes de que se extruya en la atmósfera de modo que el agua contenida no se transforme rápidamente en vapor. Como resultado, la masa extraída se comprime y está generalmente libre de burbujas en vez de que se expanda como espuma. Como la extrusión ocurre a baja presión entonces la temperatura es también baja, esto da como resultado bocaditos de poca expansión, paredes burdas y textura dura (Cisneros, 2000).

## **b. Extrusión a Alta Presión**

Este procedimiento requiere elevar la temperatura de la masa sobre los 100°C. La energía es proporcionada a través de la chaqueta y por fricción interna en el extrusor. La comprensión de la masa plástica dentro de la cámara mediante la reducción gradual del tornillo previene la vaporización del contenido de agua. Conforme se aumenta la cantidad de orificios la presión decae. El incremento de la velocidad de giro del extrusor aumentará la presión. La masa se mantiene en el extrusor por un tiempo prolongado de modo que es absorbida más energía mecánica y en consecuencia la temperatura se eleva. El incremento de la presión da lugar a que el producto sea llevado a altas temperaturas. Como resultado el material extraído tiene mayor expansión, poros más pequeños y textura blanda. (Cisneros, 2000)

Los bocaditos extruidos normalmente alcanzan un contenido de humedad del orden del 8%. Para obtener la crocantes requerida, es necesario secarlos hasta que la humedad llegue alrededor del 4% ya sea en un horno de aire caliente o de algún otro tipo equivalente. El nivel exacto al cual el producto debe ser secado depende de su composición y de su área superficial. Para la mayoría de "snacks" compuestos principalmente de almidón, un 4% de humedad es un valor razonable. En algunos casos, menores contenidos de humedad implican un deterioro en la textura del alimento que se vuelve extremadamente frágil (Cisneros, 2000).

#### **1.3.4 Tipo de Extrusores**

Históricamente se registran los primeros extrusores para alimentos alrededor de 1870 (extrusor a pistón para salchichas y carnes procesadas), pero los extrusores a tornillos comienzan a ser utilizados por la industria alimentaria para elaborar fideos y dar formas a masas de cereales precocidas, entre 1935-1940 (extrusores formadores), luego los extrusores-cocedores aparecen entre 1940-1950 para elaborar "snaks" y harinas precocidas. (González *et. al.*, 2002).

Existe una amplia variedad de extrusores los cuales se caracterizan no sólo por la complejidad de los diseños, sino también por el grado de sofisticación en los sistemas de control de la operación. Como extremos pueden destacarse, por un lado, los de doble tornillo y por otro los monotornillos particularmente llamados de bajo costo tal como el diseño "Brady" (Harper, 1981).

##### **a. Extrusores Monotornillo**

Estos funcionan como una "bomba de fricción", es decir el material es transportado por el efecto de "arrastre". El material "alojado" dentro del canal del tornillo es "empujado" hacia la salida por el frente de los filetes. Ese transporte se produce solamente si la fricción del material / harina o sémola sobre la superficie interna del cañón o cilindro, es suficientemente mayor que la fricción del material sobre la superficie del tornillo; es decir que el material debe "agarrarse" a la superficie del cilindro para que la superficie del tornillo

“resbale” sobre el material y así producir el transporte. Si por alguna razón el material se adhiere a la superficie del tornillo lo suficiente como para hacer “resbalar” el material sobre la superficie del cilindro el transporte se detiene y el material alojado en el canal del tornillo gira solidariamente con él.

Para asegurar que este mecanismo se verifique la superficie del cilindro de los extrusores cocedores llevan estrías (longitudinales o también helicoidales), mientras que la superficie del tornillo esta pulida. Los extrusores monotornillo ofrecen ventajas tales como menores costos operativos, de inversión y de mantenimiento.

Se pueden encontrar tres secciones: alimentación, compresión y sección de bombeo o “metering”. (Gonzales *et. al.*, 1998).

#### **a.1 Sección de alimentación (feedzone)**

Esta caracterizado por álabes hondos, los cuales fácilmente aceptan los ingredientes crudos y los transportan hacia adelante. Durante el transporte, los materiales son transformados en una masa continua, el aire es expelido y los espacios vacíos son eliminados, haciendo que los álabes se llenen completamente.

#### **a.2 Sección de compresión (kneadingzone)**

En la cual los ingredientes húmedos son convertidos en una masa termoplástica por la gelatinización del almidón y la hidratación de la proteína .La zona de compresión es usualmente caracterizada por una disminución

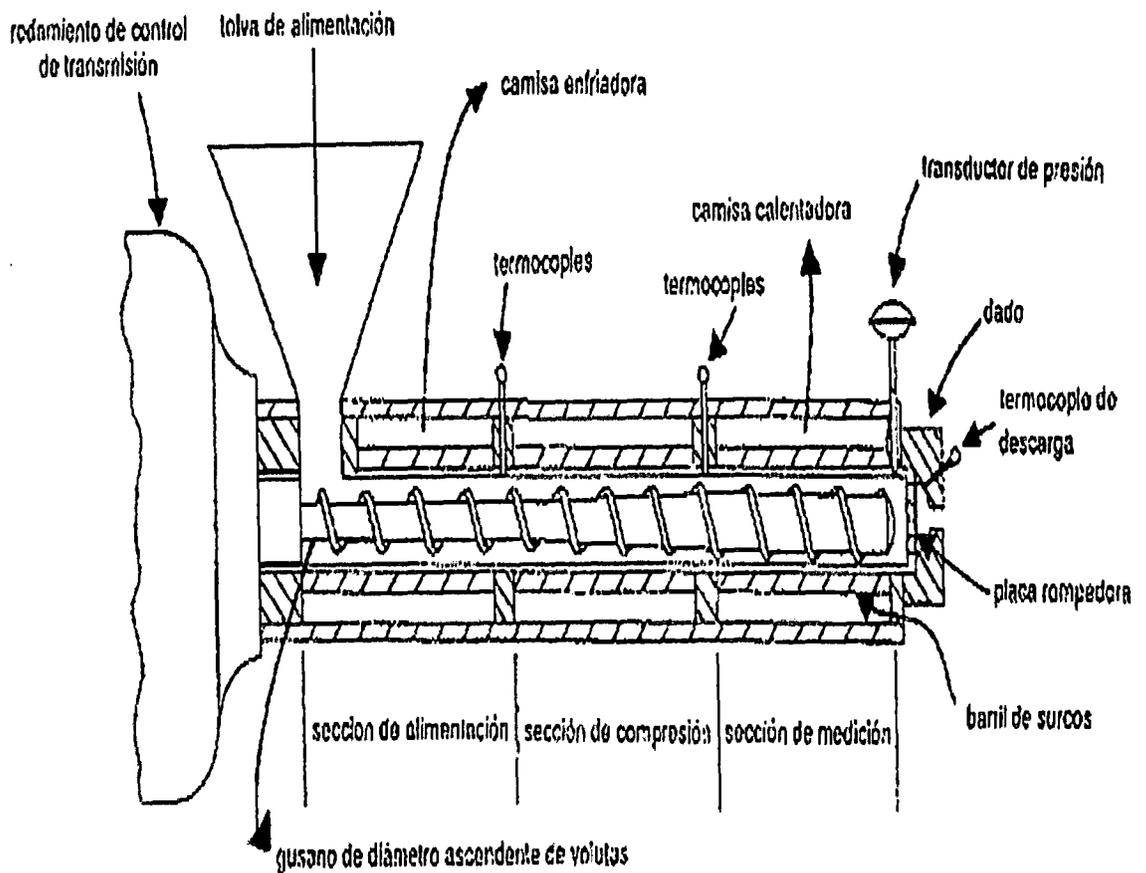
en la altura de los álabes. Esto incrementa la relación de esfuerzo cortante y la energía cortante suministrada al alimento, lo cual resulta en un aumento en la temperatura.

### **a.3 Sección de bombeo o “metering”**

Sección donde el flujo, la presión, compresión y velocidad de corte son altos. Esta zona se caracteriza por tener una altura menor de los álabes que en la zona de compresión. La masa termoplástica se transforma en una masa plástica. Como resultado de la conversión de la energía mecánica en energía térmica, la acción del corte en esta zona homogeniza y adiciona más calor a la mezcla. Esta zona es la más importante del extrusor. Su función es recibir el material, comprimirlo, homogeneizarlo y hacerlo pasar a través del dado o boquilla a presión constante. Al final se encuentra la boquilla o dado que tiene como función principal dar la forma y el tamaño deseados al producto extruido.

**Figura 1 Esquema que muestra las distintas zonas de un extrusor modelo.**

Fuente:(González *et. al.*, 1998)



En caso de desear más expansión (con similar grado de cocción o de transformación) la zona de la boquilla debe ser refrigerada para reducir la temperatura y consecuentemente el "flashing".

El material que es transportado dentro del extrusor puede recibir energía térmica por medio de 3 mecanismos (González *et. al.*, 1998):

1. Transferencia de calor a través de las paredes del cilindro con un fluido calefactor.
2. Aplicación de vapor directamente al interior del cilindro.
3. Disipación de energía mecánica por fricción interna del material.

Los cambios más importantes que ocurren dentro de extrusor, se producen a través del mecanismo de flujo viscoso, que es desarrollado en los tramos finales del tornillo y que permite la suficiente destrucción de la estructura granular del almidón aumentando la solubilidad en agua de la fracción amilácea y provocando cambios en las propiedades reológicas que aseguran la expansión a la salida.

En algunos diseños los tres mecanismos pueden operar simultáneamente, cuando no se desean transformaciones profundas, es decir grados de cocción moderados, (moderada destrucción de la estructura granular) el tercer mecanismo debe mantenerse en bajos niveles (lowshearcooking) mientras que cuando se desean transformaciones profundas, es decir, altos grados de cocción, el tercer mecanismo es el que controla el proceso (highshearcooking). (González *et. al.*, 1998).

El control del proceso es complicado debido a la compleja relación entre la transferencia de energía térmica y la cantidad de movimiento, acopladas con las complejas transformaciones físico-químicas que gobiernan las propiedades del producto.

Para el caso de extrusores monotornillo, las variables más importantes para determinar el grado de cocción del material son:

- Humedad del alimento
- Temperatura del cañón
- El diámetro de la boquilla
- La relación de compresión del tornillo

**b. Extrusores doble tornillo:**

El mecanismo de transporte de estos extrusores es muy diferente. Estos son verdaderas “bombas positivas”. Los filetes de ambos tornillos “solapan” o penetran cada uno dentro del canal del otro. De esta manera el “paso” de cada tornillo es interrumpido por el filete del otro formándose en cada tornillo una sucesión de “cámaras” con forma de “C” con los extremos desplazados, el caudal resultante es el producto del volumen total de cámaras “C” por la velocidad de rotación. Los extrusores de doble tornillo ofrecen ventajas, tales como un mejor control de la operación y una mayor diversidad de productos (González *et. al.*, 2002).

**1.3.5 Principales variables en el proceso de extrusión**

El grado de cocción (GC) se incrementa al aumentar la temperatura y la relación de compresión del tornillo y al disminuir la humedad y el diámetro de la boquilla. Una mayor velocidad de rotación se traduce en un menor tiempo de residencia y por lo tanto un menor grado de cocción pero simultáneamente es mayor el gradiente de velocidad y por lo tanto es mayor

la intensidad de los esfuerzos de corte producidos. Dicha intensidad dependerá tanto de las características propias del material (dureza, forma, distribución de las partículas etc.) como del nivel de fricción alcanzado, que a su vez depende de la presión y de la humedad. Es importante destacar que las transformaciones se producen en tiempos cortos y menores al tiempo de residencia medio. Otro aspecto a destacar es que la temperatura es considerada una variable independiente solo en el caso de la extrusión con control de temperatura desde el exterior, para el caso de extrusores autógenos la misma debe considerarse una respuesta (González *et. al.*, 2002).

Las características de la masa que fluye dentro del extrusor y sus propiedades finales dependen de su composición: humedad, materia grasa, fibra, almidón, proteína, sales, emulsionantes y del diseño particular que provoca mayor o menor interacción partícula-partícula definidas las condiciones de extrusión (relación de compresión del tornillo, velocidad de rotación, diámetro de la boquilla, nivel de temperatura a controlar (tanto en la zona del cilindro como de la boquilla), material a extruir (tamaño de partículas, humedad, etc.), la operación es comenzada alimentando material con una humedad suficiente para evitar una excesiva presión inicial, luego se introduce el material en estudio manteniendo siempre llena a la zona de alimentación del tornillo. La toma de muestras se realiza una vez que se alcanza el estado estacionario, es decir cuando el caudal de salida ( $Q_s$ ), la presión y el torque (medido sobre el eje del motor), se mantienen

constantes. Este caudal de salida, se refiere a la humedad de alimentación (Qa), habiendo sido previamente determinado el caudal másico de sólido seco (Qss) (González *et. al.*, 2002).

**Cuadro 6 Variables más importantes que intervienen en el proceso de extrusión**

Variables independientes	Humedad
	Tipo y composición del material
	Intercambio de calor
	Temperatura
	Grado de alimentación
	Revoluciones por minuto
Variables independientes del Diseño	Geometría
	Cilindro
	Tornillo
	Boquilla
Respuestas	Presión
	Temperatura
	Caudal másico
	Energía mecánica
	Distribución de tiempo de residencia
	Propiedades del producto

Fuente: (González *et. al.*, 2002).

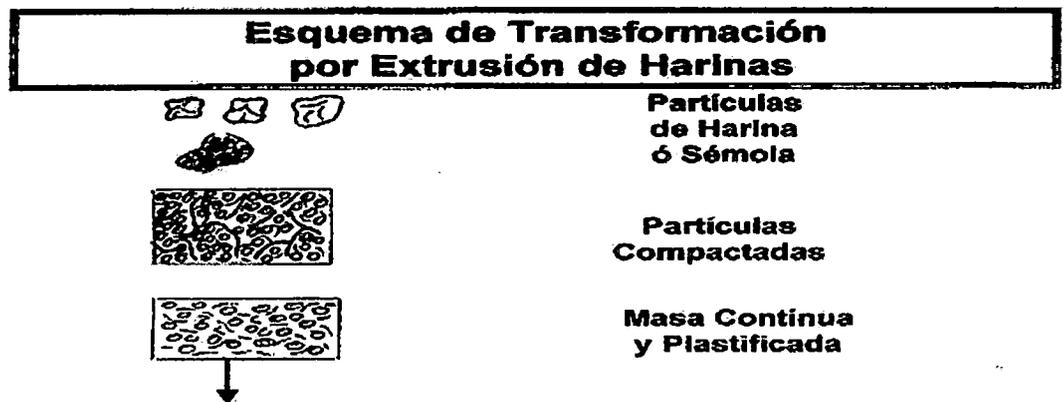
**1.3.6 Efecto de la extrusión sobre los componentes y características organolépticas de los alimentos**

Durante la extrusión, el material o ingredientes son introducidos al cilindro del extrusor, el cual se encuentra a la temperatura requerida para el proceso. La masa es transportada y comprimida por la rotación del tornillo, y bombeada a través de la boquilla a altas temperaturas y presiones. La combinación de esfuerzos de corte temperatura y presión provoca cambios

moleculares en carbohidratos, proteínas y lípidos (Wen *et. al.*, 1990; Chen *et. al.*, 1991; Unlu&Faller, 1998).

Los materiales que se someten al proceso de extrusión sufren transformaciones sucesivas durante el proceso (Figura 3). Es importante destacar que la transformación del flujo sólido en flujo viscoso es necesaria para que se produzcan los cambio estructurales y consecuentemente la cocción del almidón. De lo contrario la operación se reduce al transporte del material y al pasaje a través de la boquilla, es decir, el extrusor actúa como una pelleteadora a tornillo.

**Figura 3 Transformaciones sucesivas durante la extrusión**



**a. Efecto sobre Productos**

Los materiales ricos en almidón más usados para obtener productos extrudidos son el maíz, trigo, arroz, avena y papa. Bajo las condiciones de extrusión (altas temperaturas, presiones y fuerza de corte), los gránulos de almidón se rompen y funden a bajos contenidos de humedad. En ambos casos, la conversión del almidón lleva a la pérdida de la estructura cristalina, para formar una masa amorfa fluida. Esto ayuda a retener los gases

liberados durante el proceso de expansión en la matriz, permitiendo la formación de una estructura crujiente.

En este proceso, el almidón contribuye a la formación de gel y viscosidad en la cocción de la pasta, los humanos y otras especies monogástricas no pueden digerir fácilmente el almidón sin gelatinizar. La gelatinización puede llevarse a cabo en niveles de humedad de 12-22%, lo cual no puede lograrse con otros procesos empleados en la industria de los alimentos (Huber, 2001).

#### **b. Efecto sobre las proteínas**

La digestibilidad de las proteínas es mayor en los productos extrudidos comparados con los productos sin extrudir. Esto pudiera deberse a la desnaturalización de las proteínas y la inactivación de los factores antinutricionales que impiden su digestión. El valor nutricional de las proteínas vegetales se incrementa por condiciones de extrusión suaves, esto pudiera ser el resultado de la desnaturalización de las proteínas y la inactivación de los inhibidores de enzimas presentes en los alimentos vegetales crudos, los cuales pueden generar nuevos sitios para el ataque enzimático. En general, la cocción por extrusión es la destrucción de factores antinutricionales, especialmente inhibidores de tripsina, taninos y fitatos, los cuales pueden ser la causa de la inhibición de la digestibilidad de las proteínas. Las altas temperaturas de extrusión, tiempos de residencia cortos y una baja humedad son las variables claves para la destrucción de

inhibidores de tripsina. La extrusión ha demostrado ser muy efectiva en la reducción o eliminación de la actividad de la lecitina en harinas de leguminosas. La cocción por extrusión es más efectiva en la reducción o inactivación de la actividad de la lecitina comparado con otros tratamientos de calor - humedad (Huber, 2001; Chen *et. al.*, 1991).

De acuerdo con las condiciones de la extrusión, las pérdidas en lisina, cistina y metionina en los derivados del arroz, del 50 – 90% (Fellows, 1994).

### **c. Efecto sobre las grasa**

Cuando el material que se va a extruir tiene mayores niveles de grasa se puede decir generalmente que hay un incremento en el gasto de energía de cortado y se requieren mayores temperaturas para mantener la integridad del producto deseado.

Los aceites que contienen los cereales, así como los aceites de leguminosas, al ser el producto extrusionado sufren un proceso de emulsión debido a la fuerte presión a que son sometidas las finas gotas de grasa y son recubiertas por los almidones y proteínas, quedando encapsulada (Andersson *et. al.*, 1981).

La materia prima ha sido texturizada conteniendo un nivel de grasa del 0.5 ó 5%. Este rango tan alto de grasa (5.5%) permite la extracción mecánica de la pasta de soya para ser texturizada en extensores y análogos de carne.

La grasa al ser emulsionada es más atacable por los jugos digestivos, aumentando por tanto la energía del producto. Las lipasas y peroxidases

son inactivada durante el proceso de extrusión en condiciones normales, mejorando la estabilidad posterior del producto.

#### **d. Efecto sobre las vitaminas**

Las pérdidas vitamínicas de los alimentos extruidos dependen del tipo de alimento, de su contenido en agua y del tiempo y la temperatura de tratamiento. Sin embargo, por lo general, en la extrusión en frío las pérdidas son mínimas. Las condiciones de la extrusión en caliente y el enfriamiento rápido del producto a la salida de la boquilla, hacen que las pérdidas vitamínicas y en aminoácidos esenciales sean relativamente pequeñas. Así, por ejemplo, en un proceso de extrusión de cereales a 154 °C el 95% de la tiamina se retiene y únicamente se producen pérdidas de poca importancia en la riboflavina, piridoxina, niacina y ácido fólico. Dependiendo del tiempo al que el alimento se mantiene a una temperatura elevada, las pérdidas en ácido ascórbico y vitamina C pueden ser de hasta el 50%.

Cada vitamina tiene sus propias características de estabilidad durante los procesos térmicos. Los efectos en la estabilidad en las vitaminas durante la extrusión son complicados debido a la acción de la humedad, fricción, altas temperaturas y presión.

Las vitaminas liposolubles A, D y E en general, son razonablemente estables durante la extrusión. El nivel de humedad del producto durante la extrusión tiene el mayor efecto sobre la retención de vitaminas. Como norma general, alto nivel de humedad en el proceso da más vitaminas retenidas.

Las vitaminas hidrosolubles, como la vitamina C y las del grupo B, pueden perder estabilidad durante la extrusión. La extrusión húmeda produce una pérdida de vitamina C y tiamina (Fellows, 1994).

**e. Efecto sobre las características organolépticas**

Las condiciones de la extrusión en caliente apenas si afectan al color y el bouquet de los alimentos. El color de muchos alimentos extruidos se debe a los pigmentos sintéticos adicionados a la materia prima en forma de polvo hidrosoluble o liposoluble de emulsiones o lacas. La decoloración del producto debido a la expansión, a un tratamiento térmico excesivo o a reacciones que se producen con las proteínas, azúcares reductores o los iones metálicos; constituyen a veces un problema para la extrusión de algunos alimentos.

En la extrusión en frío, entre los ingredientes añadidos a la materia prima se incluyen saborizantes. En la extrusión en caliente este sería un procedimiento inadecuado, ya que se volatizarían a la salida de la boquilla del extruidor. Los aromatizantes encapsulados sí se pueden utilizar de esta forma, pero resultan caros. Por ello, en los procesos de extrusión en caliente, estas sustancias se distribuyen sobre la superficie del producto extruido en forma de emulsiones o mezclas viscosas. Sin embargo, esta operación hace más viscosos a algunos productos que requieren, por ello un secado posterior. Una de las características

principales de los procesos de extrusión es su capacidad para conferir al producto una determinada textura (Del Valle *et. al.*, 1981).

### **1.3.7 Ventajas del proceso de extrusión**

De igual forma el referente autor manifiesta que la cocción por extrusión ha ganado popularidad debido a distintas razones entre las cuales se puede mencionar:

- **Versatilidad:** Se pueden elaborar una amplia gama de productos, mediante la combinación de distintos ingredientes y condiciones operativas, que oficialmente puedan generarse por otros procesos.
- **Realiza simultáneamente operaciones de mezclado, cocción, texturización y secado parcial,** requiere de poca mano de obra y espacio para su instalación.
- **Eficiente utilización de energía,** ya que el sistema opera a una humedad relativamente baja, al mismo tiempo que el producto se cocina. La baja humedad reduce la cantidad de calor requerido para cocinar y para deshidratar el producto después de la cocción. El consumo de energía es del orden de 0.02 a 0.1 KW/h.Kg, de producto.
- **Desarrollo de múltiples características texturales.**
- **Alta calidad nutricional del producto,** ya que es un proceso de alta temperatura y corto tiempo (HTST), que evita daños innecesarios en componentes sensibles como aminoácidos (AA) y permite la inactivación

de ciertos factores antinutricionales y así aumenta la digestibilidad de proteínas.

- Ambientalmente favorable: el proceso se lleva a cabo a baja humedad, no generan efluentes que deban ser tratados (Riaz, 2000).

### **1.3.8 Efectos de las variables de extrusión sobre la expansión**

Una de las propiedades más importantes de los productos extruidos tipo “snack” es la textura, la cual estará muy relacionada a la expansión. Al respecto, cabe mencionar que si bien se ha demostrado que la expansión del producto ocurre en las direcciones longitudinal y radial, la expansión radial es la más simple de determinar y refleja la expansión global (Maroulis *et. al.*, 2004).

De las distintas variables que afectan a la expansión, la humedad es la más significativa (González, et al, 2002), aunque también son relevantes, la temperatura alcanzada por el material antes de pasar por la boquilla, la relación de compresión, diámetro de la boquilla y la velocidad del tornillo. Además para los productos expandidos, el consumo específico de energía mecánica (CEEM) es un buen indicador del grado de cocción, ya que representa la energía mecánica entregada al material.

Esta se calcula de la siguiente manera:

$$CEEM = \frac{KTN}{Qs}$$

Dónde:

K: constante =61,3 10<sup>-3</sup> J g<sup>-1</sup>;

T: torque en Unidades Brabender (lectura de registro gráfico)

N: rpm del tornillo extrusor (min-1)

QS: Caudal másico referido a la humedad de alimentación

A mayor CEEM, mayor será la intensidad de las transformaciones del almidón. Sin embargo a medida que aumenta el grado de cocción (grado de destrucción de la estructura cristalina y granular), la expansión crece hasta un valor máximo, a partir del cual ésta disminuye, como consecuencia de la disminución de la elasticidad del "melt".

Por su parte también la temperatura se relaciona directamente con el grado de cocción, y por ende la expansión también mostrará un máximo con la temperatura. Similarmente, a mayor relación de compresión y menor diámetro de boquilla, mayor será la presión alcanzada (mayor intensidad de los esfuerzos de corte) y por lo tanto mayor será el grado de cocción. Con respecto a la velocidad del tornillo, como ya se ha explicado anteriormente, su efecto sobre el grado de cocción depende del nivel de las otras variables, pero en general a mayor velocidad de rotación del tornillo, mayor expansión (Cuggino, 2008).

#### ▪ **Índice de expansión**

Los alimentos sometidos a un proceso de extrusión, son generalmente materiales granulares que sufren un pre tratamiento y que mantienen su estructura particular. A medida que la temperatura, presión y fuerza de corte aumentan, la estructura granular desaparece y se obtiene una masa fundida, en analogía con el fenómeno de la fusión que ocurre en la extrusión de polímeros de plástico. A medida que el derretimiento continúa su

movimiento, una nueva estructura interna y un cierto grado de separación de fases se puede producir, principalmente como resultado de la fuerza de corte. La orientación de las moléculas de proteína se cree que es el mecanismo básico de texturización de extrusión de algunas harinas (Stanley, 1989).

El contenido elevado de humedad en el proceso de extrusión genera un producto con una densidad mayor, baja expansión e índice de absorción de agua, dando sin embargo un alto índice de solubilidad en agua; caso contrario ocurre con altas temperaturas ya que tiende a reducir la densidad del producto, el índice de absorción del agua y la dureza (Qing-Bo *et. al*, 2006).

La expansión se ve afectada por el contenido y composición del almidón, proteína, lípidos y fibra. La relación de amilosa-amilopectina en el almidón es la que más influencia tiene sobre expansión del producto debido a que un alto contenido de amilopectina provoca una pobre expansión (Bhattacharya y Hanna, 1987). La fragmentación de las moléculas de almidón es la que controla el grado de expansión. Se cree que la expansión en los materiales extrudidos en la salida del dado ocurre como un resultado de una desorientación de macromoléculas las cuales fueron orientadas dentro del dado por el alto esfuerzo de corte El grado de expansión afecta la densidad del producto, fragilidad y suavidad. La expansión se ve modificada por la proporción de proteína, a mayor contenido de proteína menor expansión (Fernández-Gutiérrez *et. al.*, 2004).

#### **1.4 Formulación de alimentos**

En la formulación de alimentos se deben tener en cuenta varios aspectos (Cuadro 5) no obstante la calidad proteica, la densidad de micro nutrientes y su biodisponibilidad son tal vez los más relevantes.

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados surge claramente que, de las diferentes fuentes de proteínas y calorías disponibles las leguminosas y las proteínas y los almidones cuyas características y propiedades son muy dependientes de los tratamientos físicos y/o químicos que sufren durante el procesamiento.

En lo referente a la complementación de cereales, se parte de la base de que, la "calidad" de una proteína depende de la naturaleza y cantidades de aminoácidos que contiene; y que una proteína "equilibrada" o de "alta calidad" contiene los aminoácidos esenciales en proporciones correspondientes a las necesidades humanas. En consecuencia es posible compensar las deficiencias en aminoácidos, de una proteína de "baja calidad" mediante un alimento que contenga varias proteínas o proporciones complementarias de aminoácidos, mejorando así el equilibrio en aminoácidos esenciales.

Se cree erróneamente que las leguminosas y los cereales juntos pueden hacernos ganar kilos de más. Bajo esta idea muchos evitamos mezclar ambos alimentos. Sin embargo, lo que hacemos es privarnos de mezclar dos alimentos que unidos logran proteínas de alto valor nutritivo.

**Cuadro 5 Aspectos a tener en cuenta en la formulación de los alimentos**

<b>Aspectos Nutricionales</b>	<b>Aspectos Sensoriales</b>	<b>Aspectos Tecnológicos</b>	<b>Aspectos Económicos</b>
Densidad calórica	Características que definen la aceptabilidad	Viabilidad del proceso de producción	Uso de materias primas locales
Valor biológico de las proteínas	Tolerancia al consumo prolongado	Uso de tecnología apropiada	Pre cocción-Practicidad
Relación proteínas/calorías			Relación costo/Eficacia
Aporte vitamínico y mineral			Volumen de mercado

Fuente: Cuggino (2008)

Las leguminosas y los cereales tienen aminoácidos deficientes. Si uno los consume por separado no se beneficia de estos compuestos, pero si se mezclan ambos se potencian y se logran proteínas de excelente calidad. Las leguminosas deben de mezclarse con cereales – como el arroz- , con una mezcla así estamos asegurándonos todas las proteínas y nutrientes necesarios (Espinola, 2011).

#### **1.4.1 Ejemplos De Productos**

##### **a. Snack**

Para el caso de los Snack, las proteínas de cereales son pobres en lisina y ricas en aminoácidos azufrados; y las proteínas de leguminosas, son ricas en lisina y pobres en aminoácidos azufrados ; la mezcla de estas dos

fuentes satisface las exigencias para que exista complementación aminoacídica, mejorando el perfil de aminoácidos (Hollingsworth, 2001).

**b. Sopas tipo cremas:**

Las mezclas comerciales utilizadas para preparar sopas cremas instantáneas tienen como principal componente al almidón (nativo y/o modificado), el cual le otorga una textura cremosa. Estas preparaciones normalmente requieren la cocción de algunos minutos, lo que permite la hidratación y el hinchamiento de los gránulos de almidón. La viscosidad de la dispersión es la propiedad determinante de la aceptabilidad, aunque otros atributos tales como la suavidad, el aroma y el gusto, son también importantes (Gonzales *et. al.*, 1998; Cuggino, 2008).

#### **1.4.2 Biodisponibilidad de Nutrientes**

La digestión de los alimentos, implica una serie de reacciones químicas y biológicas complejas. Durante este proceso, los micronutrientes pueden reaccionar con los productos de la digestión para dar lugar a distintas especies químicas. La capacidad del organismo para absorberlas y transportarlas depende de la naturaleza de esas especies químicas involucradas y de las interacciones intralaminales que se producen con otras sustancias que pueden actuar como promotoras o inhibidoras de la absorción. (Cuggino, 2008).

## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1 Área de ejecución**

- Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo – Laboratorios de Físico Química y Laboratorio de Alimentos de la FIQIA.
- Universidad Nacional Agraria La Molina - Instituto de Desarrollo Agroindustrial (INDDA) – Planta Piloto de cereales.

### **2.2 Tipo de investigación**

Investigación experimental.

### **2.3 Tipo de diseño**

Diseño experimental clásico con pre prueba post prueba y grupo de control.

### **2.4 Universo y muestra**

#### **2.4.1 Universo**

Constituido por 50 Kg. de cada harina, arroz, maíz amarillo duro y algarroba, adquiridas en el mercado de productores de Ate Vitarte en Lima.

#### **2.4.2 Muestra**

La misma que está constituida por 20 kg, de mezcla de las harinas arroz, maíz amarillo duro y algarroba.

### **2.5 Variable de estudio**

#### **2.5.1 Variable dependiente**

##### **a. Valor nutricional**

- Porcentaje de proteína total (N\*6,25)

- Energía total, kcal/100g

#### **b. Características sensoriales**

- Apariencia
- Olor
- Sabor
- Textura

#### **2.5.2 Variables independientes**

- Porcentaje de harina de maíz (80%,70%,60%)
- Porcentaje de harina de arroz (15%,20%,25%)
- Porcentaje de harina de algarroba (5%,10%,15%)

### **2.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **2.6.1 Equipos y materiales de laboratorio**

Equipos:

- Balanza semianalítica, marca Ohaus sensibilidad 0,1g. EE.UU.
- Balanza analítica electrónica Ohaus Modelo Ap 2103 serial # 113032314, sensibilidad 0,0001 g. EE.UU.
- Baño María Memmert serie li-X-S, rango de temperatura 0° a 95°C.
- Congeladora Faeda.
- Estufa marca Memmertelectric tipo IR-202.
- Extractor tipo Soxhlet.
- Potenciómetro rango 0 a 14 digital Marca HANNA.
- Refrigerador OLG.
- Refractómetro de mano, graduado de 0 a 100% de sacarosa.

- Estufa
- Equipo de titulación
- Equipo Extrusor:

Tipo: Extrusor de tornillo simple de acero inoxidable.

Tipo de tornillo: Con filete continuo de paso variable y profundidad constante.

Motor de transmisión: Trifásico de 24 HP y 1165 rpm.

Sistema de transmisión: Poleas

Sistema de calentamiento: Collar externo de resistencia eléctrica.

Diámetro interno barril: 72 mm.

Diámetro de tornillo: 70 mm.

Longitud total del tornillo: 1000 mm.

Espacio radial libre del tornillo ( radial screwclearance ) : 1 mm

Ancho de canal de tornillo ( channelweidth):

- Zona de alimentación: 20 mm.
- Zona de transición: 8 mm.
- Zona cocción final: 8 mm.

Ancho de cresta del tornillo: 4.5 mm (flightwidth).

Diámetro de orificio de dado: 7 mm.

#### **Materiales:**

- Agitador de vidrio.
- Buretas de 25 y 50 ml
- Crisoles

- Cronómetro.
- Cuchillos de acero inoxidable.
- Embudos de vidrio y porcelana
- Fiolas de 50, 100,250 y500 ml
- Juego de tamices N° 20. 40 y 60
- Equipo de titulación

### **2.6.2 Reactivos y soluciones**

- Ácido acético Q.P.
- Agua destilada
- Azul de Metileno en polvo
- Ácido sulfúrico Q.P.
- Acetato de sodio Q.P.
- Ácido clorhídrico Q.P.
- Alcohol etílico al 96% de pureza.
- Almidón soluble.
- Ácido Ascórbico grado reactivo
- Bisulfito de Sodio Q.P.
- Buffer acetato de Sodio 0,1 M, pH 4.5
- Buffer acetato de Sodio 1 M, pH 5.0
- Cloruro de sodio Q.P.
- Etanol 96% v/v
- Glucosa anhidra grado reactivo
- Hexano Q.P.

- Solución alcohólica de Fenoltaleína al 1%
- Solución de Hidróxido de sodio 0,1 y 1 N
- Solución de Yodo 1%
- Tiosulfato de sodio 5H<sub>2</sub>O Q.P.
- Otros reactivos usados en los análisis fisicoquímicos

### 2.6.3 Método de análisis

Los métodos de análisis que se emplearon para el desarrollo del trabajo de investigación se presentan a continuación:

**Cuadro 7 Métodos de determinación físico químicos**

<b>Análisis</b>	<b>Método</b>	<b>Nombre del método</b>
Determinación de Humedad	AOAC (2005)	Secado con estufa.
Determinación de Grasa	AOAC (2005)	Método Soxhlet.
Determinación de Proteínas	AOAC (2005)	Método Kjeldahl
Determinación de Ceniza	AOAC (2005)	Método por calcinación
Determinación de fibra cruda	AOAC (2005)	Método Henneberg
Extracto libre de nitrógeno	Por diferencia	
Determinación de acidez	AOAC (2005)	Método volumétrico por titulación
pH	AOAC (2005)	Potenciómetro

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 8 Métodos de análisis microbiológicos**

<b>Análisis</b>	<b>Método</b>	<b>Nombre del método</b>
<b>Materia prima</b>		
Determinación de Salmonella	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP/100ml
Recuento de mohos y levaduras	ICMSF (1983)	Cultivo directo en placa: Determinación de crecimiento Micelial (Mohos) Determinación de crecimiento Colonial(Levaduras)
Determinación de Escherichiacoli	984.13 AOAC (2005)	Diluciones sucesivas-NMP/100ml
<b>Alimento extruido</b>		
Numeración de bacterias mesófilas aerobias viables	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP
Numeración de hongos	ICMSF (1983)	Microscopia 40x, 100x, 400x
Determinación de coliformes	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP/100ml
Determinación de Salmonella	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP/100ml

Fuente: Lab. de Microbiología- Facultad de Ciencias Biológicas- UNPRG

#### **2.6.4 Caracterización de la Materia Prima**

##### **a) Análisis físico químico**

La caracterización de las materias primas consistió en: humedad, proteína, grasa, fibra cruda, ceniza, extracto libre de nitrógeno y acidez. Las muestras fueron trabajadas con tres repeticiones.

##### **b) Análisis microbiológico**

Se hizo de acuerdo a lo indicado en el cuadro 8

## **2.6.5 Evaluación de los tratamientos y Obtención del producto**

### **obtenido a partir de la mezcla de harinas.**

Se realizó de acuerdo al flujograma de la figura 5, el proceso se detalla a continuación:

#### **↳ Recepción de materia prima**

Las materias primas (harinas de algarroba, arroz y maíz amarillo duro) adquiridas fueron evaluadas con la finalidad de evitar la presencia posteriores inconvenientes en el proceso.

#### **↳ Tamizado**

Con la finalidad de uniformizar el tamaño de la partícula de las harinas y evitar la presencia de materia extraña Tamiz # 60.

#### **↳ Pesado**

Se pesó de acuerdo a cada una de las formulaciones que se indican en la figura 5

#### **↳ Mezclado y Homogenización**

Se realizó con la finalidad de uniformizar las harinas en sus correspondientes porcentajes de tal manera que el peso total de la mezcla fuese de 20 Kg.

#### **↳ Extrusión**

Se realizó en un extrusor de tornillo simple de acero inoxidable; bajo las siguientes condiciones promedio:

Velocidad de rotación del tornillo	:	230 r.p.m
Temperatura del extrusor	:	80 ° C

Alimentación promedio : 70 kg / h

Diámetro de boquilla salida (dado) : 7 mm

#### ↳ **Secado**

Se realizó en un secador de túnel de aire caliente de flujo forzado con una T° promedio de trabajo de 60 ° C y una velocidad de aire de 5.15 m /

s

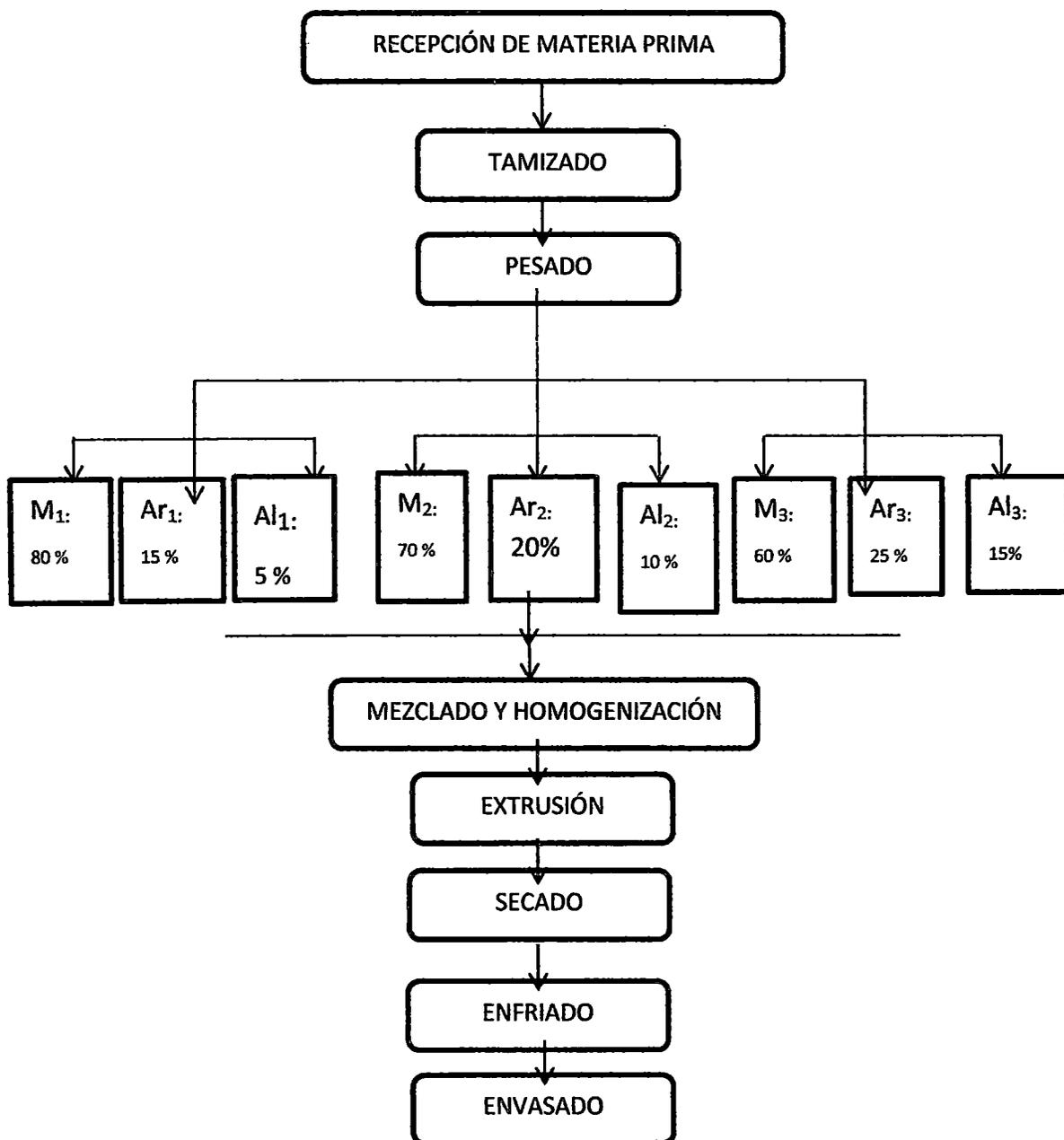
#### ↳ **Enfriamiento**

Se dejó enfriar hasta la temperatura de 24 °C.

#### ↳ **Evaluación**

Se realizó fisicoquímica y organoléptica, con la finalidad de seleccionar el mejor tratamiento.

**Figura 5 Diagrama de bloques para la obtención de las formulaciones**



M: Harina de maíz Ar: Harina de arroz Al: Harina de algarroba

Fuente: Elaboración propia

## **2.6.6 Caracterización del producto obtenido**

### **a) Análisis físico-químico**

La caracterización del producto extruido a base de harinas de arroz , maíz y algarroba ; consistió en determinar el pH, acidez, humedad, aporte energético, proteínas , grasas , carbohidratos, fibra , calcio , fósforo , índice de gelatinización , ceniza , sólidos totales, sólidos solubles, azúcares reductores y totales.

#### **a. Análisis microbiológico**

Se realizó de acuerdo a los Métodos y Análisis del cuadro 8.

#### **b. Evaluación Organoléptica**

Se efectuó teniendo en cuenta los atributos de Sabor, Olor, Apariencia y Textura, los que serán determinados mediante una prueba de medición del grado de satisfacción global con escala hedónica de nueve categorías (Me Gusta Muchísimo (+4) – Me Disgusta Muchísimo (-4), empleando para esta prueba panelistas semi-entrenados (Anzaldúa, 1994) y el formato se muestra en el anexo 2.

#### **c. Determinación del índice de expansión**

Se determinó el diámetro promedio de las muestras del producto extruido y finalmente se midió el diámetro del troquel utilizado. En esta investigación se utilizó un troquel de 4 orificios o boquillas cuya medida fue de 7 mm. cada una.

### **Cálculo:**

El índice de expansión se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de expansión} = \frac{\text{Diametro de la muestra (cm)}}{\text{Diametro de la boquilla (cm)}}$$

### **2.6.7 Análisis estadístico**

Los resultados obtenidos de la evaluación organoléptica fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de 95% y una prueba de Tukey para determinar la diferencia existente entre las formulaciones. Se empleó el software estadístico SPSS versión 19.

El modelo estadístico que se siguió fue un Modelo de Diseño experimental al azar completamente aleatorizado.

$$E_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

$E_{ij}$  = Variable respuesta observada

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la ij-ésima variable experimental.

**Tabla 1 Análisis de varianza para los tratamientos.**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>
Tratamientos	2
Error	42
<b>Total</b>	<b>44</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1 Caracterización de las materias primas

##### 3.1.1 Análisis físico químico

Las harinas fueron caracterizadas mediante análisis físico químico, cuyos resultados se muestran en la tabla 2, las mismas que son el resultado promedio de tres repeticiones, donde se observa que la humedad, ceniza y acidez titulable se encuentra dentro del rango según la Norma Técnica Peruana 205.045 sobre harinas sucedáneas procedentes de cereales, la Norma Técnica Nacional 205.044 sobre harinas sucedáneas procedentes de leguminosas. Además podemos observar que los componentes que más destacan son los extractos libres de nitrógeno en la harina de arroz (76.90%), maíz amarillo duro (74.48%) y de algarroba (57,91%).

**Tabla 2 Resultado de Análisis físico químico de la harina de arroz, maíz amarillo duro y algarroba**

<b>Análisis</b>	<b>Algarroba</b>	<b>Arroz</b>	<b>Maíz</b>
Humedad, %	11,94	12,54	12,53
Proteína Total (N*6,25), %	9,15	9,16	8,90
Grasa, %	1,09	0,81	2,50
Fibra cruda, %	16,89	0,20	0,78
Ceniza, %	3,02	0,39	0,81
Extrac. libre de nitróg. %	57,91	76,90	74,48
Acidez (expr. ac. sulfúr.) %	0,588	0,049	0,122

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.2 Análisis microbiológico

En la tabla 3 se muestran los resultados del análisis microbiológico de las harinas empleadas como materias primas antes de la formulación del producto extruido. Se puede observar que las harinas presentaron un número de bacterias aerobias viables totales y hongos en niveles aceptables y dentro de los límites permisibles según Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008).

Cabe resaltar que este análisis se realizó el mismo día de la experimentación de los tratamientos.

**Tabla 3 Análisis microbiológicos de las materias primas**

Determinaciones	Harinas			Dato referencial (*)
	Algarroba	Arroz	Maíz	
<i>Escherichiacoli</i>	Ausencia ufc/g.	Ausencia ufc/g.	Ausencia ufc/g.	<10
Mohos	$2.3 \times 10^2$ ufc/g.	$2.1 \times 10^2$ ufc/g.	$2.1 \times 10^2$ ufc/g.	< $10^4$
<i>Salmonella</i>	Ausencia ufc/25g.	Ausencia ufc/25g.	Ausencia ufc/25g.	Ausencia ufc/25g.

Fuente: Elaboración propia

(\*) Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008)

## 3.2 Evaluación de los tratamientos y obtención del producto obtenido a partir de la mezcla de harinas

### 3.2.1 Evaluación de los tratamientos

#### a. Evaluación del aporte proteico y energético

De todas las formulaciones propuestas se buscó aquella para producir un producto extruido de alto valor proteico y energético y estabilidad en el

almacenamiento, para lo cual se hizo a cada uno de los tratamientos una evaluación químico proximal para conocer su contenido de proteína y a la vez se calculó matemáticamente el nivel de proteína que aportaban en una ración de cien gramos de producto, tomando como base que las proteínas, carbohidratos y grasas aportan 4 Kcal/g, 4 Kcal/g y 9 Kcal/g respectivamente. En la tabla 4 y 5 se observan los valores del análisis químico proximal y los valores energéticos de cada formulación respectivamente.

**Tabla 4 Composición químico proximal de las formulaciones en base a 100 g.**

DESCRIPCIÓN	FORMULACIONES		
	A1B1C1	A2B2C2	A3B3C3
<b>Humedad, %</b>	8.83	8.80	8.87
<b>Proteína Total (N*6,25), %</b>	8.87	8.90	8.93
<b>Grasa, %</b>	0.81	0.65	0.50
<b>Fibra cruda, %</b>	1.01	1.79	2.57
<b>Ceniza, %</b>	1.09	1.18	1.27
<b>Extrac. libre de nitróg. %</b>	79.4	78.68	78.0

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4 se puede diferenciar claramente que la formulación A3B3C3 es la que presenta mayor contenido proteico, representando este un valor de 8.93%, seguido del tratamiento A2B2C2 con 8.90% de proteína.

**Tabla 5 Valor energético de las formulaciones en base a 100g.**

FORMULACIONES	HARINAS			ENERGÍA prom. (Kcal)
	Algarroba %	Arroz %	Maíz Amar. Duro %	
<b>A1B1C1</b>	5	15	80	360.37
<b>A2B2C2</b>	10	20	70	356.17
<b>A3B3C3</b>	15	25	60	352.22

Fuente: Elaboración propia

De igual forma en la tabla 5 se puede observar que la formulación A1B1C1 presenta un valor energético de 360.37 Kcal por cien gramos de muestra superando a las otras formulaciones y seguido de la formulación A2B2C2 con 356.17 Kcal.

#### **b. Evaluación sensorial**

Los resultados de la evaluación organoléptica de las formulaciones extruidas, (se muestran en el anexo 3), fueron analizados estadísticamente obteniéndose los resultados que se detallan a continuación:

##### **▪ Variable Apariencia**

Las hipótesis que se probaron fueron:

Ho: No existe diferencia entre tratamientos.

H1: Existe diferencia entre algunos tratamientos.

Nivel significancia de  $\alpha = 0.05$  y  $0.01$

**Tabla 6 Análisis de varianza entre tratamientos para apariencia**

<i>Fuente de variación</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>Fcal</i>	<i>p-value</i>	<i>Ftab</i> 5% 1%
Tratamiento	17.24	2	8.622	20.42	6.38E-07	3.22 5.15
Error	17.73	42	0.422			
Total	34.98	44				

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla la  $F_{cal}$  es mayor que la  $F_{tab}$ . Puesto que  $F_{calc} > F_{tab}$  se rechaza  $H_0$  por lo que podemos concluir diciendo que existen diferencias significativas entre los tratamientos A1B1C1, A2B2C2 y A3B3C3; pero no sabemos entre cuales por lo que debemos aplicar una prueba de comparación de medias.

**Tabla 7 Prueba de comparación de medias**

<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
2.8	15	0.68	Group 1
3.2	15	0.68	Group 2
1.7	15	0.59	Group 3
2.6	45	0.89	Total

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8 Prueba de comparación de medias de tukey**

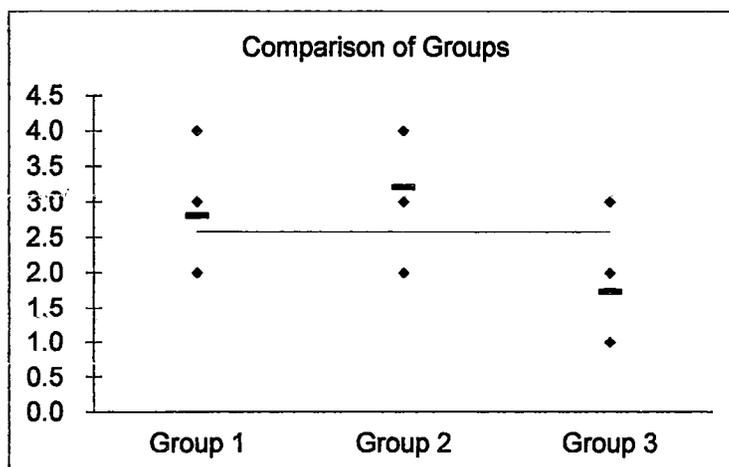
Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 42)

	Group 3	Group 1	Group 2
	1.7	2.8	3.2
<b>Group 3</b> 1.7			
<b>Group 1</b> 2.8	4.50		
<b>Group 2</b> 3.2	6.18	1.69	

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la comparación de medias podemos observar que existen diferencias entre los tres tratamientos aplicados, siendo A2B2C2 el mejor tratamiento.

**Figura 6 Comparación de medias para apariencia**



Fuente: Elaboración propia

- **Variable Olor**

Las hipótesis que se probaron fueron:

Ho: No existe diferencia entre tratamientos.

H1: Existe diferencia entre algunos tratamientos.

Nivel significancia de  $\alpha = 0.05$  y  $0.01$

**Tabla 9 Análisis de varianza entre tratamientos para el olor**

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>Df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>Ftab</i>	
						<i>5%</i>	<i>1%</i>
Treatment	17.91	2	8.956	19.06	1.29E-06	3.22	5.15
Error	19.73	42	0.470				
Total	37.64	44					

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla la  $F_{cal}$  es mayor que la  $F_{tab}$ . Puesto que  $F_{cal} > F_{tab}$  se rechaza  $H_0$  por lo que podemos concluir diciendo que existen diferencias significativas entre los tratamientos A1B1C1, A2B2C2 y A3B3C3; pero no sabemos entre cuales por lo que debemos aplicar una prueba de comparación de medias.

**Tabla 10 Prueba de comparación de medias**

<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
0.8	15	0.41	Group 1
1.7	15	0.70	Group 2
0.2	15	0.86	Group 3
0.9	45	0.92	Total

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11 Prueba de comparación de medias de tukey**

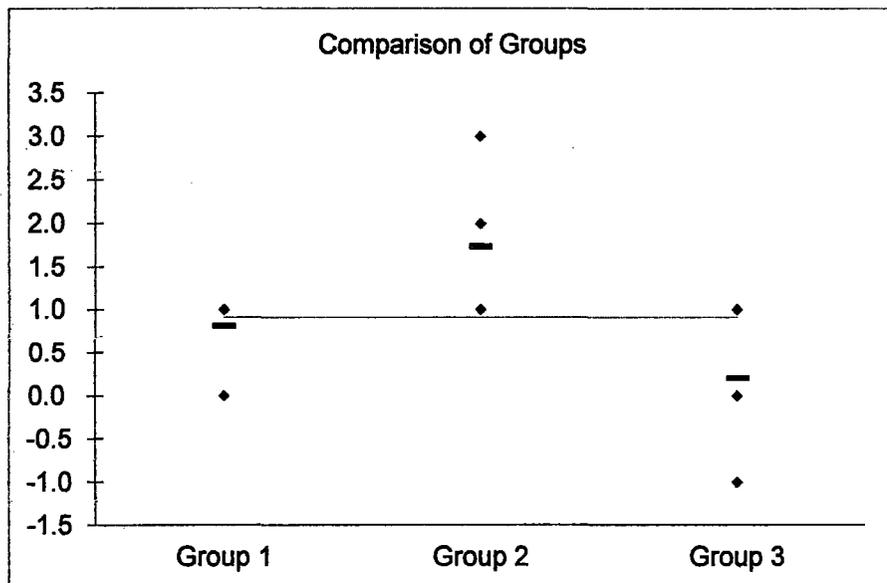
Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. =42)

	Group 3	Group 1	Group 2
	0.2	0.8	1.7
Group 3 0.2			
Group 1 0.8	2.40		
Group 2 1.7	6.13	3.73	

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la comparación de medias podemos observar que existen diferencias entre los tres tratamientos aplicados, siendo A2B2C2 el mejor tratamiento.

**Figura 7 Comparación de medias para olor**



Fuente: Elaboración propia

▪ **Variable sabor**

Las hipótesis que se probaron fueron:

Ho: No existe diferencia entre tratamientos.

H1: Existe diferencia entre algunos tratamientos.

Nivel significancia de  $\alpha = 0.05$  y  $0.01$

**Tabla 12 Análisis de varianza entre tratamientos para el sabor**

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>Ftab</i>	
						5%	1%
Treatment	48.84	2	24.422	33.16	2.29E-09	3.22	5.15
Error	30.93	42	0.737				
Total	79.78	44					

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla la  $F_{cal}$  es mayor que la  $F_{tab}$ . Puesto que  $F_{calc} > F_{tab}$  se rechaza  $H_0$  por lo que podemos concluir diciendo que existen diferencias significativas entre los tratamientos A1B1C1, A2B2C2 y A3B3C3; pero no sabemos entre cuales por lo que debemos aplicar una prueba de comparación de medias.

**Tabla 13 Prueba de comparación de medias**

<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>		
1.6	15	0.51		Group 1
2.3	15	0.70		Group 2
-0.2	15	1.21		Group 3
1.2	45	1.35		Total

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14 Prueba de comparación de medias de tukey**

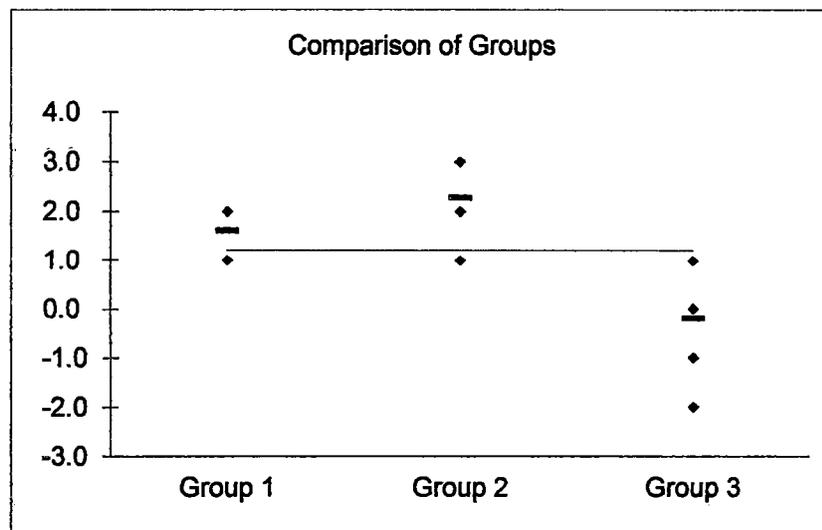
Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 42)

	Group 3	Group 1	Group 2
	-0.2	1.6	2.3
<b>Group 3</b> -0.2			
<b>Group 1</b> 1.6	5.74		
<b>Group 2</b> 2.3	7.87	2.13	

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la comparación de medias podemos observar que existen diferencias entre los tres tratamientos aplicados, siendo A2B2C2 el mejor tratamiento.

**Figura 8 Comparación de medias para sabor**



Fuente: Elaboración propia

- **Variable Textura**

Como resultado de la comparación de medias podemos observar que existen diferencias entre los tres tratamientos aplicados, siendo A2B2C2 el mejor tratamiento.

**Tabla 15 Análisis de varianza entre tratamientos para la textura**

Source	SS	df	MS	F	p-value	Ftab	
						5%	1%
reatment	20.13	2	10.067	26.65	3.37E-08	3.22	5.15
Error	15.87	42	0.378				
Total	36.00	44					

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla la  $F_{cal}$  es mayor que la  $F_{tab}$ . Puesto que  $F_{calc} > F_{tab}$  se rechaza  $H_0$  por lo que podemos concluir diciendo que existen diferencias significativas entre los tratamientos A1B1C1, A2B2C2 y A3B3C3; pero no sabemos entre cuales por lo que debemos aplicar una prueba de comparación de medias.

**Tabla 16 Prueba de comparación de medias**

Mean	n	Std. Dev	Group
2.7	15	0.62	1
2.9	15	0.70	2
1.4	15	0.51	3
2.3	45	0.90	Total

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17 Prueba de comparación de medias de tukey**

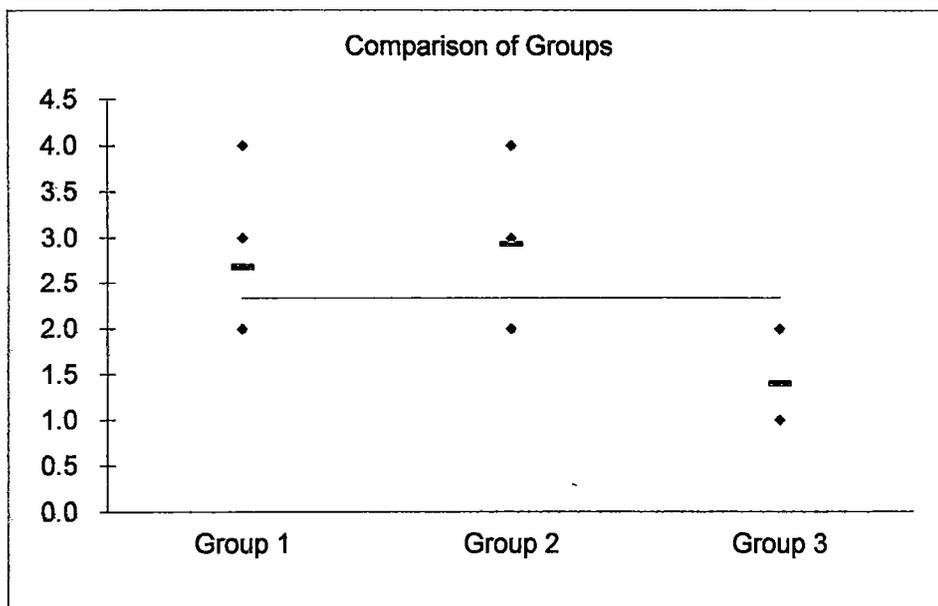
Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 42)

	Group 3	Group 1	Group 2
	1.4	2.7	2.9
<b>Group 3</b> 1.4			
<b>Group 1</b> 2.7	5.64		
<b>Group 2</b> 2.9	6.83	1.19	

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la comparación de medias podemos observar que existen diferencias entre los tres tratamientos aplicados, siendo A2B2C2 el mejor tratamiento.

**Figura 9 Comparación de medias para Textura**



Fuente: Elaboración propia

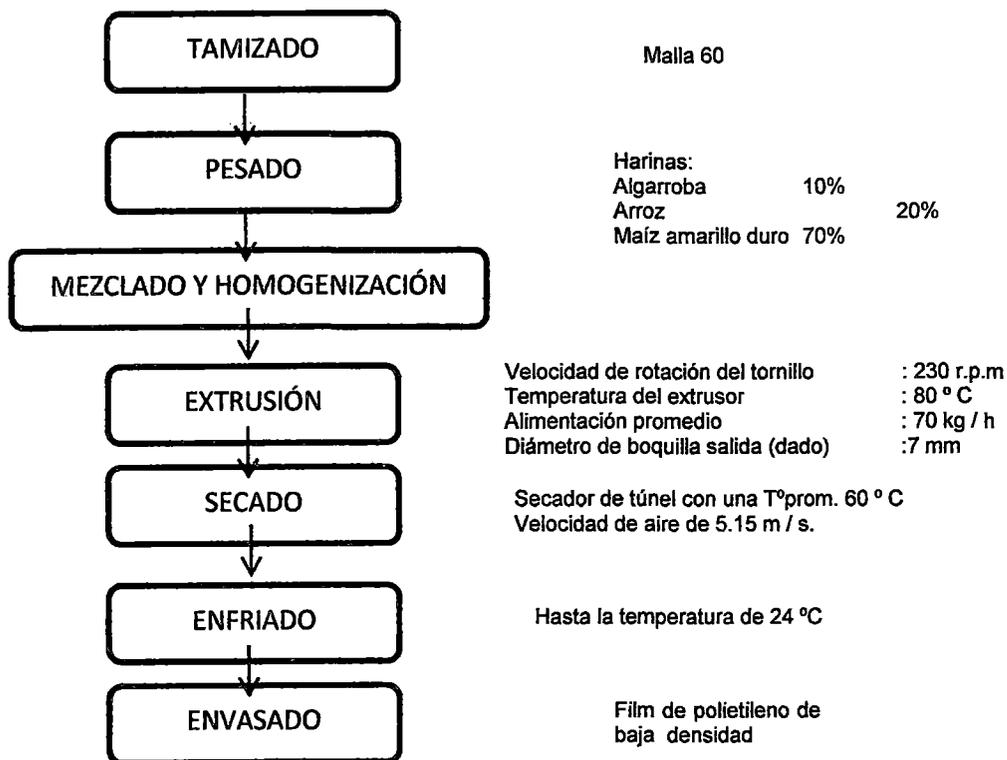
Analizando los resultados estadísticos de la evaluación sensorial se puede observar que el mejor tratamiento para los parámetros: apariencia general, textura, olor y sabor es el A2B2C2. Ahora bien, analizando las tablas 4 y 5 donde el tratamiento A2B2C2 ocupa el segundo lugar en cantidad proteica (8.90%) y valor energético (356.17 Kcal por ración de 100 g.) respectivamente y comparando estos resultados con los obtenidos en la evaluación sensorial se obtuvieron mejores resultados a la formulación compuesta por 10% de harina de algarroba, 20% de harina de arroz y 70% de harina de maíz amarillo duro (A2B2C2).

### **3.2.2 Obtención del producto.**

En la figura 10 se muestran las operaciones y parámetros tecnológicos para la obtención de un producto extruido a base de harinas de algarroba, arroz y maíz amarillo duro.

**Figura 10 Flujo de Operaciones para la obtención un extruido**

**Recepción de materia prima  
(Harinas de algarroba, arroz y maíz amarillo duro)**



Fuente : Elaboración propia

### 3.2.3 Caracterización del producto obtenido

#### a. Análisis físico químico

En la tabla 18, se observa que el porcentaje de humedad de la mezcla obtenida es 8.80 %, el mismo que es el resultado de la mezcla porcentual de las harinas de algarroba (10%), arroz (20%) y maíz amarillo duro (70%) y valor que se encuentra ligeramente por encima de lo que recomienda la NTP 209.226 (1984, Revisada 2011) que es de 6% de humedad.

**Cuadro 9 Permeabilidad al vapor de agua de películas comestibles y poliméricas**

Film	P(g/m.s.Pa)
Cloruro de polivinilideno <sup>a</sup>	$0.7-2.4 \times 10^{-13}$
Polietileno de alta densidad <sup>a,b</sup>	$2.4 \times 10^{-13}$
Polietileno de baja densidad <sup>a,b</sup>	$7.3-9.7 \times 10^{-13}$
Etilen-vinil acetato <sup>a</sup>	$2.4-4.9 \times 10^{-13}$
Poliéster <sup>a</sup>	$1.2-1.5 \times 10^{-12}$
Celofán <sup>b</sup>	$7.7-8.4 \times 10^{-11}$
Acetato de celulosa <sup>a</sup>	$0.5-1.6 \times 10^{-11}$
Almidón de alta amilosa	$2.0-10 \times 10^{-10}$
Gluten de trigo <sup>a</sup>	$1.4-4.6 \times 10^{-9}$
Aislado de proteína de soja <sup>a</sup>	$1.6-4.4 \times 10^{-9}$

Fuente: <sup>a</sup>Gennadios et al.(1994)

<sup>a, b</sup>Krochta(1992)

La diferencia observada en la humedad tiene como sustento la permeabilidad del film de polietileno de baja densidad empleado para

envasar el producto, por razones de costo, (Permeabilidad,  $9.7 \times 10^{-13}$  g/m.s.Pa), valor que supera a otras películas poliméricas y comestibles como se muestra en la Cuadro 8. De igual manera la temperatura y la humedad relativa variables relevantes en la permeación de vapor de agua a través de polímeros influyeron en el resultado, puesto que la investigación se realizó en los meses de verano en la ciudad de Lima donde los valores promedios de temperatura y humedad relativa son 30°C y 91%.

**Tabla 18 Resultado de Análisis físico químico del producto extruido**

Análisis	Resultado
Humedad, %	8,80
Proteína Total (N*6,25), %	8,90
Grasa, %	0,65
Fibra cruda, %	1,79
Ceniza, %	1,18
Extracto libre de nitrógeno, %	78,68
Calcio, %	0,18
Fosforo, %	0,24
Energía Total, Kcal/100 g.	356,17

Fuente: Elaboración propia

En La tabla 19 se muestran los resultados del perfil de aminoácidos teóricos los cuales se basan en los aminoácidos esenciales, tal como lo indica la FAO/OMS/UNU (1985), que precisan que el computo químico de importancia práctica está basado en la lisina, los aminoácidos azufrados, el triptófano o la treonina, puesto que estos son los únicos aminoácidos limitantes en la mayor parte de las dietas humanas.

**Tabla 19 Contenido de aminoácidos esenciales en la mezcla**

**A2B2C2 (mg. Aa / g. de Proteína de la mezcla)**

<b>Aminoácidos</b>	<b>Cantidad mg. Aa/g. de Proteína</b>	<b>Patrón (*) mg. de Aa. / g. de Proteína</b>
Fenilalanina-tirosina	49.62	22
Histidina	25.32	19
Isoleucina	39.27	28
Leucina	110.57	44
Lisina	31.65	44
Metionina-cisteína	21.04	22
Treonina	37.15	28
Valina	50.95	25
Triptófano	7.1	9

Fuente: Elaboración propia

(\*) FAO/OMS/UNU (1985)

Así mismo en la Tabla 19 observamos que la mezcla obtenida equipara con las necesidades de aminoácidos para niños de edad escolar de acuerdo con el patrón referido por la FAO/OMS/UNU (1985). En el Anexo 6.

Con respecto al contenido de lisina se observa que el contenido de este aminoácido se encuentra por debajo del patrón y esto se debe a que los componentes de la mezcla alimenticia contienen niveles bajos de este aminoácido limitante.

Según Campabadal (2006) la lisina es necesaria para un correcto crecimiento sobre todo en edades tempranas, dado que la lisina es muy importante en la absorción de calcio, en la estimulación de la hormona del crecimiento, asegura la formación de nuestra inmunidad, manteniendo los

anticuerpos de nuestro organismo y previniendo la aparición de infecciones y ayuda a fluidificar la sangre al actuar, junto a la vitamina C, en la prevención de la formación de coágulos sanguíneos.

Lo que no se debe dejar de lado es que el producto que se presenta es un snack, por lo tanto su consumo es complementario en la dieta diaria y particularmente este producto cubre varios de los niveles de los aminoácidos esenciales tal como lo indica la tabla 19; Además por su naturaleza y características de los insumos no requiere de colorantes ni saborizantes, convirtiéndolo en un alimento seguro para el consumidor.

En la tabla 20 se presenta la composición aminoacídica de una ración del snack formulado en la presente investigación.

**Tabla 20 Composición aminoacídica de una ración de snack en base a harinas de maíz amarillo duro, harina de arroz y harina de algarrobina**

<b>Aminoácidos</b>	<b>mg de Aa. /22 g. de mezcla</b>
Fenilalanina-tirosina	97.15596
Histidina	49.57656
Isoleucina	76.89066
Leucina	216.49606
Lisina	61.9707
Metionina-cisteina	41.19632
Treonina	72.7397
Valina	99.7601
Triptófano	13.9018

Fuente: Elaboración propia

### a. Análisis microbiológico

Los resultados del análisis microbiológico del alimento extruido se muestran a continuación en la Tabla 21 donde se puede observar que aunque existe presencia de microorganismo estos valores cumplen con la Norma Técnica Sanitaria 071 – MINSA/DIGESA V- 01 (2008).

**Tabla 21 Análisis microbiológicos del alimento extruido**

Determinaciones	Tiempo (días)	Patrón (*)
	<b>60</b>	
Numeración de bacterias mesófilos aerobias viables	< 10 ufc/g.	< 10 <sup>4</sup>
Numeración de hongos	<10 ufc/g.	< 10 <sup>2</sup>
Determinación de coliformes	Ausencia ufc/g.	<10
Determinación de Salmonella	Ausencia ufc/25g.	Ausencia / 25g.

Fuente: Elaboración propia

(\*) NTS N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008)

### b. Índice de expansión

Luego de realizar los cálculos correspondiente se determinó que el índice de expansión del producto extruido fue de 1.79, clasificándose como de expansión mediana de acuerdo a Kameko (2005). Resultado que se debe a la presencia en mayor proporción de la amilopectina frente a la amilosa en el almidón de la harina de maíz, componente que representa el 70 % de la mezcla extruida, tal como lo manifestado por Bhattacharya y Hanna (1987) quien refiere que la expansión se ve afectada por el contenido y composición del almidón, proteína, lípidos y fibra. La relación

de amilosa-amilopectina en el almidón es la que más influencia tiene sobre expansión del producto debido a que un alto contenido de amilopectina provoca una pobre expansión y de igual manera Fernández-Gutiérrez, et al., (2004) manifiesta que la fragmentación de las moléculas de almidón es la que controla el grado de expansión. Se cree que la expansión en los materiales extrudidos en la salida del dado ocurre como un resultado de una desorientación de macromoléculas las cuales fueron orientadas dentro del dado por el alto esfuerzo de corte. El grado de expansión afecta la densidad del producto, fragilidad y suavidad. La expansión se ve modificada por la proporción de proteína, a mayor contenido de proteína menor expansión.

## **4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 CONCLUSIONES**

Sobre la base de los resultados y discusiones obtenidos podemos indicar las siguientes conclusiones:

1. Se caracterizaron microbiológicamente las materias primas encontrándose que su carga microbiana está por debajo de los límites de la Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008).
2. Los niveles seleccionados de harinas de algarroba, arroz y maíz amarillo duro para la obtención del extruido fueron de: 10% de harina de algarroba, 20% de harina de arroz y 70 % de harina de maíz amarillo duro, luego de haber sido sometido a un análisis sensorial y evaluado con estadística.
3. Se formuló un alimento extruido con alto valor energético a partir de harinas algarroba, arroz y maíz amarillo duro con un aporte energético de 356,17 Kcal por ración de 100 gramos.
4. El alimento extruido caracterizado fisicoquímicamente presentó 8.80% de humedad, 8.90% de proteína, 78.68% de carbohidratos, 0.65% de grasa, 1.79% de fibra ,1.18% de ceniza, 0.18% de calcio y 0.24% de fosforo.
5. El alimento extruido presento un índice de expansión mediano con un valor de 1.79.
6. El alimento extruido almacenada por 60 días presenta presencia de microorganismos (Numeración de bacterias aerobias viables totales, < 10 ufc/g., Numeración de hongos <10 ufc/g., Determinación de coliformes Ausencia ufc/25g. y determinación de Salmonella Ausencia ufc/25g) dentro de los límites permisibles según NTS N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008) y calificada sensorialmente por su buena aceptación.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

1. Hacer un estudio de almacenamiento de la harina extruidas de algarroba y arroz para determinar el tiempo y parámetros de estabilidad del alimento.
2. Hacer un estudio de pre factibilidad técnico – económico para el desarrollo de un proyecto piloto para la producción del producto.
3. Hacer un estudio de mercado para determinar el grado de aceptación del producto.
4. El presente proyecto se desarrolló en un equipo de extrusión a baja presión; pero también puede utilizarse un extrusor a alta presión con lo cual se lograría un extruido de mayor expansión, poros más pequeños y textura blanda. (Cisneros, 2000).
5. Para el envasado de nuestro producto se utilizó el polietileno de baja densidad, pero se recomienda utilizar un envase que contenga una mayor barrera al oxígeno como lo es el celofán recubierto con PVDC (Cloruro de polivinilideno).

## 5 REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. Abd Karim, A.; Norziah, M.H. and Seow, C. 2000. "Methods for the study of starch retrogradation" (Review). Food Chemistry.
2. Andersson, Y.; Hedlund, B.; Jonsson, L.; Svensson, S. 1981. Extrusion cooking of a high fiber cereal product with crispbread character. cereal. chemistry.
3. Anzaldúa, M. 1994. Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Editorial Acribia S. A. Zaragoza. España.
4. Bhattacharya, M. & Hanna, M. 1987. Influence of process and product variables on extrusion energy and pressure requirements. Journal of Food Engineering, 6(2):153-163.
5. Bernuy, E. 2003. Incorporación de harina y de fibra purificada del fruto de algarrobo *Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz en el desarrollo de galletas. Tesis. Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Prod. Agroindustrial. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas.
6. Blanshard, J.M.V. 1987. "Starch granule. Structure and function a physicochemical approach" Capítulo 2 en Starch Properties and Potential Critical reports and Applied Chemistry Volumen 13.
7. Blanshard Y Bowler. 1987. "Morphology and composition of starch". En Starch: Properties and Potential. Ed T Galliard. Critical Reports on Applied Chemistry

8. Burga T, Y. 1988. Estudio del secado solar y almacenamiento de algarroba (*Prosopis pallida*). Tesis. Universidad Nacional Agraria la Molina. Industrias Alimentarias .Lima.
9. Cáceres, M. 2005. Plan de Negocios para la creación de la categoría bocaditos peruanos en la empresa Snacks América Latina S.R.L. Universidad ESAN. Lima
10. Callejo, M. 2002. Industria de Cereales y Derivados. Madrid: Ediciones mundi prensa.
11. Campabadal, C. 2006. Conceptos importantes en la nutrición de aminoácidos. RAPCO. República Dominicana.
12. Carballo, E., 1999. Proyecto Utilización de vainas de algarrobo blanco como suplemento para mejorar la alimentación del sistema de producción caprino de pequeños productores de Las Toscas, Dpto. Ischilín, Córdoba. SECYT -UNC. 10 pp.
13. Castillo, Á. 2000. Molinería de arroz en los trópicos. Ediagro Ltda. Bogotá D.C.
14. Chandler, R. 1984. Arroz en los trópicos. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José. Costa Rica.
15. Chen, J.; Serafín, F. L.; Pandya, R. N. &Daun H., 1991. "Effects of extrusion conditions on sensory properties of corn meal extrudates". *Journal of FoodScience* 56 (1), pp. 84-89.
16. Chero, M. y Tovar, R. 2010. Tesis Determinacion De Concentracion De Ka Enzima Alfa-Amilasa Bacteriana Y Temperatura Optima De

Coccion En La Sacarificacion Del Almidon Del Grano Del Maiz Morado (Zea Maydys L.) Previamente Malteado"

17. Ciampitti, I.; García, F. 2007. Requerimientos nutricionales. Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. I. Cereales y oleaginosos industriales. Archivo Agronómico N° 11. Informaciones Agronómicas N° 33. IPNI. 4p.
18. Cisneros, F. 2000. Extrusión de Alimentos. Curso de Extensión. Universidad San Ignacio de Loyola. Lima, Perú.
19. Cuggino M. 2008. Desarrollo de alimentos precocidos por extrusión a base de maíz – leguminosa .Tesis. Universidad Nacional del Litoral. IngenieriaQuimica. Santa Fe. Argentina.
20. Del Valle, F.R., H. Villanueva, J. Reyes-Govea, M. Escobedo, H. Bourges, J. Ponce and M.J. Manoz, 1981. Development, evaluation and industrial production of a POWDERED soy-oats infant formula using a low-cost extruder. j. FOOD SCI.
21. Diaz, C; Glibota, G; Prokopiuk, D. 2000. "Avances en la determinación de la composición química y nutricional de las harinas de los frutos del Prosopis alba". Reunión de comunicación. Facultad de agroindustrias.
22. Espinola, N. 2011. El poder de las leguminosas. En: El Comercio, Lima: (1 de Mayo, 2011); p.9.
23. Estévez, A. 2004. Goma de Algarrobo (Prosopischilensis (Mol) Stuntz): un hidrocoloide de origen nacional. Apuntes de clases.

Departamento de agroindustrias y enología. Facultad de ciencias agronómicas. Universidad de Chile. Santiago.

24. Estrada O, L. 1974. Estudio técnico-económico para la instalación de una planta para la elaboración de algarrobina en Piura. Tesis. Universidad Nacional Agraria la Molina. Industrias Alimentarias .Lima
25. FAO .2003. El estado de la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia
26. FAO. 2010. Aspectos nutricionales de los cultivos andinos subexplotados. Recuperado el 23 de Marzo del 2010, de:  
<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro12/cap2.htm>
27. Fellows, P. 1994. Tecnología del procesado de los alimentos, principios y prácticas. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
28. Fernández-Gutiérrez, J.A., San Martín-Martínez, E., Martínez-Bustos, F. & Cruz-Orea, A. 2004. hysicochemical properties of casein-starch interaction obtained by extrusion process. *Starch/Stärke*, 56:190-198.
29. Fritz, M; González, R; Carrara C, De Greef D, Torres R; Chel Guerrero L, 2005. "Selección de las condiciones de extrusión para una mezcla maíz-fríjol: aspectos sensoriales y operativos". CYTED BRASIL". *Brazilian Journal of Food Tech. III JIPCA* (disponible "on line" desde enero de 2006).
30. Galarza, R. 2011. Calidad nutricional de un producto extruido fortificado con dos niveles de hierro proveniente de harina de sangre bovina. Tesis. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.

31. García, Y. 2000. Situación actual y posibilidades de la harina de algarrobo (*Prosopissp*) en la Argentina. Para la Dirección de Recursos Forestales Nativos. Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente.
32. Gennadios A., Weller C. L., Gooding C. H. 1994b. Measurement errors in water vapor permeability of highly permeable, hydrophilic edible films. *J Food Eng.* 21:395-409.
33. Gonzales A. 2002. El Maíz y su conservación. Ed.Trillas. México.
34. González, R.J.; Torres, R. L.; De Greef, D.M. 2002. "Extrusión-Cocción de Cereales". *Boletín da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*
35. Gonzales A. 2009. El Maíz y los Productos de su Industrialización. Ed.Trillas. México.
36. Gonzales, R.J; Torres, R.L; De Greef, D.M. 1998. Comportamiento a la cocción de variedades de arroz y maíz utilizando el amilógrafo y dos diseños de extrusores. Tesis. Universidad Nacional del Litoral. Ingeniería Química. Santa Fe. Argentina. . v. 9, n 5, p 35-43, 1998.
37. Guy, R. 2001. Extrusión de alimentos: tecnología y aplicaciones. Ed. Acribia. Zaragoza. España.
38. Harper, J.M. 1981. Extrusión of Foods. Volumes I and II. CRC Press Inc. Florida, USA

39. Hollingsworth, P. 2001. Third-generation snacks take aim at popcorn market.delmercado. Food Technol.De Tecnología de Alimentos. 55:20.
40. Huber, G. 2001. Developments and Trends in Extruded Snacks. Recuperado el 14 de Enero 2010, de: <http://www.foodproductdesign.com/articles/2001/06/developments-and-trendsinextruded-snac.aspx>
41. Hurtado, H.; Estévez, A. y Sáenz, C. 2002. Separación mecánica de las semillas de algarrobo (*Prosipischilensis* (Mol.) Stuntz) desde la vaina. III Simposio Internacional sobre la flora silvestre en Zonas áridas. Hermosilla, Sonora, México. 9-11 de Octubre.
42. ICMSF. 1983. Métodos Recomendados Para el Análisis Microbiológico en Alimentos. En : Microorganismos de los Alimentos I Técnicas de Análisis Microbiológicos, 2daed. Editorial Acribia S A , Zaragoza, España, Vol. 1, pag 105 – 280.
43. INDECOPI. 2004. NTP 209.260. Alimentos Cocidos de Reconstitución Instantánea. Papilla. Requisitos. Lima-Perú.
44. Jovanovich, G. 1997. “Estudio de las interacciones entre almidón y lípidos en harina de trigo”, pag. 2, Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata.
45. Kameko J.2005. Determinación de los parámetros de extrusión en un extrusor de bajo costo para la obtención de una mezcla base para desayuno a partir de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.),

olluco(*Ullucustuberosum*Loz.) y quinua (*Chenopodiumquinoa*Willd).  
Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias.  
Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La  
Molina.

46. Kent, N. 2001. Tecnología de los Cereales .Editorial Acribia  
.Zaragoza. España
47. Kokini, L. J., Ho, C. T., and Karwe. M. V. 1992. Food Extrusion  
Science and Technology. Marcel Dekker: New York.
48. Krochta J. M. 1992 Control of mass transfer in food with edible-  
coatings and films. In: Advances in Food Engineering. Singh RP,  
Wirakartakusumah MA editors.CRC Press, Florida. pp 517-537.
49. Maroulis, Z..B.; Thymi, S.; Krokida, M.K.; Pappa, A. 2004. "Structural  
properties of extruded corn starch". Journal of FoodEngineering. 68(4):  
519-526.
50. NORMA TÉCNICA SANITARIA 071- 2008 – MINSA/DIGESA V- 01 .
51. Oropeza, E.; Ortiz, L.B. 2009. "Evaluación nutrimental de la proteína  
del grano de seis cultivares de maíz (*Zea mays* L.)". Revista Facultad  
de Agronomía. 15: 225-234.
52. Osella, C.A. 2000. Tesis de Magíster en Ciencias y Tecnología de  
Alimentos." Pan sin gluten: Influencia de la composición y de la  
historia térmica de los constituyentes sobre sus propiedades  
termofísicas". UNL-FIQ-ITA.

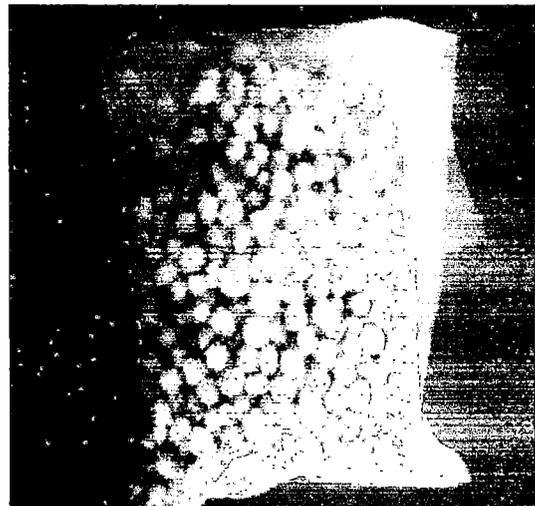
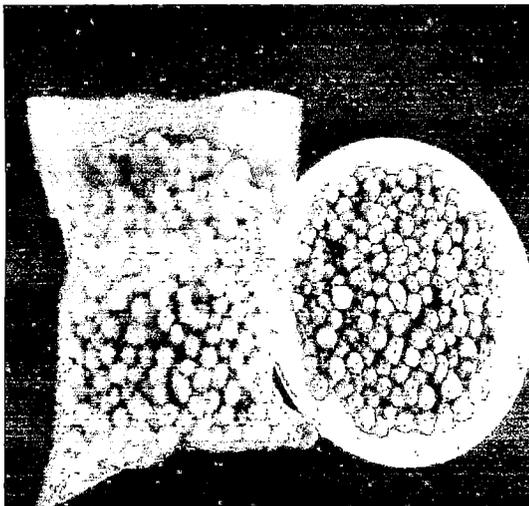
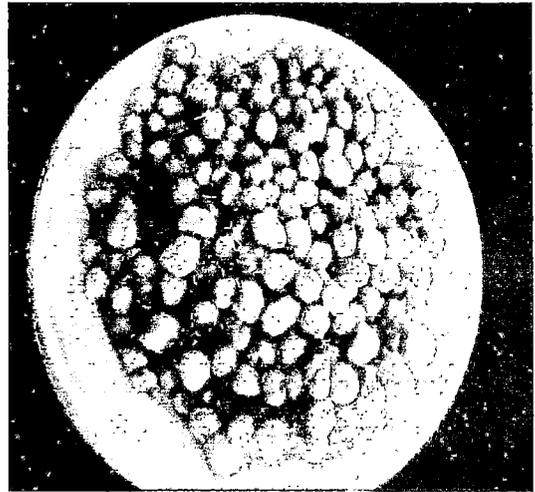
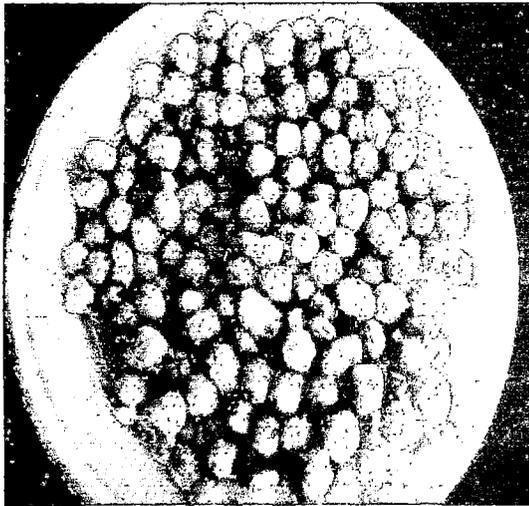
53. Pantanelli, A. 2005. Aprovechamiento alimentario del Algarrobo americano. Saliendo de la vaina. Revista Alimentos Argentinos N° 16. Disponible en: [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r\\_16/16-05-Saliendo\\_Vaina.htm](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r_16/16-05-Saliendo_Vaina.htm). ( 20 de Noviembre 2006).
54. Prama. 2006. Algarroba y Cacao, saludables alternativas. Disponible en: [http://www.prama.com.ar/alimentos\\_saludables/algarroba\\_cacao.htm](http://www.prama.com.ar/alimentos_saludables/algarroba_cacao.htm) > (15 de Marzo 2007).
55. Qing-Bo, D., Ainsworth, P., Plunkett, A., Tucker, G. & Marson, H. 2006. The effect of extrusion conditions on the functional and physical properties of wheat-based expanded snacks. *Journal of FoodEngineering*, 73:142-248.
56. Riaz, M. N .2004. Extrusores en las aplicaciones de alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza. España.
57. Sáez, C. 2006. Estudio de tres métodos de pelado para extracción de cotiledón de algarrobo (*Prosopichilensis* Mol. Stuntz) y caracterización de la harina obtenida. Tesis. Ing. en alimentos. Valdivia. U. Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias.
58. SANDOVAL, J. 1993. Elaboración de un producto tipo snack (bocaditos) a partir de mezcla de harina de maíz (*Zea mays*) y pituca (*Colocasia esculenta*). Tesis. Universidad Nacional Agraria la Molina. Industrias Alimentarias .Lima

59. Stanley, D. W. 1989. Protein reaction during extrusion processing. In Extrusion Cooking; Mercier, C., Linko, P., Harper, J.M., Eds.; American Association of Cereal Chemists: St. Paul, MN. pp 321-341.
60. Traskauskas, C.; Glibota, G.; Camprubí, G. 2001. "En busca de una alternativa económica viable para la fabricación de productos alimenticios derivados de la chaucha de algarrobo blanco". Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2001 de la Universidad Nacional del Nordeste
61. Unlu, E., & Faller, J., 1998. "Formation of resistant starch by a twin-screw extruder". *Cereal Chemistry* 75 (3), pp. 346-350.
62. Wen, L. F.; Rodis, P. & Wasserman B.P., 1990. "Starch fragmentation and protein insolubilization during twin-screw extrusion of corn meal". *Cereal Chemistry*. 67 (3), pp. 268-275.
63. Willey John & Sons Chichester-GB. Cap: 3, p: 64
64. Zobel, H.F., Young, S.N.; Rocca, L.A. 1988. "Starch gelatinization: an X-ray diffraction study". *Cereal Chemistry*

# **ANEXOS**

**ANEXO 1**

**Producto extruido a base de harinas de algarroba, arroz y maíz amarillo  
duro**



Fuente: Toma propia (2012)

**ANEXO 2**  
**Pruebas de medición del grado de satisfacción**

Nombre: .....

Fecha: .....

Producto: .....

**Instrucciones:** A continuación se presenta 3 muestras de un cereal de desayuno. Pruebe las muestras de izquierda a derecha. Indique su nivel de agrado con respecto a la característica en cada muestra colocando el número de acuerdo a la escala que se encuentra en la parte inferior.

MUESTRA	AROMA	COLOR	SABOR	TEXTURA	APARIENCIA
294					
738					
501					

**Donde:**

**Descripción**

**Valor**

Me gusta muchísimo	(+4)
Me gusta mucho	(+3)
Me gusta bastante	(+2)
Me gusta ligeramente	(+1)
Ni me gusta ni me disgusta	(0)
Me disgusta ligeramente	(-1)
Me disgusta bastante	(-2)
Me disgusta mucho	(-3)
Me disgusta muchísimo	(-4)

Comentarios y sugerencias:

---



---



---



---



---



---

**ANEXO 3**  
**Resultados de la evaluación sensorial**

**Cuadro 10 Resultados para la evaluación sensorial de la apariencia general**

<b>N ° PANELISTA/MUESTRA</b>	<b>294</b>	<b>738</b>	<b>501</b>	<b>TOTAL</b>
1	3	3	1	7
2	3	4	2	9
3	3	4	2	9
4	2	4	2	8
5	4	4	2	10
6	3	3	2	8
7	3	3	3	9
8	2	3	2	7
9	2	2	2	6
10	2	2	1	5
11	3	3	1	7
12	4	4	1	9
13	2	3	1	6
14	3	3	2	8
15	3	3	2	8

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 11 Resultados para la evaluación sensorial del olor**

<b>N ° PANELISTA/MUESTRA</b>	<b>294</b>	<b>738</b>	<b>501</b>	<b>TOTAL</b>
1	0	2	-1	1
2	1	1	1	3
3	1	1	0	2
4	1	1	1	3
5	1	2	0	3
6	1	2	1	4
7	1	2	1	4
8	0	2	0	2
9	1	1	1	3
10	1	1	-1	1
11	1	1	-1	1
12	1	2	0	3
13	0	3	1	4
14	1	3	1	5
15	1	2	-1	2

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 12 Resultados para la evaluación sensorial de sabor**

<b>N° PANELISTA/MUESTRA</b>	<b>294</b>	<b>738</b>	<b>501</b>	<b>TOTAL</b>
1	2	3	1	6
2	2	3	1	6
3	2	3	0	5
4	2	2	0	4
5	1	2	0	3
6	1	2	1	4
7	1	2	-1	2
8	1	2	-1	2
9	2	3	-1	4
10	2	3	1	6
11	1	2	-2	1
12	2	2	-2	2
13	2	1	1	4
14	2	3	1	6
15	1	1	-2	0

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 13 Resultados para la evaluación sensorial del textura**

<b>N° PANELISTA/MUESTRA</b>	<b>294</b>	<b>738</b>	<b>501</b>	<b>TOTAL</b>
1	3	3	1	7
2	3	3	2	8
3	3	3	2	8
4	2	3	2	7
5	4	4	1	9
6	2	4	2	8
7	3	4	1	8
8	3	3	1	7
9	2	3	1	6
10	3	3	2	8
11	3	3	2	8
12	3	2	1	6
13	2	2	1	5
14	2	2	1	5
15	2	2	1	5

Fuente: Elaboración propia

---

**NORMA TÉCNICA**  
**NTP209.602 PERUANA**  
**2007**

---

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI  
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145  
Lima, Perú

---

**HARINA DE ALGARROBA. Definiciones y Requisitos**  
ALGARROBA (Prosopis sp.) POD FLOUR. Definitions and specifications

**2007-07-11**  
**1° Edición**

R.0068-2007/INDECOPI-CRT Publicada el 2007-07-26

páginas I.C.S.: 67.020, 01.040.67

RECOMENDABLE Descriptores: Algarroba, harina, mesquite, especificaciones

Precio basado en 10

ESTA NORMA ES

## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Algarroba y sus Derivados, mediante el sistema 2 u Ordinario, durante los meses de junio del 2006 hasta marzo del 2007; utilizando como antecedentes a los que se mencionan en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Algarroba y sus Derivados presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales -CRT-, con fecha 2007-04-27, el PNT 209.602,2007, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2007-05-12. No habiéndose presentado observaciones fue oficializado como Norma Técnica Peruana NTP 209,602:2007 HARINA DE ALGARROBO. Definiciones y Requisitos, 1ª Edición, el 26 de Julio del 2007.

A.3 La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 Y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	CITE Agroindustrial Piura
Presidente	Roger Lazo Zapata- Productos Naturales Tallán
Secretario	Gastón Cruz Alcedo
Consultora	Patricia Infante Villanueva
<b>ENTIDAD</b>	<b>REPRESENTANTE</b>
Agro Transformadora Norte E.I.R.L	Falconery Guzmán Palacios
Asociación de Pequeños Productores de Algarrobina Y Derivados.	Elmer Elías Yarlequé
BAUVI EIRL	Baltazar Augusto Vílchez
Ecobosque S.R.L	Estela Arroyo Inga

<b>Molino Arévalo</b>	<b>Manuel Arévalo Acha</b>
<b>Santa María de Locuto S.R.L.</b>	<b>José Cordova Huertas Albino Vicente Saucedo</b>
<b>Productos Naturales Tallán</b>	<b>Roger Lazo Zapata Adelaida Lorena Lazo Silva</b>
<b>PRONOR</b>	<b>José Ramos Navarro</b>
<b>Productos San Luís</b>	<b>Juan Luis Lachira Rugel</b>
<b>PROTEINAS DE EXPORTACIÓN S.A.C.</b>	<b>Humberto Martínez Calle</b>
<b>La Españolita E.I.R.L.</b>	<b>Alberto Casas García</b>
<b>Ministerio de Agricultura – DPA-DRA</b>	<b>Carlos Custodio López</b>
<b>Ministerio de Salud – Dirección Piura (DESA)</b>	<b>Dorian Yasser Aguirre Campos</b>
<b>Asociación Nueva Labor</b>	<b>José Fabián Zapata Vicente</b>
<b>CETPRO Cayetano Heredia – Catacaos</b>	<b>Raúl Bedregal Manrique</b>
<b>CITE Agroindustrial Piura</b>	<b>Luis Casaverde Pacherez Ana María Rivera Condorí Arturo Arbulú Zuazo</b>
<b>Colegio de Biólogos de Perú</b>	<b>Dorothy Torres de León</b>
<b>INASSA</b>	<b>Oscar Miguel Torres de León</b>
<b>INDECOPI</b>	<b>Patricia Infante Villanueva</b>
<b>Profesional Independiente</b>	<b>Cristina Portocarrero Lau</b>
<b>Profesional Independiente</b>	<b>Teresa Montoya Peña</b>
<b>SENASA</b>	<b>Freddy Saavedra Silva Lilian Timaná Mayanga</b>
<b>Universidad de Piura</b>	<b>Fabiola Ubillús Albán Nora Grados Quesada</b>
<b>Universidad Nacional de Nordeste, Chaco. Argentina</b>	<b>Dante Prokopiuk</b>

## **HARINA DE ALGARROBA. Definiciones y requisitos.**

### **1. OBJETO**

Esta norma Técnica Peruana Establece las definiciones, terminología y requisitos, que debe cumplir el producto derivado del proceso de secado, molienda y tamizado que la algarroba, fruto del algarrobo peruano. (*Prosopis pallida*), destinado al consumo humano directo o para uso industrial.

### **2. REFERENCIAS NORMATIVAS**

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos basándose en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de la Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

#### **2.1 Normas Técnicas Peruanas**

- |       |                  |                                       |
|-------|------------------|---------------------------------------|
| 2.1.1 | NTP 209.601:2003 | ALGARROBO. Definiciones y requisitos. |
|       | NTP 209.038:2003 | Alimentos Envasados. Etiquetado       |

#### **2.2 Normas Técnicas Internacionales**

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| CAC/RCPI – 1969 Rev. 4(2003) | Código Internacional de Prácticas Recomendado para Principios Generales de Higiene de los Alimentos |
|------------------------------|---|

---

**NORMA TÉCNICA****NTP 209.602**

---

**2.3 Normas Técnicas Nacionales**

2.3.1 NTCA 2160:2006 Harina de Avenas para Consumo Humano  
Capitulo 6.9

**2.4 Normas Técnicas de Asociación**

2.4.1 AOAC 966.23 C Microbiological Method. C. Aerobic Plate  
Count. 17  
th Edition, (2000), Tomo I, Capitulo 17,

Página 1

2.4.2 AOAC 087.09 Stphylococcus aureus in Foods. 17 th Edition,  
(2000), Tomo I, Capitulo 17, Pagina 52

2.4.3 AOAC 925.10 Solids (Total) anda Moisture in Flour. 17th  
Edition,

2.4.4 AOAC 979.09 Protein in Grains 17th Edition, (2000), Tomo  
II, Capitulo 32, Pagina 30

2.4.5 AOAC 923.03 Ash of Flour. 17th Edition, (2000) Tomo II,  
Capitulo

2.4.6 AOAC 986.22 Aflatoxins in Peanuts and Peanut Prodcuts.  
17th

2.4.7 FDA/CFSAN Bacteriological Analytical Manual. On Line.  
(2001).

Revisión de la 8ª Edicion. Capitulo 18. Yeasts,  
molds

2.4.8 FDA And mycotoxins  
Bacteriological Analytical Manual. On Line.  
(2001).

Revisión de la 8ª Edicion. Capitulo 4.  
Enumeration of  
Escherichia coli and californ bacteria

2.4.9 FDA/CFSAN Bacteriological Analytical Manual. On Line.  
(2001).

Revisión de la 8ª Edicion. Capitulo 5.  
Salmonella

### **3 CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta Norma Técnica Peruana se aplica al producto resultante del proceso de secado y molienda de la algarroba madura (define incluir también operaciones posteriores de mezclado), que se utiliza para la alimentación humana.

### **4 DEFINICIONES**

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones, complementarias a las establecidas en NTP 209.601:

- 1.1 molienda:** Proceso mediante el cual se reduce el tamaño de partícula; este dependerá del tipo y características del molino.
- 1.2 tamizado:** Proceso mediante el cual se separan las partículas de distinto tamaño, por medio de mallas o placas perforadas de distintas dimensiones.
- 1.3 secado:** Proceso por el cual la algarroba pierde humedad; la fuente de calor por lo general es aire caliente.
- 1.4 carozo:** Endocarpio de la vaina de algarroba, duro y fibroso, en cuyo interior se encuentran alojados las sencillas.
- 1.5 harina de algarroba:** Producto obtenida por la molienda de vainas de algarroba (*Prosopis pallida*), sanas, previamente lavadas, de las que se han eliminado el carozo y gran parte de las semillas, y secadas hasta la humedad apropiada que permita la molienda fina, hasta obtener una harina de granulometría establecida.

**5 REQUISITOS DE CALIDAD**

**5.1 Requisitos Organolépticos**

El producto objeto de esta Norma Técnica Peruana debe cumplir con los requisitos organolépticos que se señalan en la Tabla 1:

**TABLA 1 – Requisitos organoléptico**

<b>Componentes</b>	<b>Características</b>
Aspecto	Polvo homogéneo, libre de grumos, exento de toda sustancia o material extraño a su naturaleza
Aroma	Intenso. Característico de algarroba
Sabor	Característico de algarroba, dulce, ligeramente amargo y astringente
Color	Cercano de beige o beige oscuro, dependiendo del grado de secado.

**5.2 Requisitos fisicoquímicos**

El producto objeto de esta Norma Técnica Peruana debe cumplir con los requisitos fisicoquímicos que se señalan en la Tabla 2:

**TABLA 2 – Requisitos Fisicoquímicos**

Componentes	Valores	Método Analítico
Humedad, %	Máximo 5	AOAC Official Method 925.10. Solids (Total) and Moisture in Flour
Tamaño de partícula retenido, %	Como máximo 0.5% del peso de la harina quedará retenido en la malla de 18 micras y como máximo el 50% del peso de la harina quedará retenido en la malla de 150 micras	NTC 2160. Harina de Avena para consumo Humano. Capítulo 6.9
Proteína Cruda, %	7 – 15	AOAC Official Method 979.09. Protein in Grains
Cenizas, %	Máximo 5	AOAC Official Method 923.03. Ash of Flour
Aflatoxinas B1, B2, G1, G2 (ppb)	Máximo 10	AOAC Official Method 968.22. Aflatoxins in Peanuts and Peanut Products

**5.3 Requisitos microbiológicos**

El producto objeto de esta norma Técnica Peruana debe cumplir con los requisitos microbiológicos que se señalan en la tabla 3:

**TABLA 3 – Requisitos microbiológicos**

<b>Componente</b>	<b>Limite permisible</b>	<b>Método Analítico</b>
Aeróbicos mesófilos (UFC/g) 966.23 C	10 <sup>2</sup>	AOAC Official Method
Mohos y levaduras (ufc/g) Capítulo 18	10 <sup>2</sup>	FDA/FCSAN BAM.
Escherichia coli (UFC/g) Staphylococcus aureus (UFC/g) 966.23 C	10 <sup>2</sup> 10 <sup>2</sup>	FDA/FCSAN BAM. Capítulo 4 AOAC Official Method
Salmonella en 25g Capítulo	Ausencia	FDA/FCSAN BAM.

**6 CONTAMINANTES**

**6.1 Metales pesados**

La harina de algarroba no debe contener metales pesados en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud humana.

**6.2 Residuos de plaguicidas**

La harina de algarroba debe ajustarse a los límites máximos para residuos de plaguicidas establecidos por el CODEX ALIMENTARIUS.

**7 HIGIENE**

Se recomienda que el producto al que se refieren de esta norma, se prepare y manipule de conformidad con el Código Internacional de Prácticas Recomendado para Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1.

**8 ENVASADO**

La harina de algarrobo debe envasarse y manipularse en recipientes que mantengan las cualidades nutritivas, higiénicas y tecnológicas del producto.

Los envases deben estar fabricados únicamente con materiales que sean inocuos y adecuados para el uso en alimentos. No deben transmitir al producto ninguna sustancia tóxica, ni olores o sabores extraños.

**9 ETIQUETADO**

Además de cumplir con las disposiciones de la NTP 209. 038, se aplicarán las siguientes disposiciones específicas

9.1 Independientemente del nombre comercial que se use, deberá indicarse siempre el nombre genérico: "harina de algarroba" en la parte principal de la etiqueta

9.2 En el caso de los productos alimenticios que contengan como ingrediente el producto objeto de esta norma, deberá referirse como "harina de algarroba" y no co otras demoninaciones que podrían confundir al consumidor

**10 ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE**

El producto se almacenará bajo condiciones apropiadas para evitar su deterioro, descomposición, y contaminación con productos tóxicos.

**11 ANTECEDENTES**

11.1	CODEX STAN 152 – 1985 1:1995)	Norma para la harina de trigo (Rev.
11.2	COVENIN 217:2001	Harina de trigo
11.3	NTP 205.031:1975	Sub productos de la molienda de
11.4	NTP 2005.044:1976	Harinas sucedáneas procedentes de leguminosas de                    grados alimenticio.

**ANEXO  
(INFORMATIVO)**

**BIBLIOGRAFIA**

- A.1 DIAZ RONCAL, CÉSAR A. Propuesta técnico- económica para la producción industrial de la harina de algarroba. Tesis de Ingeniería Industrial. Universidad de Piura. (2001)
- A.2 FELKER, P., GRADOS, N., CRUZ, G. and PROKOPIUP, D. Economic assessment of production of flour *Prosopis alba* and *P. pallida* pods for human food applications. *Journal of Arid Environments*. 53:517-528 (2003)
- A.3 FELKER PETER. Mesquite flour. New life for an ancient staple. *Gastronómica* 5:85-89 (2005)
- A.4 CRUZ, G Obtención de harina de algarroba y posibilidades de usarla en productos para la alimentación humana. Tesis de Ingeniería Industrial. Universidad de Piura. (1986)
- A.5 CRUZ, G Evaluation of flour from *Prosopis juliflora* and *Prosopis pallida* pods in bakery and extrusión - cooking products. In M.A. Habit (Ed.). *The current state of the knowledge con *Prosopis juliflora**. FAO. Rome, 425-439 (1988)
- A.6 BRAVO, L., GRADOS, N., SAURA-CALIXTO, F. Composition and potential uses of mesquite pods (*Prosopis pallida* L): comparison with carob pods (*Ceratonia siliqua* L). *J. Sci. Food Agric*. 65: 303-306 (1994)
- A.7 PROKOPIUK DANTE BASILIO. "Sucedáneo del café apartiir de algarroba (*Prosopis alba* Griseb)". Tesis Doctoral, Registro 2183, Universidad Politécnica de Valencia, España. 107 páginas. (2005)
- A.8 Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of AOAC International*, Gaithersburg. Maryland, USA, 17th Edition, Vol. I and II. (2000)
- A.9 MINISTERIO DE SALUD. RM N° 615-2003-SA/DM. *Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. Artículo 17. Punto 4. *Productos deshidratados, liofilizados o concentrados y mezclas*. Ítem 4.3 *Mezcla en seco de uso Instantáneo*.

**ANEXO 7**

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 209.226  
1984** (Revisada

el 2011)

Arancelarias- INDECOPI  
Lima, Perú

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no  
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145

---

**BOCADITOS, Requisitos**  
SNACK FOOD, Requeriments

**2011-03-30**  
**1° Edición**

R.0008-2011/CNB-INDECOPI. Publicada el 2011-04-14

Precio basado

---

en 07 páginas I.C.S.: 67.060

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE Descriptores: Bocado, requisito

# PRÓLOGO

(De Revisión 2011)

## A RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana se encuentra dentro de la relación de normas incluidas en el Plan de Revisión y Actualización de Normas Técnicas Peruanas, aprobadas durante la gestión de ITINTEC (periodo 1966-1992).

A.2 La NTP 209.226:1984 fue aprobada mediante la resolución R.D. N° 120-84 ITINTEC DG/DN del 84-05-07 y el Comité Técnico de Normalización de Cereales, leguminosas y productos derivados, Sub Comité de Trigo y productos derivados, la revisó acordando en su sesión de 2011-03-29, mantenerla vigente.

A.3 La Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias -CNB-, aprobó mantener vigente la presente norma, oficializándose como NTP 209.226:1984 (Revisada el 2011) BOCADITOS. Requisitos, el 14 de abril del 2011.

NOTA: Cabe destacar que la revisión de la presente Norma implica que ésta no ha sido modificada.

A.4 La presente Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 209.226.1984 BOCADITOS. Requisitos. Las Normas Técnicas Peruanas que fueron dejadas sin efecto no figuran en la presente edición.

## B. INSTITUCIONES MIEMBROS DEL CTN DE CEREALES, LEGUMINOSAS Y PRODUCTOS DERIVADOS – SUB COMITÉ DE TRIGO Y PRODUCTOS DERIVADOS

Secretaría

Dirección General de Competitividad  
Agraria – Ministerio de Agricultura

Presidente

Amelia Huaranga

Secretario CTN

Magno Meyhuay

Secretario SCTN

José Luis Rabines

ALICORP

### ENTIDAD

Panificadora Bimbo  
del Perú S.A

Panera Ediciones S.A.C.

ASPAN

Sonia Bernaola

Granotec Perú S.A.

Industrias Teal S.A.

Consumo: Dirección General de  
Competitividad Agraria

---oooOooo---

Técnico: INIA

UNALM

CENAN

Consultor

## **REPRESENTANTE**

Henry Bautista  
Denisse Casariego

Jorge Martínez

Nancy Fuentes

William Heida

Mercedes Malache

Amelia Aguilar  
Rosa Arcos

Juan Pomares

Agripina Roldán

Martha Ibañez

Sonia Córdova  
Percy Alfaro

## **BOCADITOS. Requisitos**

### **1. NORMAS A CONSULTAR**

NTP 206.006	PRODUCTOS DE PANADERÍA. Extracción y preparación de la muestra para el laboratorio.
NTP 206.007	PRODUCTOS DE PANADERÍA. Determinación del porcentaje de cenizas
NTP 206.011	BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación de humedad.
NTP 206.013	BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación de la acidez
NTP 206.016	GALLETAS. Determinación de peróxidos
NTP 206.017	GALLETAS. Determinación de porcentaje de grasa.
NTP 207.003	AZÚCAR. Azúcar refinado. Requisitos
NTP 209.001	ACEITES VEGETALES COMESTIBLES. Definiciones y requisitos generales
NTP 209.006	ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Método De determinación del índice de peróxido
NTP. 209.016	SAL PARA USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA

NTP 209.038	ALIMENTOS ENVASADOS. Etiquetado
NTP 209.039	GLUTAMATO MONOSODICO MONOHIDRATADO PARA USO DOMÉSTICO E INDUSTRIAL
NTP 209.102	ESPECIAS Y CONDIMENTOS. Determinación del contenido de sal (cloruro de sodio).
NTP 209.111	ADITIVOS ALIMENTARIOS. Principios generales para el empleo de aditivos alimentarios.
NTP 209.134	ADITIVOS ALIMENTARIOS. Colorantes de uso permitido en alimentos

## **2 OBJETO**

2.1 La presente Norma Técnica Peruana define y establece los requisitos para los bocaditos fritos y extruidos.

## **3 DEFINICIONES**

3.1 **bocaditos:** Son productos alimenticios salados y/o dulces, fritos o extruidos no sometidos a la acción de leudantes químicos y biológicos; que tienen diversas formas de presentación y generalmente son envasados.

3.2 **bocaditos fritos:** Son aquellos que se obtienen luego de una fritura directa de la materia prima con el agregado posterior de sal o azúcar, saborizantes, colorantes u otros.

3.3 **bocaditos extruidos:** Son aquellas que se obtienen de una mezcla de materias primas previamente tratadas y que son sometidas a un proceso de extrusión.

## **4 CLASIFICACIÓN**

4.3 Por su sabor se clasificarán en:

4.3.3 Salados

4.3.4 Dulces

4.3.5 De sabores especiales

4.4 Por el proceso de elaboración

4.4.3 Fritos

4.4.4 Extruidos

## **5 CONDICIONES GENERALES**

5.3 Deberán fabricarse a partir de materias exentas de impurezas de toda especie, sustancias nocivas a la salud y en perfecto estado de conservación.

5.4 Será permitido el uso de colorantes naturales y artificiales, conforme a la NTP 209.134.

5.5 El expendio de bocaditos se efectuará en envases originales de fábrica y en buenas condiciones. Los envases no deberán presentar manchas de aceite, Kerosene o cualquier producto extraño.

5.4 Los comerciantes de bocaditos, las bodegas y sitios de expendio en general deberían preservar el producto de la acción de la humedad, de los insectos, roedores, de la exposición directa al sol, polvo, etc.

## **6 REQUISITOS**

### **6.3 Características Organolépticas**

6.11 Olor: Será el característico del producto.

6.1.2 Sabor: Será el característico del producto.

6.1.3 Textura: La crocantez característica del producto.

6.1.4 Color: Será el característico de producto.

### **6.4 Características Físico-químicas**

6.4.3 El producto no deberá presentar síntomas de rancidez, sabores, colores u olores que indiquen su descomposición.

6.4.4 Las características químicas se detallan en la tabla 1.

**TABLA 1**

<b><u>Característica</u></b>	<b><u>Fritos</u></b>	<b><u>Extruidos</u></b>
Humedad, máximo	3%	6%
Cenizas totales, máximo	4%	4%
Índice de peróxido, máximo	5 meq/kg	5% meq/kg
Índice de acidez, expresado en ácido Oleico, máximo	0,30 %	0,30 %

## **6.5 Aditivos Permitidos**

### **6.5.3 Antioxidantes**

**6.5.3.1 Butil hidroxianisol (BHA)**

**6.5.3.2 Ácido gálico y sus ésteres**

**6.5.4 Emulsionantes: Lecitina, mono y diglicéridos**

**6.5.5 Conservadores: Ácido propiónico, ácido sórbico  
Y sus sales.**

**6.5.6 Acentuadores de sabor: Glutamato monosódico**

## **6.6 Requisitos microbiológicos**

**6.6.3 Deberá estar exento de microorganismos patógenos, hongos y levaduras.**

## **7 EXTRACCIÓN DE MUESTRAS**

**7.3 La extracción de muestras y recepción se hará según la NTP 206.006.**

## **8 METODOS DE ENSAYO**

**8.3 Humedad: Según la NTP 206.011.**

**8.4 Cenizas totales: Según la NTO 206.007.**

**8.5 Determinación del Índice de peróxido**

**8.4 Determinación de acidez: Según la NTP 206.013.**

**9 ENVASE Y ROTULADO**

**9.3 Envase**

**9.1.1** Se emplearán envases nuevos que reúnan las condiciones necesarias para que el producto mantenga la frescura y calidad requeridas, así como la suficiente protección en las condiciones normales de manipuleo y transporte.

**9.4 Rotulo**

**9.4.3** El rotulado deberá cumplir con la NTP 209.038 y se incluirá especialmente:

**9.4.3.1** Nombre comercial del producto.

**9.4.3.2** Clasificación del producto según el capítulo 4.

**9.4.3.3** Clave, código o serie de producción.

**9.2.1.4** Lista de los ingredientes utilizados, indicados en orden decreciente de proporciones.

**9.2.1.5** Registro Industrial.

**9.2.1.6** Autorización Sanitaria.

9.2.1.7        Cualquier otro dato requerido por la Ley o Reglamento.

**10            ANTECEDENTES**

10.1        MONTES, Adolfo. Bromatología Tomo II. Editorial Universitaria.  
Buenos Aires. 1965.

10.2        Reglamento Sanitario de Alimentos.

10.3        NTP 206.001 Galletas. Requisitos

10.4        MATZ, Samuel. Snack Food Technology. Colección A VI. 1976.