

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**PROYECTO DE TESIS**

**OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DEL FRUTO DE PAN DE  
ÁRBOL (*Artocarpus altilis*) PARA ELABORACIÓN DE GALLETA  
ENRIQUECIDA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE  
TRIGO**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTORES:**

**Bach. CARLOS LOPEZ RAMOS**

**Bach. JOSE DAVID GÓMEZ CULQUI**

**Asesor: Ing. ERICK ALDO AUQUÍNIVIN SILVA**

**CHACHAPOYAS-PERU**

**2017**

---

## **DEDICATORIA**

---

He culminado una etapa importante dentro de mi vida y siendo este trabajo el reflejo del esfuerzo realizado lo dedico a mi hija Jennyfer Xiomara, quien es la razón más importante por la cual trabajar y salir adelante. Ella es quien se merece mis mayores victorias.

**Carlos**

A mi pequeña hija Luana Yamileth y mi madre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

**José David**

---

## AGRADECIMIENTO

---

Gracias a DIOS por darme la salud, fuerza, capacidad, empeño para terminar mis estudios, a mis padres porque ellos estuvieron en los días más difíciles de mi vida como estudiante y siempre dándome buenos ejemplos, a todos mis maestros y asesor de tesis ing. Erick Aldo Auquiñivin silva, por brindarme su apoyo y conocimientos en el desarrollo de este proyecto, gracias a todos ustedes.

**Carlos**

A mis padres, por darme la vida, gracias por mostrarme el camino correcto y guiarme por él, porque con su comprensión, cariño y todo su amor desinteresado son mi gran fortaleza, por servirme de apoyo y hacer el papel de mejores amigos

**José David**

# **AUTORIDADES**

**Ph.D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA  
RECTOR**

**DR. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES  
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**DRA. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA  
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**VISTO BUENO DEL ASESOR**

-----  
**Ing. ERICK ALDO AUQUÍNIVIN SILVA**

**MIEMBROS DEL JURADO**

**Ing. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ  
PRESIDENTE**

**Ing. Mg. Sc. ARMSTRONG BARNARD FERNANDEZ JERI  
SECRETARIO**

**Ing. LIZETTE DANIANA MENDEZ FASABI  
VOCAL**

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pag.</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>ii</b>
<b>AUTORIDADES</b>	<b>iii</b>
<b>VISTO BUENO DEL ASESOR</b>	<b>iv</b>
<b>MIEMBROS DEL JURADO</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>x</b>
<b>INDICE DE FOTOS</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xiii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>01</b>
<b>1.1. Generalidades del pan de árbol (<i>Artocarpus altilis</i>).....</b>	<b>02</b>
Clasificación taxonómica.....	03
Centro de Origen y Distribución.....	03
Especies.....	04
Datos Ambientales .....	04
Cultivo .....	05
Cosecha .....	05
Composición química.....	05
Usos medicinales y alimenticios.....	07
Mercados convencionales.....	08
<b>1.2. De la harina de pan de árbol.....</b>	<b>08</b>
1.2.1. Generalidades.....	08
1.2.2. Tamaño de partículas.....	08
1.2.3. Rendimiento de harinas sucedáneas.....	08
1.2.4. Composición química de las harinas.....	09
1.2.5. Propiedades Físicas y Químicas de las Harinas.....	09

1.2.6.	Usos de la harina.....	10
<b>1.3</b>	<b>Del producto.....</b>	<b>11</b>
1.3.1.	Generalidades.....	11
	Galletas.....	11
	Galletas enriquecidas.....	11
	Enriquecida.....	11
1.3.2.	Metodología para elaboración de galletas.....	12
	El Cremado (Creaming Up) .....	12
	El Mezclado.....	12
	El Amasado.....	12
1.3.3.	Materia prima fundamentales.....	13
	Harina.....	13
	Grasas y aceites.....	13
	Huevos: .....	13
	Polvo de hornear: .....	13
	Azúcar y jarabe.....	13
	Saborizantes y potenciadores de sabor.....	13
	Sal.....	13
	Agua.....	13
	Leche.....	13
	Conservante.....	13
<b>II.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.</b>	<b>Lugar de Ejecución.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.</b>	<b>Materia Prima.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.</b>	<b>Equipos y materiales utilizados.....</b>	<b>14</b>
	Equipos.....	14
	Materiales.....	15
	Reactivos.....	15
<b>2.4.</b>	<b>Flujograma general para la Elaboración de Harina de Pan de Árbol (<i>Artocarpus altilis</i> ).....</b>	<b>16</b>
2.4.1.	Procesos.....	16
	Pelado.....	16
	Lavado de Semillas.....	16

	Pre-Cocido.....	16
	Enfriado.....	16
	Descascarado.....	16
	Secado.....	16
	Molienda.....	16
	Tamizado.....	17
	Envasado.....	17
<b>2.5.</b>	Flujograma general para la Elaboración de Galleta Enriquecida.....	19
	Formulación.....	19
	Mezclado.....	19
	Moldeado.....	19
	Horneado.....	19
	Enfriamiento.....	19
	Selección.....	19
	Envasado.....	19
<b>2.6.</b>	Análisis Sensorial.....	21
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.</b>	De la Materia Prima.....	22
3.1.1.	Características biométricas, propiedades físicas y químicas.....	22
<b>3.2.</b>	Características Biométricas de las semillas pan de árbol.....	22
3.2.1.	Análisis químico proximal.....	23
3.2.2.	Análisis granulométrico de la harina pan de árbol.....	24
<b>3.3.</b>	Del producto obtenido.....	26
3.3.1.	Análisis físico químico de la galleta enriquecida.....	26
	Análisis químico.....	26
	Otros Análisis.....	26
	pH y Acidez total.....	26
3.3.2.	Análisis Sensorial.....	27
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>41</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
01 Composición químico proximal de algunos cultivos alimenticios ricos en carbohidratos (g/100g en base húmeda).....	06
02 Composición químico proximal de pan de árbol.....	06
03 Rendimiento de algunos tipos de harinas diferentes del trigo.....	09
04 Composición químico proximal de harinas de diversos tubérculos (g/100g base húmeda).....	10
05 Esquema experimental de los tratamientos.....	21
06 Características biométricas promedio de 70 semillas de pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ).....	22
07 Análisis de pH y Acidez total de semillas frescas de pan de árbol.....	22
08 Composición Química Proximal de Pan de Árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ).....	23
09 Composición químico proximal de la harina pan árbol.....	23
10 Análisis de pH y Acidez total de harina pan de árbol.....	24
11 Resultados obtenidos del análisis granulométrico de harina de pan de árbol.....	24
12 Análisis Químico Proximal de Galletas enriquecidas (Con sustitución de harina de pan de árbol).....	26
13 Análisis de pH y acidez total de la galleta enriquecida con sustitucion harina de pan de árbol.....	26
14 Puntaje de los atributos (color, olor, sabor y textura), según la puntuacion de calidad de panelista a diferentes % de trigo / % pan de árbol em una escala 1-5.....	28
15 Indicadores descriptivos de los atributos de calidad (color, olor, sabor y textura), según los tratamientos % harina de trigo / % harina pan de árbol.....	31
16 Análisis de varianza de los atributos de calidad.....	33
17 Comparaciones multiples de los atributos de calidad .....	34
18 Peso y tamaño de semillas pan de árbol.....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
01 Diagrama flujo de procesos general para obtención de harina .....	18
02 Diagrama de flujo definitivo para la elaboración de galleta Enriquecida.....	20
03 Análisis del porcentaje retenido de harina de pan de árbol.....	25
04 Análisis del porcentaje acumulado de harina de pan de árbol.....	25
05 Análisis sensorial de color.....	29
06 Análisis sensorial de olor.....	29
07 Análisis sensorial de sabor.....	30
08 Análisis sensorial de la textura.....	30
09 Distribución de los indicadores estadísticos de los atributos de calidad....	32
10 Comparación de los atributos de calidad según tratamientos.....	32
11 Comparación de los puntajes promedio de atributos de calidad .....	33

## INDICE FOTOGRAFIAS

		<b>Pág.</b>
01	Foto del pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ) .....	03
02	Foto del pan de árbol.....	44
03	Foto del fruto pan de árbol.....	44
04	Foto recolectando el pan de árbol.....	44
05	Foto de semillas frescas de pan de árbol.....	44
06	Foto del tamizado de la harina de pan de árbol.....	44
07	Foto de harina pan de árbol.....	45
08	Foto del evaluación sensorial de galletas.....	45
09	Foto de evaluación sensorial de galletas.....	45
10	Foto del mezclado de insumos.....	45
11	Foto de la preparación de las galletas.....	45
12	Foto del cortado de la masa.....	46
13	Foto del boleado y moldeado de la masa.....	46
14	Foto del horneado de las galletas.....	46
15	Foto de los estantes del horno eléctrico.....	46

## **RESUMEN**

En la presente investigación se realizó el estudio para la obtención de harina de las semillas de pan de árbol (*Artocarpus altilis*), y buscar un tratamiento adecuado para sustituir parcialmente la harina de trigo por harina pan de árbol (*Artocarpus Altilis*), en la elaboración de galleta enriquecida. Para lo cual se recolectaron frutos provenientes de la ciudad de Tarapoto, Región San Martín. El estudio comprendió diversos ensayos, tanto de la materia prima, harina pan de árbol (*Artocarpus altilis*), como del producto. De la materia prima se realizó el análisis fisicoquímico dando como resultado 65,01% de Humedad, 3,92% proteína, 4,36% grasa, 1,16% ceniza, pH 6,77 y acidez titulable como ácido cítrico 0,24%. De la harina obtenida, humedad 10,77%, proteína 8,08, grasa 6,19%, ceniza 2,08%, pH 5,99 y acidez titulable como ácido cítrico 0,13%. En cuanto al producto se realizó análisis sensorial con 4 tratamientos (90/10, 85/15, 80/20 y 70/30) de sustitución parcial harina de trigo/ harina pan de árbol, y análisis fisicoquímico al mejor tratamiento. El análisis sensorial se realizó para evaluar si existe diferencia significativa entre los tratamientos para las galletas enriquecidas, se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), así como también las comparaciones múltiples para saber cuál es el mejor tratamiento aplicando la prueba de Tukey. Se contó con la presencia de 10 jueces no entrenados lo que a través de una ficha evaluaron los atributos de Color, Olor, Sabor y Textura. Las galletas enriquecidas con una sustitución de 20% harina pan de árbol, tuvieron mayor aceptación por los jueces consumidores por sus características fisicoquímicas y mejores atributos, cuyos datos experimentales se procesaron en el software SPSS, Excel, Minitab.

**Palabras claves:** Harina pan de árbol, análisis sensorial, tratamientos.

## **ABSTRACT**

In this research it was carried out the study to obtain flour from breadfruit tree seeds (*Artocarpus altilis*), and seek a suitable treatment to partially substitute wheat flour by breadfruit tree flour (*Artocarpus altilis*), in the elaboration of fortified cookies. For which fruits were collected from the city of Tarapoto, San Martin Region. The study included several tests, for both the raw material, breadfruit tree flour (*Artocarpus altilis*), and the product. From the raw material the physicochemical analysis was performed, resulting in 65.01% humidity, 3.92% protein, 4.36% fat, 1.16% ash, pH 6.77 and an acidity that could be labelled as citric acid 0.24 %. From the flour, it was obtained, humidity 10.77%, protein 8.08%, fat 6.19%, ash 2.08%, pH 5.99% and acidity labelled as citric acid 0.13%. In terms of the product, a sensory analysis was performed with 4 treatments (90/10, 85/15, 80/20 and 70/30) of partial substitution of wheat flour / breadfruit tree flour, and physicochemical analysis to the best treatment. The sensory analysis was performed to evaluate if there was a significant difference between the treatments for fortified cookies, it was also used Completely Randomized Block Design (DBCA), as well as multiple comparisons to know the best treatment applying the Tukey's test. This was attended with the presence of 10 untrained judges who evaluated the colour, smell, taste and texture through an evaluation tab. The fortified cookies with a substitution of 20% of breadfruit tree flour had greater acceptance by the consuming judges for their physicochemical characteristics and better attributes whose experimental data were processed in the software SPSS, Excel and Minitab.

**Key words:** Breadfruit tree flour, sensory analysis, treatments.

## I.INTRODUCCIÓN

El Perú posee una alta diversidad de climas, pisos ecológicos, zonas de producción y ecosistemas productivos, razón por el cual habitan gran diversidad de especies vegetales con propiedades alimenticias, medicinales, aromáticas, colorantes, cosméticas, entre otras; sin embargo estos recursos son mal aprovechados por desconocimiento de sus propiedades y por la escasa investigación sobre estos.

Una de estas especies es el pan de árbol con gran cantidad de propiedades nutritivas y crece en las zonas tropicales del país; como en la región San Martín y Amazonas; dicha especie no es cultivada por desconocimiento de sus cualidades, por lo tanto no posee cifras su producción.

A nivel mundial es de gran importancia el consumo de algunos productos como harinas, almidones, hojuelas deshidratadas, las cuales aportan al cuerpo humano energía de manera económica, se consumen en diferentes formas como panes, pasteles, galletas, cereales para el desayuno entre otras. (SUAREZ, 2003).

Sin embargo en la región San Martín y Amazonas la desnutrición es un problema aunque paradójicamente existe una gran biodiversidad de especies alimenticias, pero a pesar de la gran cantidad de plantas que pueden ser utilizadas en la nutrición diaria se emplean solo pocas, probablemente las más conocidas. Es así como desaprovechan especies ricas en nutrientes, como el pan de árbol y otras, que pueden suplir las necesidades del hombre y que son alternativas económicas e innovadoras.

El pan de árbol crece de forma natural y aun no se han desarrollado investigaciones sobre esta especie en la región; esta planta posee un fruto muy nutritivo que tiene alto contenido de carbohidratos y proteínas, así como también de otros componentes de importancia como vitaminas y minerales por lo que se puede dar diferentes aplicaciones en el campo de la agroindustria, ante la posibilidad de la transformación agroindustrial de este cultivo tropical, el presente trabajo plantea los siguientes objetivos:

1. Formular diferentes niveles de sustitución de la harina de trigo por harina de pan de árbol en la elaboración de galleta enriquecida.
2. Analizar las características fisicoquímicas de la harina de pan de árbol.
3. Evaluar las características fisicoquímicas y organolépticas del producto final.

### **1.1. Generalidades del pan de árbol (*Artocarpus altilis*)**

El pan de árbol es una especie en la que existen dos cultivariedades, en una el fruto tiene semillas y en la otra el fruto carece de ellas y solo se compone de una masa suave y blancuzca, el pan de árbol con semillas tiene pequeños aletones en la base del tronco, alcanza 18 metros de altura y la superficie del fruto está lleno de agujones; el árbol de pan sin semillas solo alcanza los 14 metros de altura y la superficie del fruto va desde liso a pequeñas espinas. (ACERO, 1994).

El pan de árbol no puede considerarse estrictamente como fruto pues en la mayoría de los casos los frutos se comen cocido, como se acostumbra con los plátanos verdes. A pesar de su productividad y alto valor nutritivo el pan de árbol, no se cultivan extensamente. Bien manejado podría suplir en los trópicos mayor cantidad energética, de proteínas y vitaminas que otros cultivos. Su producción está asociada a ciertos grupos raciales y por eso no ha alcanzado la tecnología de manejo y utilización que se aplica a otras especies de menor valor agrícola. Cabe considerar al fruto de pan de árbol más conocido como hortaliza que como fruto, al tener que comer cocido. (WATSON, 1985).

El pan de árbol es una especie tropical originaria del sur de Indonesia que fue llevada y naturalizada rápidamente a través de todos los trópicos del mundo; a ello se debe la gran variedad de nombres que recibe, según la región o país donde se encuentre. Es una especie con muchos nombres comunes, que fue llevada y naturalizada rápidamente a través de todos los trópicos del mundo; a ello se debe la gran variedad de nombres que recibe según la región o país donde se encuentre así por ejemplo: (Bolivia) árbol del pan, buen pan, fruta de pan, pan de año, pan de árbol, pan de pobre. (Colombia) castaño de malabar. (Cuba) fruta de pan. (Ecuador) fruta de pan. (Panamá) tanta, marure o árbol del pan. (Perú) árbol del pan, fruta de pan, pan de árbol. (ACERO, 1994).

### **Clasificación taxonómica**

Según lo referido por (ACERO, 1994); la clasificación taxonómica del pan de árbol (*Artocarpus altilis*) es:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógama
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Hamamelidae
Orden	: Urticales
Familia	: Morácea
Género	: <i>Artocarpus</i>
Especie	: <i>Artocarpus altilis</i> .

### **Centro de origen y distribución**

El pan de árbol es nativo de la polinesia, donde su cultivo es muy antiguo, otros señalan la región de Indo malaya como lugar de origen, con una dispersión muy temprana efectuada por migraciones Polinesias; que la llevaron hasta Hawái; y otras islas que ocuparon, a San Vicente y Jamaica. (WATSON, 1985).



**Foto 01:** Foto del pan de árbol (*Artocarpus altilis*), (RAGONE, 2006)

## **Especies**

El pan de árbol (*Artocarpus altilis*), contiene numerosas especies distribuidas desde la india al sur de China y Nueva Guinea. Dos han alcanzado un cultivo, una distribución pan tropical (*Artocarpus altilis*), (pan de árbol) y (*Artocarpus heterophilyllus*) (jaca). Otros como (*Artocarpus adoratissima*) (marang), (*Artocarpus integer*) (Chanpedak), se cultiva solo en el sur de Asia. **(LEON, 1987).**

En el Perú el (*Artocarpus altilis*), crece en diferentes partes de nuestra amazonia desde Iquitos hasta Madre de dios, donde el clima es caluroso, húmedo y el suelo drenado lo son favorables. **(BERNUI, 1981).**

## **Datos ambientales**

En general el pan de árbol es una especie que se ha adaptado a condiciones muy disimiles a nivel mundial; sin embargo, su comportamiento en crecimiento y productividad ha mostrado variabilidad respecto de la temperatura; se le ve creciendo en un rango comprendido entre 21°C y 32°C. El rango altitudinal va desde el nivel del mar hasta los 1200 metros de altitud.

En regiones con precipitaciones promedio anuales menores a 1400 milímetros el pan de árbol requiere riego en las épocas de sequias o veranos prolongados. En zonas muy secas de Colombia, se han observado arboles adultos muertos o la presencia de frutos rajados, vaneamiento de la semilla o caída prematura del fruto. El rango de precipitación óptima está por encima de los 1500 milímetros anuales.

En cuanto a los suelos, se le ha visto crecer bien desde los suelos pedregosos y superficiales de la isla de Providencia (Colombia), hasta algunos suelos profundos del municipio de Dagua – Valle (Colombia). Sin embargo, en suelos encharcados se ha observado la caída prematura de frutos. El pan de árbol tiene un sistema de raíces superficiales y unas hojas bastante anchas; estas características describen una especie apta para ambientes húmedos con 70 a 80 por ciento de humedad relativa. **(ACERO, 1994).**

## **Cultivo**

Principalmente en climas estacionales secos, el pan de árbol se debe cultivar asociado y con considerables densidades de plantación (8 x 8 metros por ejemplo), lo cual favorece también el aprovechamiento masivo de materia orgánica en descomposición, como quiera que sus raíces no puedan tomar nutrientes a profundidad.

El pan de árbol requiere de más sombra en sus primeras etapas de desarrollo que en su fase adulta. En regiones con lluvias mayores a 1500 milímetros anuales se recomienda plantarlo en distanciamiento no menores 10 x 10 metros entre árboles. (**ACERO, 1994**).

## **Cosecha**

Generalmente en Colombia, la fruta recién caída del árbol se recolecta a mano, debido a su gran altura; sin embargo, se recomienda cosecharla directamente del árbol cuando la fruta presenta un color verde amarillento para evitar daños físicos. La cosecha se puede realizar durante todo el año; pero, hay dos periodos de alta producción, uno que va de enero a marzo y otro de Julio a septiembre. (**ACERO, 1994**).

En el Perú la planta produce su fruto durante ocho meses continuos, con un rendimiento por árbol cercano a los 700 frutos por año. (**BERNUI, 1981**)

## **Composición química**

Las raíces y tubérculos tropicales (yuca, plátano, camote, pituca, etc.), son una excelente fuente de energía dado que su materia seca contiene carbohidratos en abundancia, pero presenta baja cantidad de proteínas, llegando hacer diferente cuando son consumidos en gran cantidad. (**DÁVILA, 2000**).

En la tabla 01 se muestra la composición química de algunos cultivos ricos en carbohidratos.

**TABLA 01: Composición química proximal de cultivos alimenticios ricos en carbohidratos (g/100g en base húmeda)**

ALIMENTO	Kcal	COMPONENTES (%)					
		Humedad	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Fibra	Cenizas
Pan de árbol	135	10,0	12,7	5,9	65,0	3,7	2,7
Trigo	336	14,5	8,6	1,5	73,7	3,0	1,7
Maíz amarillo	312	17,2	8,4	1,1	69,4	3,8	1,2
Arroz pilado	359	13,1	8,2	0,5	77,8	0,4	0,4
Camote amarillo	116	69,9	1,2	0,2	27,6	1,0	1,1
Yuca blanca	162	58,9	0,8	0,2	39,3	1,1	0,8
Pituca	102	73,7	1,6	0,5	23,2	0,8	1,0
Plátano verde	152	57,0	1,0	0,2	40,9	0,8	0,9
Sacha papa	141	62,6	2,72	0,1	33,0	-	1,6

Fuente: (Collazos, 1996) \* (Bernui, 1981)

En la tabla 02 se muestra los resultados del análisis proximal de pan de árbol.

**TABLA 02: Composición químico proximal del pan de árbol**

COMPOSICIÓN	PORCENTAJE (%)
Humedad	63,4
Proteína	4,5
Grasa	1,8
Fibra Cruda	3,1
Cenizas	1,3
Carbohidratos	25,9

Fuente: (Agapito, 2000).

## Usos medicinales y alimenticios

### a) Usos medicinales

El pan de árbol ha sido muy utilizado para aliviar entre otras, las siguientes dolencias.

- Antiasmático: Hojas en infusión, una taza en la mañana por 3 días.
- Antidiarreico: Látex obtenido de la base del tronco de tallo diluido en una cucharada de agua tibia.
- Antihelmíntico: La carnosidad del fruto vierte en infusión.
- Conjuntivitis: Yemas foliares maceradas en un pañuelo limpio, presionado presionando y goteando sobre el ojo.
- Diabetes: Infusión de hojas.
- Dolor de oído: el jugo extraído por maceración de 4 hojas jóvenes, se gotea en el interior del oído.
- Eliminación de verrugas: Aplicación de látex sobre el mezquino o verruga.
- Extracción de espinas: látex colocado en algodón a manera de vendaje para atrapar y extraer sin dolor la espina.
- Forúnculos: El látex se coloca sobre el nacido o forúnculo para madurarlo aliviar el dolor.
- Hongos bucales (zum): Hojas de pan de árbol maceradas, con óxido de hierro.
- Neutralizador de venenos: En especial, por consumo de pescado pasado; se mastican 5 hojas de pan de árbol.
- Tensión arterial: Para bajar la tensión arterial se toma la decocción de hoja de pan de árbol con un cuarto de ajo. (ACERO, 1994).

### b) Alimentación humana

Se consume en forma de puré, cocido, frito o turradas y en panificación. (ACERO, 1994).

## **Mercados convencionales**

Los países importadores de pan de árbol son: Estados Unidos, Inglaterra, Canadá. Y los países productores son el Sudeste de Asia, el este de África, Hawái, Jamaica, Haití, Puerto Rico, República Dominicana, Barbados, y demás islas del Caribe, (FAO, 2006).

### **1.2. De la harina de pan de árbol**

#### **1.2.1. Generalidades**

Según (SANCHEZ, 1995), define a las harinas como el polvo que resulta de la molienda de algunos tubérculos y leguminosas, o como polvo menudo a que se reduce los materiales. A su vez (ITINTEC, 1986), define a las harinas sucedáneas como los productos obtenidos de la molienda de cereales, tubérculos, raíces, leguminosas y otros que reúnan características apropiadas para ser utilizadas para el consumo humano.

El Instituto de Investigación Agraria (INIA), en la actualidad cuenta con un programa de investigación denominada **IN SITU**, dedicada al estudio de cultivos nativos en la Región San Martín; lo cual han venido realizando trabajos de investigación en el cultivo de pan de árbol en campo como cultivo asociado, mas no cuentan con un programa de investigación aplicado a dicho cultivo.

#### **1.2.2. Tamaño de partículas**

Las partículas de una harina deben ser lo suficientemente pequeñas de tal forma que el 98% de estas pasan por un tamiz con una malla de 210 micrones.

Estas están especificadas en el estándar de identidad de las harinas de food and drug administration. (CHARLEY, 1987).

#### **1.2.3. Rendimiento de harinas sucedáneas**

En la tabla 03 se muestra el rendimiento de algunos tipos de harinas diferentes del trigo.

**TABLA 03: Rendimiento de algunos tipos de harina diferentes del trigo**

<b>PRODUCTO</b>	<b>RENDIMIENTO (%)</b>
<b>Pijuayo</b>	36,6
<b>Papa</b>	19,5
<b>Pitùca</b>	25,8
<b>Yuca</b>	19,0
<b>Maca</b>	30,0

**Fuente:** (Sánchez, 1995), (Axtell, 1998), (Arévalo ,1998).

Según (SANCHEZ, 1995), el rendimiento de la harina de yuca procesada fue del 95%, especificando que estas otras variedades de yuca tiene rendimiento que oscila entre 12 y 14%, respectivamente; a su vez (AXTELL, 1998), señala que el rendimiento de la harina de maca está en un 30%, y puede considerarse aceptable en composición con harinas de otro producto.

(AREVALO, 1992), indica que el rendimiento de la harina de pijuayo fue el 36,6%, para las pruebas realizadas considerándose aceptable el valor alcanzado, estos valores serán utilizados para comparar el rendimiento de la harina de pan de árbol en el presente trabajo.

La sustitución parcial de harina de pajuero 30% y pasta de oca 30% influyo en la calidad de proteína, sabor y aceptación de la galleta, ya que fue la más aceptada por los panelistas. Asimismo la harina de pajuero permitió el incremento de valor nutritivo de la galleta. (AUQUIÑIVIN, 2007)

#### **1.2.4. Composición química de las harinas**

La composición química proximal de harinas elaboradas a partir de diversos tipos de tubérculos se muestra en la tabla 04.

#### **1.2.5. Propiedades Físicas y Químicas de las harinas**

Las propiedades físicas y químicas más importantes de las harinas son: humedad, proteína, ceniza, grasa, carbohidratos, acidez total, pH, granulometría (ITINTEC, 1986).

### Usos de la harina

Las harinas tienen usos muy variados en las industrias alimentarias. La harina más utilizada es la harina de trigo por sus propiedades en la elaboración de panes y pasta, pero también existe las harinas sucedáneas que también tiene diversas aplicaciones en la industria como en la elaboración de galletas, pasteles y pastas alimenticias. (CHEFTEL, 1999). De otro lado (SANCHEZ, 1995), indica para la elaboración de galletas en gran parte depende de la selección del tipo de harina con las características apropiadas para extender y en caso de las galletas para crujir, así también señala que parte del empleo de dextrosa y jarabes de glucosa, como agentes edulcorantes en confitería, las harinas y los almidones modificados se utiliza también en la fabricación de varios tipos de dulces como grageas, gelatinas, toffes, dulce, faudants y deliciosas turcas.

**TABLA 04: Composición Química Proximal de harinas de diversos tubérculos (g/100g en Base Húmeda)**

COMPONENTES (%)	YUCA	CAMOTE	OCA	PITUCA	PAPA
<b>Humedad</b>	11,2	9,9	6,4	6,09	10,9
<b>Grasa</b>	1,4	0,9	1,9	0,46	0,4
<b>Cenizas</b>	3,3	2,8	3,6	4,13	3,2
<b>Proteína(Nx 6.25)</b>	1,8	2,1	4,1	5,6	6,4
<b>Fibra</b>	1,0	1,8	4,0	0,86	2,3
<b>Carbohidratos</b>	82,3	84,3	84,0	81,4	77,1
<b>Valor Calorífico (Kcal)</b>	340,3	353	365	347,5	332

FUENTE: (Collazos, 1996) y (Reynoso, 1994)

### **1.3. Del producto**

#### **1.3.1. Generalidades**

##### **➤ Galletas**

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

##### **➤ Galletas enriquecidas**

La norma de calidad 206.001 marzo de 1985 dada por el Instituto de Investigaciones Tecnológicas y de Normas Técnicas del Perú, define a las galletas como productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidos por el cocimiento de masa preparadas con harina, con o sin leudantes, huevos, azúcar, margarina, leche, grasas comestibles y otros ingredientes permitidos y debidamente autorizados.

Las galletas son productos alimenticios elaborados con una mezcla de harina, grasa comestible y agua, con adición de azúcar, aromas, huevos y especias, sometida a un proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, caracterizado por su contenido de humedad de aproximadamente 6 %.

##### **➤ Enriquecida**

Es la adición de uno o más nutrientes esenciales a un alimento, con el fin de entregarle un valor agregado y obtener mejor calidad en el producto. **(ITINTEC, 1985)**. En la Universidad Federico Villarreal, elaboraron galletas sustituyendo la harina de trigo por harina de merluza en 5, 10 y 15% en la formulación patrón, encontrándose que es aceptada por los consumidores la formulación del 10% con harina de merluza y el 7% de los panelistas detectaron la incorporación de la harina de pescado en las galletas. **(LÓPEZ Y DÁVILA, 2002)**

### **1.3.2. Metodología para elaboración de galletas**

Existen 3 métodos básicos empleados en la elaboración de galletas: cremado, mezcla en uno y amasado. (MENESES, 1994)

**1°. El Cremado (Creaming Up):** Los ingredientes son mezclados con la grasa a fin de obtener una crema, prosiguiéndose con la adición de harina, pudiendo realizarse esta en dos o tres etapas. El de dos etapas consiste en mezclar todos los ingredientes incluyendo el agua (a menudo como agente emulsificante) con excepción de la harina y el agente químico durante 4 a 10 minutos de acuerdo al tipo y velocidad del mezclador; posteriormente se añade el bicarbonato de sodio y harina continuando con el mezclado hasta adquirir una consistencia deseada. En el caso de tres etapas, se mezcla la grasa, azúcar, jarabe, líquido (leche o agua), cocoa, etc., hasta obtener una crema suave, agregándose el emulsificador y mayor cantidad de agua. Posteriormente se añade la sal, saborizante, colorante, el resto de agua mezclándose seguidamente con el propósito de mantener la crema y finalmente la harina, los agentes químicos y los otros ingredientes. (MENESES, 1994)

**2°. El Mezclado “Todo en Uno”:** Todos los ingredientes son mezclados en una sola etapa incluyendo el agua; parte del agua se utiliza para disolver los agentes químicos, saborizantes, colorantes, prosiguiéndose con el mezclado hasta obtener una masa satisfactoria. (MENESES, 1994)

**3°. El Amasado:** Consta de dos etapas: primero, la grasa, azúcar, jarabes, harinas y ácidos son mezclados hasta obtener una crema corta. Luego se añade agua (y/o leche) conteniendo los agentes alcalinos, sal, etc. mezclándose hasta alcanzar una masa homogénea. En la primera etapa, la harina es cubierta con la crema para actuar como una barrera contra el agua, formando el gluten con la proteína. (MENESES, 1994)

### 1.3.3. Las materia primas fundamentales

Para la elaboración de las galletas las materias primas en general son:

- **Harina:** la harina que se emplea para la elaboración de galletas es la proveniente de trigos blandos, debe ser de diámetro muy pequeño y homogéneo. La función de la harina es la de aportar almidón, responsable de dar la estructura al producto.
- **Grasas y aceites:** la grasa empleada puede ser de origen animal o vegetal, pero los que más se emplean son las de origen vegetal. Sus funciones son las de incorporar aire favoreciendo el esponjado, dan sabor y aroma, impiden la formación de gluten, son lubricantes, dan suavidad a la masa; presentan una desventaja que es la oxidación que facilita el deterioro y otorga olores desagradables al producto.
- **Huevos:** El huevo proporciona proteínas hidrosolubles, que favorecen la formación de espumas, lo que proporciona aire que da lugar a volumen y estabilidad.
- **Polvo de hornear:** su función es hacer que la masa crezca.
- **Azúcar y jarabe:** es considerado al igual que la harina en el constituyente mayoritario o parecido en porcentaje. Cumple funciones como: esponjate, favoreciendo la incorporación de aire e impide la formación de gluten, además humecta el producto es decir lo hace más blando, también aumenta el periodo de vida útil del producto final debido a que retiene agua y retarda la gelificación. Le aportan al producto el color.
- **Saborizantes y potenciadores de sabor:** son conocidos comúnmente como esencias. Son los que le dan el sabor, se encuentra saborizantes naturales o artificiales, debidamente aprobados por las autoridades correspondientes.
- **Sal:** se utiliza con el fin de potenciar el sabor de las galletas. Se utiliza de 1-1.5% del peso de la harina
- **Agua:** es esencial para la elaboración de la masa que se va a hornear.
- **Leche:** la leche les proporciona a las galletas proteínas, azúcares que dan color, aminoácidos que favorecen la formación de sustancias aromáticas. Su función es la de hidratar y dar aroma y suavidad.
- **Conservantes:** los más utilizados son el bicarbonato de sodio, los acidulantes y los colorantes.

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Lugar de ejecución**

El presente trabajo de investigación se realizó en la ciudad de Tarapoto, y los análisis físicos químicos se realizaron en los laboratorios de la UNTRM.

### **2.2. Materia prima**

Para el presente trabajo de investigación se empleó harina de fruto de pan de árbol, agua potable, sal de mesa, levaduras, azúcar, manteca, etc. Las que fueron adquiridos en los mercados de la ciudad de Chachapoyas. Las muestras de pan de árbol, fueron recolectadas en la localidad de Shapaja ubicado a 23 kilómetros del distrito de Tarapoto localizado a 207 msnm. Se cosecharon los frutos cuando estos se desprendieran del tronco en forma natural.

### **2.3. Caracterización biométricas de semillas de pan de árbol**

Se empleó 70 semillas para medir su largo y ancho. Con una balanza digital se determinó el peso de las semillas.

### **2.4. Análisis fisicoquímico de la materia empleada**

Se realizó siguiendo los métodos oficiales para determinar: humedad, proteína total, grasa total, cenizas, pH, acidez titulable. Los procedimientos se describen en el Anexo 06

### **2.5. Equipos y materiales utilizados**

#### **a) Equipos:**

- Amasadora de rodillos
- Cortadora mecánica
- Horno vertical
- Balanza, capacidad 10k.
- Latas para la cocción de las galletas
- Andamios y carros para estibado de latas
- Molino industrial
- Balanza digital
- Estufa

- Equipo soxhlet
- Equipo microkjeldahl
- Mufla
- Equipos de filtrado
- Cocina eléctrica
- Equipo de titulación
- Tamiz de platos

**b) Materiales**

- Cuchillos
- Espátulas de metal
- Ollas
- Capsulas de porcelana
- Pinzas de metal
- Vasos de precipitación
- Balones de vidrio
- Vasos de precipitación
- Tubos de ensayo
- Pipeta de 10ml.
- Baguetas
- Papel filtro
- Piscetas

**c) Reactivos:**

- Ácido sulfúrico concentrado al 1,25%
- Ácido clorhídrico al 0,02%
- Indicadores (fenolftaleína al 1% y rojo de metilo al 1%)
- Hidróxido de sodio en lentejas para análisis al 40% y al 1,20%
- Ácido bórico al 2%
- Éter de petróleo para análisis concentrado
- Catalizador (sulfato de cobre, hierro, potasio, ácido silícico y tío sulfato de sodio)
- Otros materiales para las pruebas de control de calidad.
- Otros materiales necesarios para la realización de las pruebas

## **2.6. Flujoograma general para la elaboración de harina de pan de árbol (*Artocarpus altilis*.)**

En la figura 04 se muestra el flujo preliminar de operaciones para la obtención de harina de pan de árbol.

El objetivo principal fue obtener una harina con buenas características, las cuales permitan su utilización en procesos de panificación como sustituto de la harina de trigo.

### **2.6.1. Procesos**

#### **Pelado**

La operación del pelado se realizó en forma natural, con la utilización de cuchillos de acero inoxidable con la finalidad de separar la semilla de la carnaza.

#### **Lavado de semillas**

Se realizó con agua potable, con la finalidad de eliminar las materias extrañas, tierras, arena y algunas sustancias adheridas a las semillas y reducir la carga microbiana.

#### **Pre-cocido**

Se realizó con agua potable y temperatura de ebullición por un tiempo de 30 minutos.

#### **Enfriado**

El enfriado se realizó por un tiempo de 15 minutos con circulación de aire del medio ambiente.

#### **Descascarado**

El descascarado de las semillas de pan de árbol (*Artocarpus altilis*), se realizó en forma manual.

#### **Secado**

El secado se realizó en una estufa a una temperatura máxima de 60°C por 12 horas.

#### **Molienda**

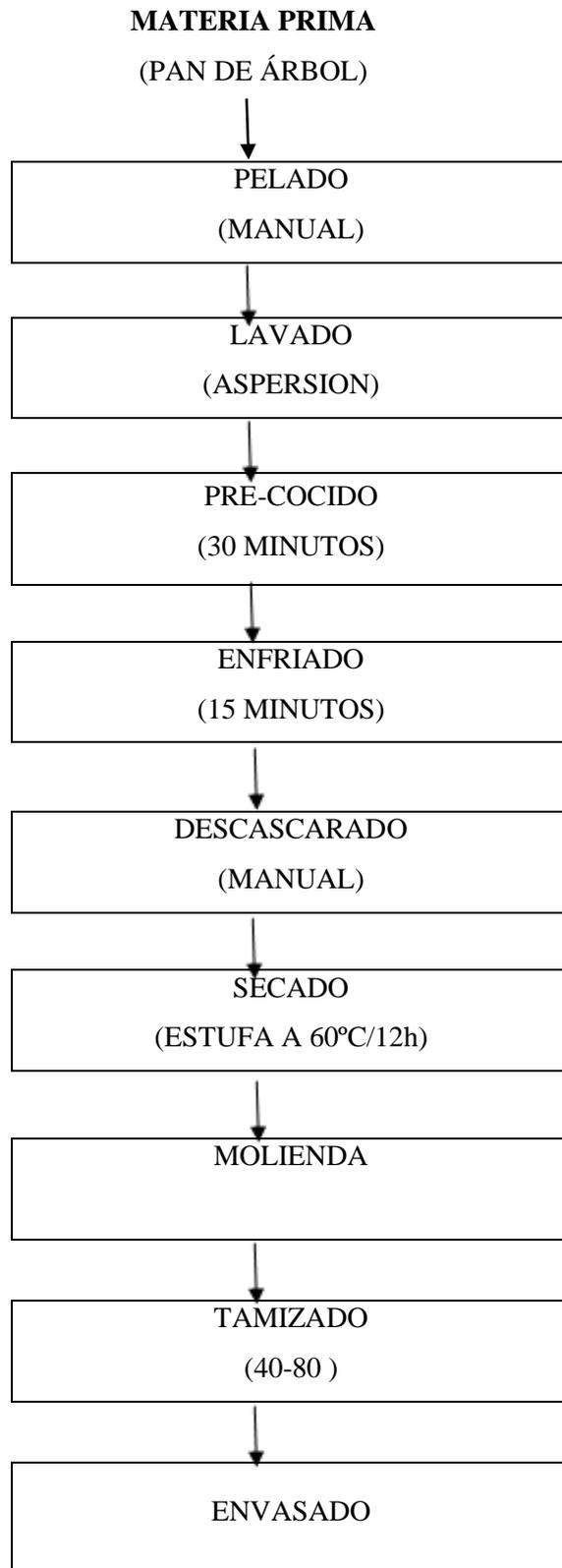
El proceso de molienda se realizó en un molino manual corona obteniendo una uniformidad en las partículas.

**Tamizado**

El producto molido fue tamizado en tamiz N° 40 - 80; para uniformar las partículas y estandarizar la harina.

**Envasado**

Se realizó en bolsas de polietileno de alta densidad, para los dos tipos de muestra con la finalidad de proteger el producto de la humedad y del medio ambiente que puede causar deterioro.



**Figura 01:** Diagrama de Flujo Para Obtención de Harina de Pan de Árbol  
(*Artocarpus altilis*)

## 2.7. Flujograma general para la elaboración de galleta enriquecida

### **Formulación**

Podemos señalar que la sustitución más adecuada fue la sustitución de 80/20, harina de trigo/harina pan de árbol, por presentar una mayor uniformidad en cuanto a su contenido físico químico.

**Mezclado:** Primero se mezclaron el agua, azúcar, sal, leudantes, esencias y el colorante; luego se agregó la manteca, finalmente se incorporaron las harinas. La operación dio tiempo aproximado de 10 a 15 minutos, la cual se realizaron manualmente.

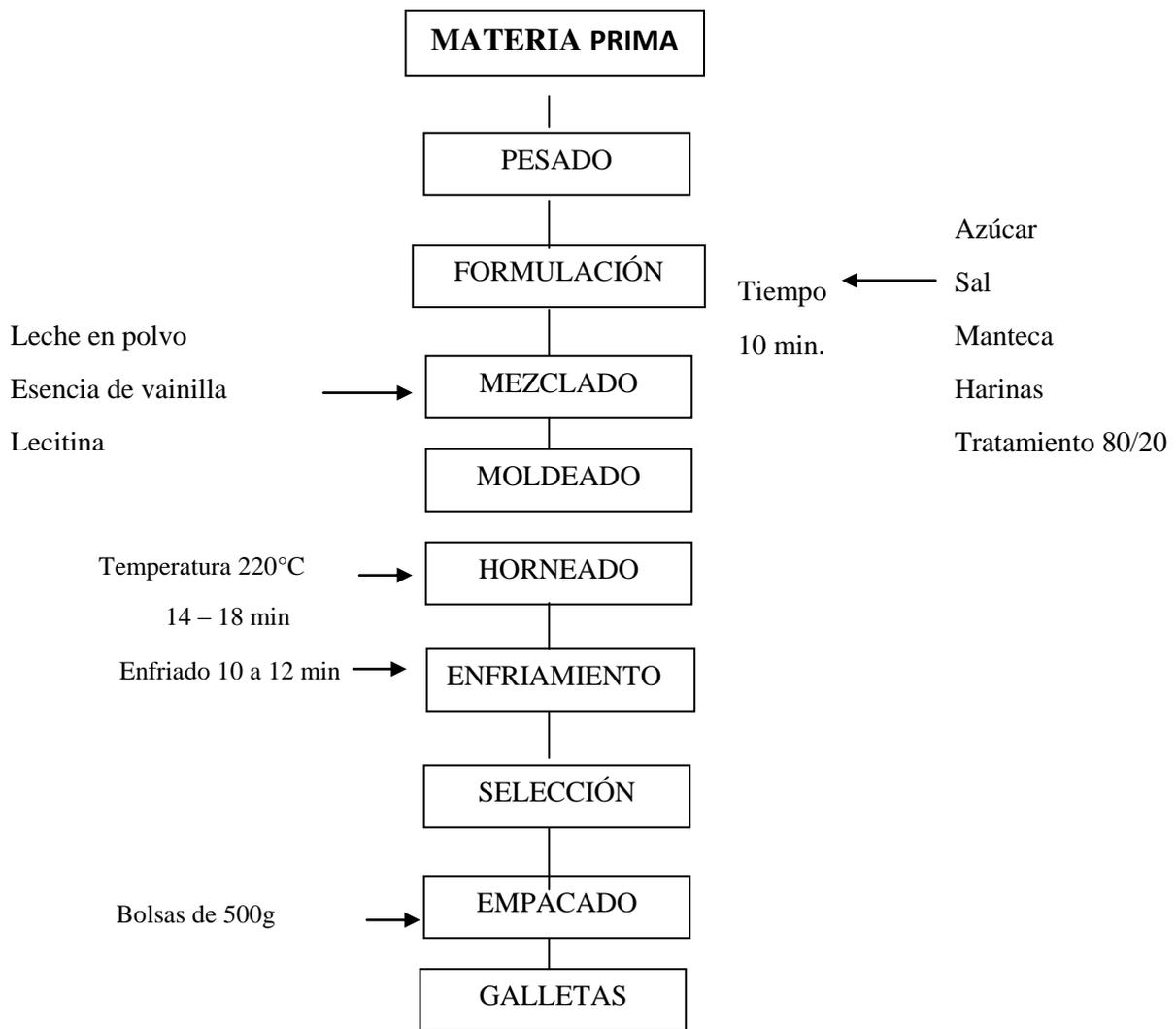
**Moldeado:** Para esta operación se utilizaron moldes acondicionados, en el cual se vertió la masa obtenida en el mezclado,

**Horneado:** Las galletas húmedas fueron colocadas en bandejas los cuales fueron llevados al horno. La temperatura de horneado se encuentra entre 220 a 250°C y el tiempo es de 14 a 18 minutos.

**Enfriamiento:** Las galletas retiradas del horno fueron enfriadas a temperatura ambiente, por un tiempo de 10 a 12 minutos.

**Selección:** Luego del enfriamiento se realizaron la selección de las galletas, en el cual se separan las unidades que no reúnen las condiciones organolépticas.

**Envasado:** El envasado se realizó en plástico de polipropileno de alta densidad de un aproximado de 500gr, los cuales serán sellados con un sellador manual.



**Figura Nª 02:** Diagrama de flujo definitivo para la elaboración de galleta enriquecida

## 2.6. Análisis sensorial

Para evaluar si existe diferencia significativa entre los tratamientos para las galletas enriquecidas, se realizó el análisis sensorial según el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), así también las comparaciones múltiples para saber cuál es el mejor tratamiento aplicando la prueba de Tukey. Se contó con la presencia de 10 jueces no entrenados lo que a través de una ficha que se encuentra en el anexo 03, se evaluaron los atributos de color, olor, sabor y textura. Se realizó el análisis de Varianza (ANOVA), grafico de cajas, grafico de medias y grafica de análisis sensorial para el conjunto de atributos de calidad.

**TABLA 05: Esquema experimental de los tratamientos**

<b>Materia prima</b>	<b>Niveles %</b>			
<b>Tratamientos</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
	90/10	85/15	80/20	70/30
<b>Harina de pan de árbol</b>	10	15	20	30
<b>Harina de trigo</b>	90	85	80	70

**Fuente:** Elaboración propia

### III.RESULTADOS

#### 3.1. De la materia prima

##### 3.1.1. Características biométricas, propiedades físicas y químicas

###### Características biométricas de las semillas pan de árbol.

El análisis biométrico de las semillas pan de árbol realizado se muestra en la tabla 06, siendo datos promedios evaluados a partir de 70 semillas de pan de árbol (anexo 02)

**TABLA 06: Características biométricas promedio de 70 semillas de pan de árbol (*Artocarpus altilis*).**

Características	Valores			Formas de las semillas
	Mínimo	Máximo	Promedio	
Peso (g)	3,62	10,08	6,34	Irregular semiaplanada, longitudinal
Tamaño ( cm)	2,1	4,1	3,2	

FUENTE: Elaboración propia

**TABLA 07: Análisis de pH y Acidez total de semillas frescas de pan de árbol**

Características	Semillas frescas pan de árbol
pH	6,77
Acidez total (%)	0,24

Fuente: Elaboración propia

### **Análisis químico proximal**

Los resultados del análisis químico proximal realizado a las semillas de pan de árbol (*Artocarpus altilis*), se detalla en la tabla N° 08.

**TABLA 08: Composición química proximal de pan de árbol (*Artocarpus altilis*)**

<b>Componentes</b>	<b>Semillas de Pan de árbol</b>
Humedad (%)	65,01
Proteína (N x 6,25) (%)	3,92
Grasa (%)	4,36
Cenizas (%)	1.16
Fibra (%)	2,22
Carbohidratos	23,33

**Fuente:** Elaboración Propia

## **3.2. De la harina obtenida**

### **3.2.1. Análisis químico proximal**

El análisis químico proximal de la harina de pan de árbol (*Artocarpus altilis*) se muestra en la tabla 09

**TABLA N°09: Composición química proximal de la harina de pan de árbol**

<b>Componentes</b>	<b>Harina de pan de árbol (%)</b>
Humedad	10,77
Proteína ( N x 6,25)	8,08
Grasa	6,19
Cenizas	2,08
Fibra	1,84
carbohidratos	71,04

**Fuente:** Elaboración Propia

**TABLA 10: Análisis de pH y acidez total de harina pan de árbol**

<b>Características</b>	<b>Semillas frescas de pan de árbol</b>
pH	5,99
Acidez total (%)	0,13

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.2. Análisis granulométrico de la harina pan de árbol

Se realizó el análisis granulométrico para determinar el tamaño de los gránulos de harina de pan de árbol. Y los resultados se muestran en la tabla 11, en la figura 03 y figura 04.

**TABLA 11: Resultados obtenidos del análisis granulométrico de harina de pan de árbol.**

<b>Número de tamiz</b>	<b>Abertura de tamiz (um)</b>	<b>Cantidad retenido (g)</b>	<b>(%) retenido</b>	<b>Cantidad acumulada (g)</b>	<b>(%) acumulado</b>
20	850	2,12	4,24	47,88	95,76
30	600	0,24	0,48	47,64	95,28
40	425	1,57	3,14	46,07	92,40
50	300	0,07	0,14	46,00	92,00
60	250	1,65	3,30	44,35	88,82
80	180	0,44	0,88	43,91	87,82
100	150	1,85	3,70	42,06	84,12
200	75	13,65	27,30	28,41	56,82

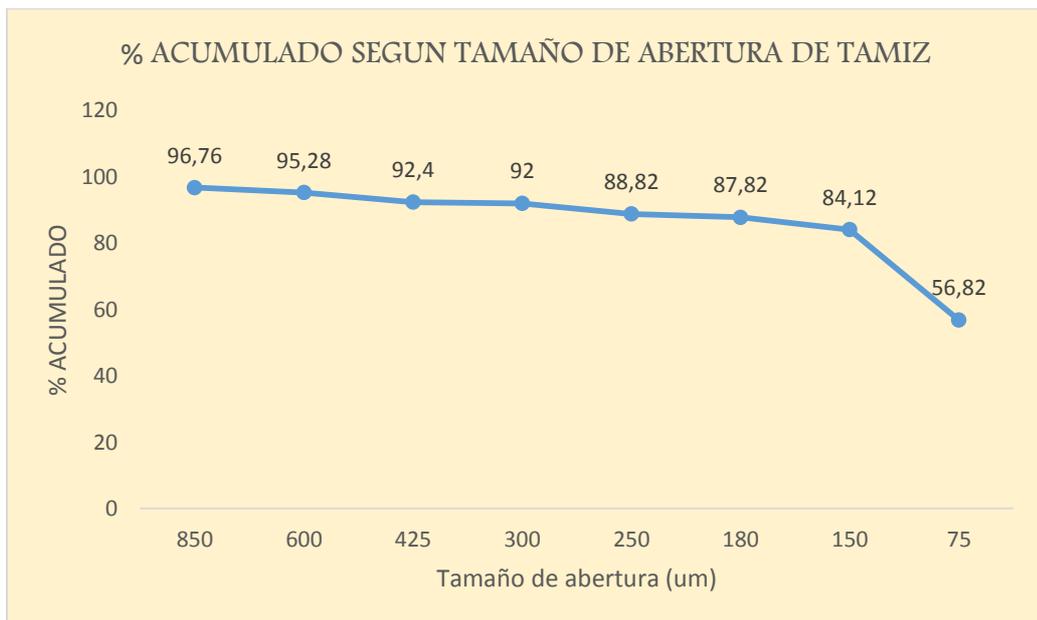
**Fuente:** Elaboración Propia (UNSM – TARAPOTO)

### ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS.



**Figura 03:** Análisis del porcentaje retenido de harina de pan de árbol.

### ANÁLISIS ACUMULATIVO DE TAMAÑO.



**Figura 04:** Análisis del porcentaje acumulado de harina de pan de árbol.

### 3.3. Del producto obtenido

#### 3.3.1. Análisis físico químico de la galleta enriquecida.

##### Análisis químico

En la tabla 12, se muestran los resultados de los análisis realizados.

**TABLA 12: Análisis químico proximal de galletas enriquecidas (con sustitución de harina de pan de árbol)**

Mezclas H:P	Sustitución (%)	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	Cenizas (%)	Carbohidratos (%)
H:P	90/10	9,25	10,76	5,00	0,33	1,43	73,23
H:P	85/15	8,92	10,26	5,58	0,52	1,77	72,95
H:P	80/20	7,64	10,19	6,57	0,48	1,31	73,81
H:P	70/30	9,45	10,02	5,48	0,20	2,08	72,77

**Fuente:** Elaboración propia.

Leyenda : H: Harina de trigo.  
P: Harina de Pan de Árbol.

##### Otros análisis

En la tabla 13 se observan los valores de pH y acidez para la galleta enriquecida obtenidas de la sustitución de harina de trigo/harina de pan de árbol.

**TABLA 13: Análisis del pH y acidez total de la galleta enriquecida con sustitución de harina de pan de árbol.**

Mezclas H:P	Sustitución (%)	pH	Acidez total (%)
H:P	90/10	5,97	0,28
H:P	85/15	5,96	0,27
H:P	80/20	6,21	0,34
H:P	70/30	6,03	0,36

**Fuente:** Elaboración Propia

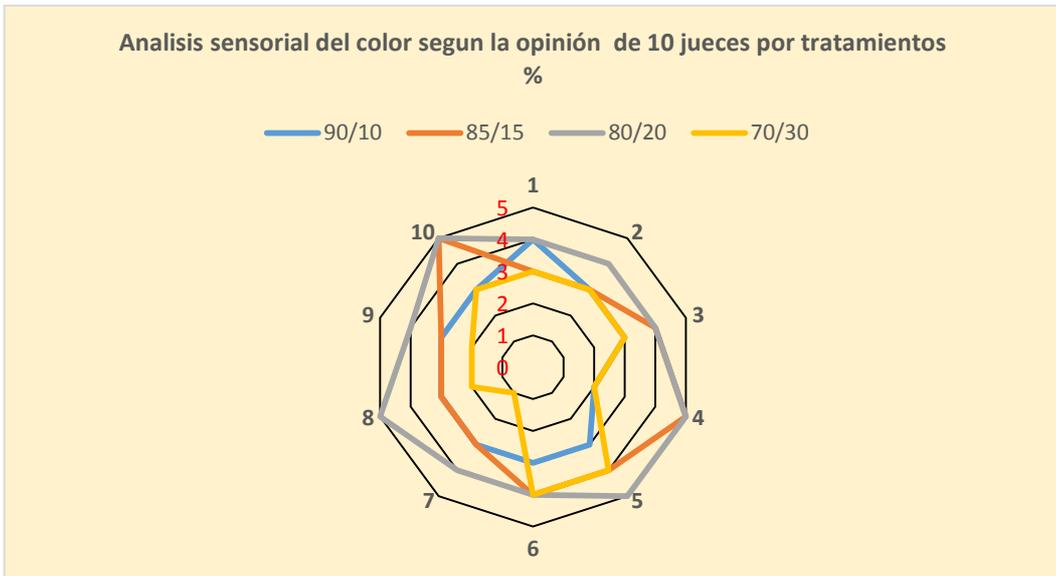
### **3.3.2. Análisis Sensorial**

Se realizó el análisis sensorial para evaluar que si existe diferencia significativa entre los tratamientos para las galletas enriquecidas, según el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), así también se realizó las comparaciones múltiples para saber cuál es el mejor tratamiento aplicando la prueba de tukey, contando con la presencia de 10 jueces semi entrenados lo que a través de una ficha evaluaron los atributos de color, olor, sabor y textura. Teniendo una mayor aceptación las galletas enriquecidas con una sustitución de 80/20 harina de trigo/harina pan de árbol, correspondiente al tratamiento 3. Se realizó el análisis de Varianza (ANOVA), grafico de cajas, grafico de medias y grafica de análisis sensorial para el conjunto de atributos de calidad.

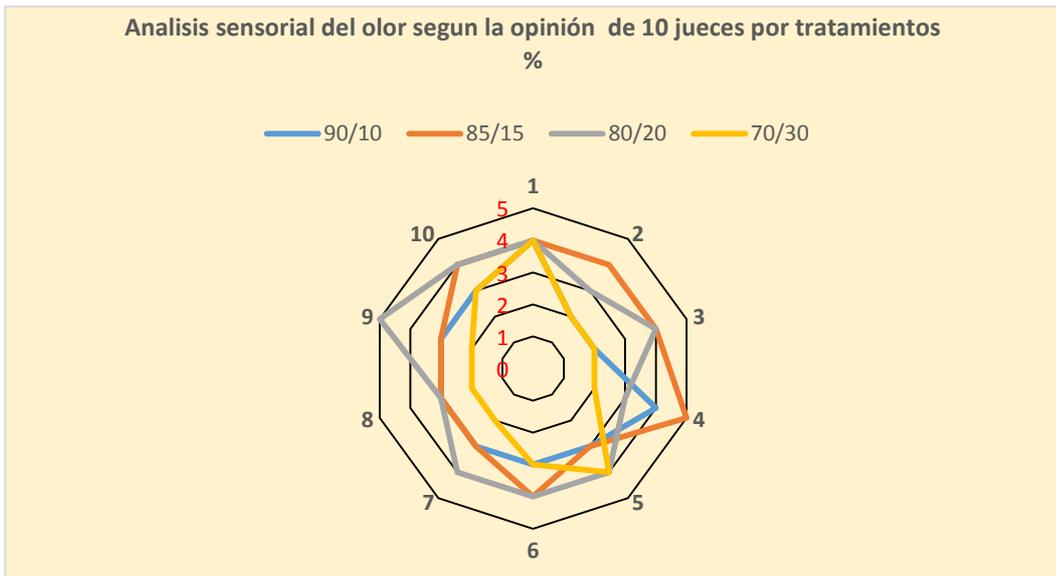
**Tabla 14: Puntajes de los atributos (color, olor, sabor y textura), según la puntuación de calidad de panelistas a diferentes % de trigo/% de pan de árbol en una escala de 1-5**

Panelistas	ATRIBUTOS (%Trigo/ % pan de árbol)															
	Color				Olor				Sabor				Textura			
	90/10	85/15	80/20	70/30	90/10	85/15	80/20	70/30	90/10	85/15	80/20	70/30	90/10	85/15	80/20	70/30
1	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3
2	3	3	4	3	2	4	3	2	4	4	4	2	2	4	3	2
3	3	4	4	3	2	4	4	2	4	4	3	2	3	4	3	2
4	2	5	5	2	4	5	3	2	2	5	4	3	3	5	4	3
5	3	4	5	4	3	3	4	4	3	4	5	4	3	4	5	3
6	3	4	4	4	3	4	4	3	2	3	4	3	3	5	4	4
7	3	3	4	1	3	3	4	2	3	3	4	2	4	3	3	4
8	3	3	5	2	3	3	3	2	2	4	3	3	3	4	4	2
9	3	3	4	2	3	3	5	2	2	4	5	2	3	3	5	2
10	3	5	5	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3

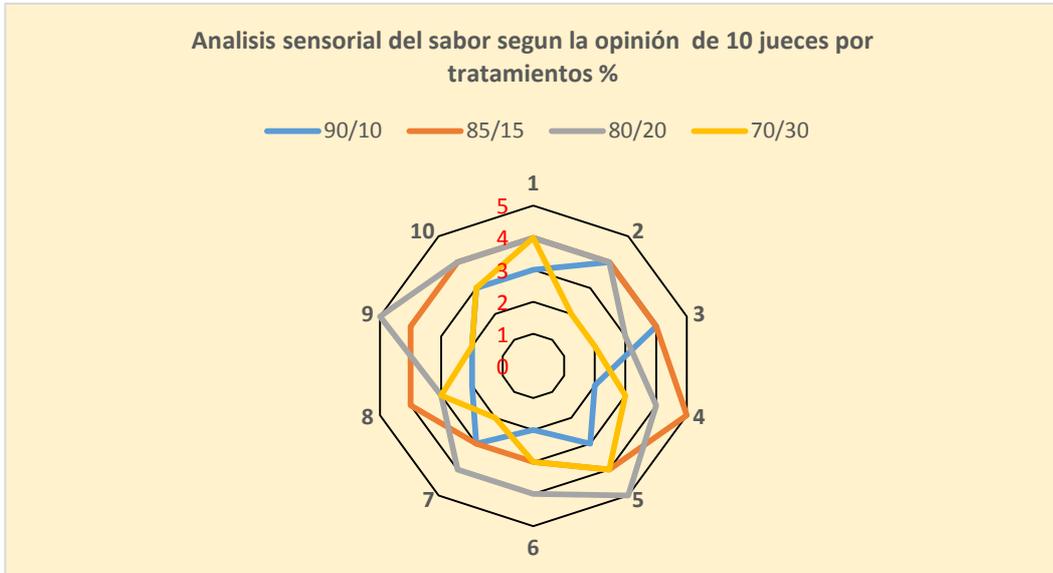
**Fuente:** Análisis sensorial de la muestra de panelistas, 2016.



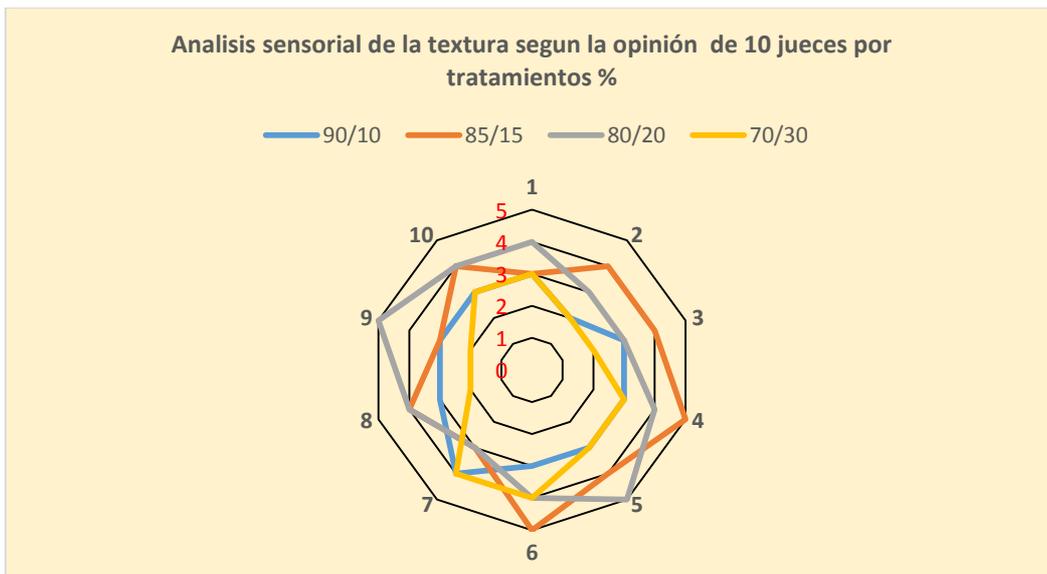
**Figura 05: Análisis sensorial de color.**  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 06: Análisis sensorial del olor.**  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 07: Análisis sensorial de sabor**  
**Fuente:** Elaboración propia.

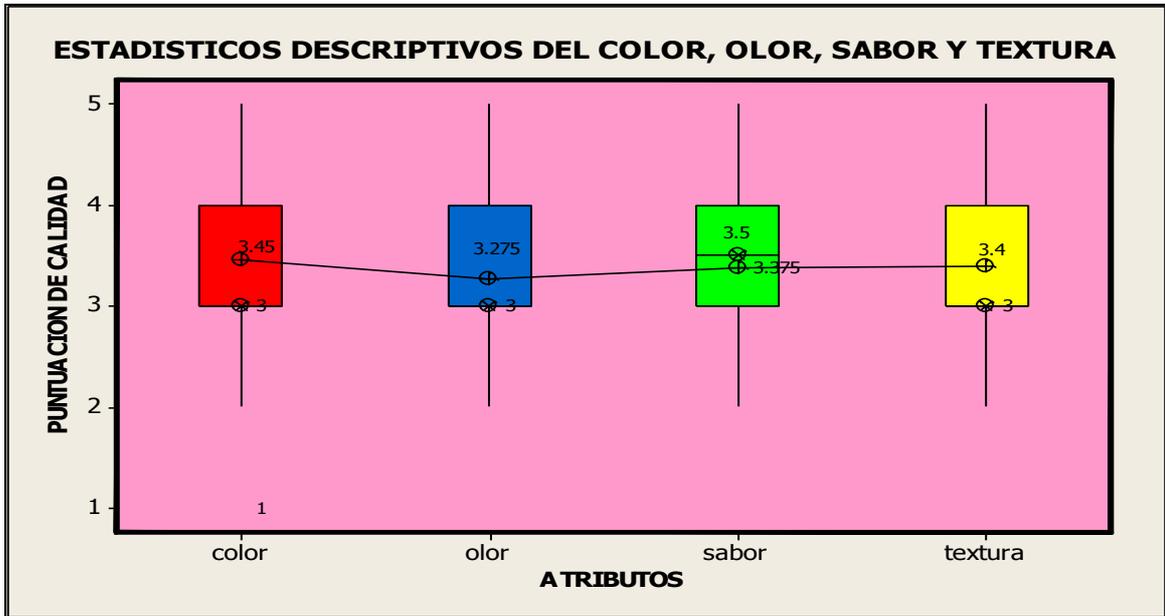


**Figura 08: Análisis sensorial de la textura**  
**Fuente:** Elaboración propia.

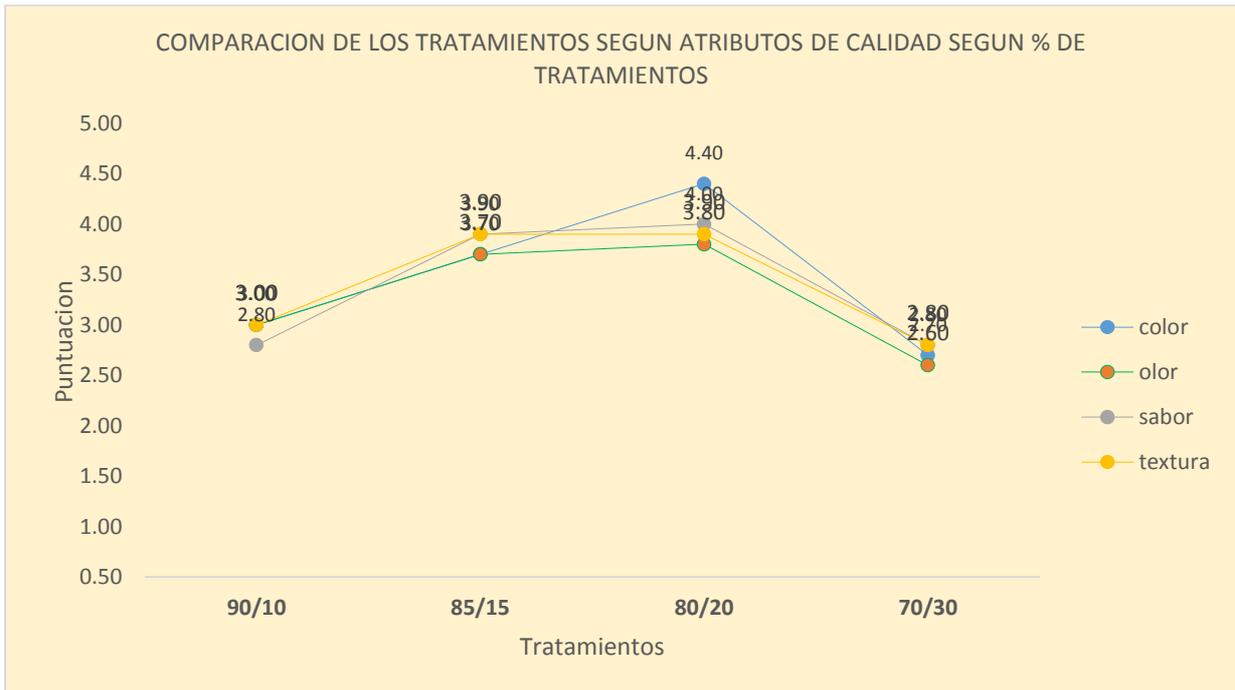
**Tabla 15: Indicadores descriptivos de los atributos de calidad (Color, olor, sabor y textura) según los tratamientos % de harina de trigo/% harina pan de árbol**

Atributos	%harina trigo / % pan de arbol	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	IC 95% para la media		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
color	90/10	10	3.00	.471	.149	2.66	3.34	2	4
	85/15	10	3.70	.823	.260	3.11	4.29	3	5
	80/20	10	4.40	.516	.163	4.03	4.77	4	5
	70/30	10	2.70	.949	.300	2.02	3.38	1	4
	<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>3.45</b>	<b>.959</b>	<b>.152</b>	<b>3.14</b>	<b>3.76</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
olor	90/10	10	3.00	.667	.211	2.52	3.48	2	4
	85/15	10	3.70	.675	.213	3.22	4.18	3	5
	80/20	10	3.80	.632	.200	3.35	4.25	3	5
	70/30	10	2.60	.843	.267	2.00	3.20	2	4
	<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>3.28</b>	<b>.847</b>	<b>.134</b>	<b>3.00</b>	<b>3.55</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
sabor	90/10	10	2.80	.789	.249	2.24	3.36	2	4
	85/15	10	3.90	.568	.180	3.49	4.31	3	5
	80/20	10	4.00	.667	.211	3.52	4.48	3	5
	70/30	10	2.80	.789	.249	2.24	3.36	2	4
	<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>3.38</b>	<b>.897</b>	<b>.142</b>	<b>3.09</b>	<b>3.66</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
textura	90/10	10	3.00	.471	.149	2.66	3.34	2	4
	85/15	10	3.90	.738	.233	3.37	4.43	3	5
	80/20	10	3.90	.738	.233	3.37	4.43	3	5
	70/30	10	2.80	.789	.249	2.24	3.36	2	4
	<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>3.40</b>	<b>.841</b>	<b>.133</b>	<b>3.13</b>	<b>3.67</b>	<b>2</b>	<b>5</b>

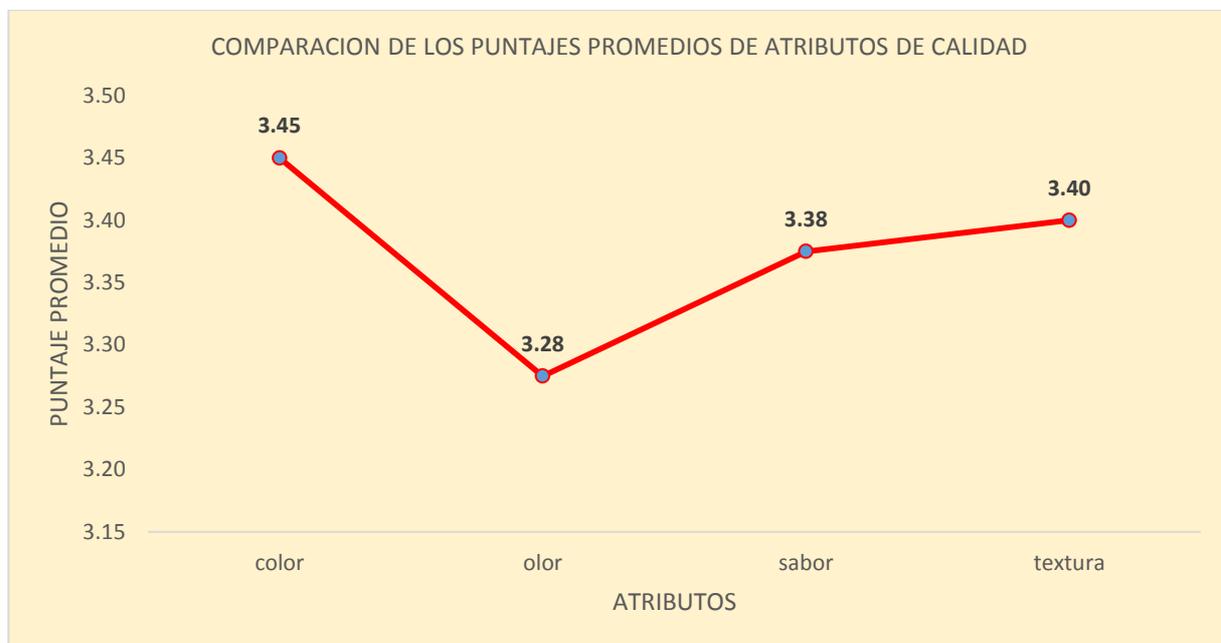
**Fuente:** Análisis Estadístico de la muestra, elaboración propia, 2016



**Figura 09: Distribución de los indicadores estadísticos de los atributos de calidad**  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 10: Comparación de los atributos de calidad según tratamientos**  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 11: Comparación de los puntajes promedios de atributos de calidad**  
**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 16: Análisis de varianza de los atributos de calidad**

Atributo	Fuente de variación	suma de cuadrados	grados de libertad	cuadrados medios	Fc	Sig.	Decisión
Color	Bloque	5.90	9.00	0.66	1.39	0.24	No existe diferencia
	tratamientos	17.30	3.00	5.77	12.26	0.00	Existe diferencia
	Error	12.70	27.00	0.47			
	<b>Total</b>	<b>512.00</b>	<b>40.00</b>				
Olor	Bloque	5.73	9.00	0.64	1.39	0.24	No existe diferencia
	tratamientos	9.87	3.00	3.29	7.18	0.00	Existe diferencia
	Error	12.38	27.00	0.46			
	<b>Total</b>	<b>457.00</b>	<b>40.00</b>				
Sabor	Bloque	4.13	9.00	0.46	0.89	0.55	No existe diferencia
	tratamientos	13.28	3.00	4.43	8.55	0.00	Existe diferencia
	Error	13.98	27.00	0.52			
	<b>Total</b>	<b>487.00</b>	<b>40.00</b>				
Textura	Bloque	5.10	9.00	0.57	1.24	0.31	No existe diferencia
	tratamientos	10.20	3.00	3.40	7.46	0.00	Existe diferencia
	Error	12.30	27.00	0.46			
	<b>Total</b>	<b>490.00</b>	<b>40.00</b>				

**Fuente:** Elaboración propia, según análisis Estadístico de las muestras.

**Tabla 17: Comparaciones múltiples de los atributos de calidad**

Atributo	Comparaciones i-j	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	IC al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
COLOR	90/10	85/15	-.70	.307	.127	-1.54	.14
		80/20	-1,40*	.307	.001	-2.24	-.56
		70/30	.30	.307	.763	-.54	1.14
	85/15	90/10	.70	.307	.127	-.14	1.54
		80/20	-.70	.307	.127	-1.54	.14
		70/30	1,00*	.307	.015	.16	1.84
	80/20	90/10	1,40*	.307	.001	.56	2.24
		85/15	.70	.307	.127	-.14	1.54
		70/30	1,70*	.307	.000	.86	2.54
	70/30	90/10	-.30	.307	.763	-1.14	.54
		85/15	-1,00*	.307	.015	-1.84	-.16
		80/20	-1,70*	.307	.000	-2.54	-.86
OLOR	90/10	85/15	-.70	.303	.120	-1.53	.13
		80/20	-.80	.303	.061	-1.63	.03
		70/30	.40	.303	.558	-.43	1.23
	85/15	90/10	.70	.303	.120	-.13	1.53
		80/20	-.10	.303	.987	-.93	.73
		70/30	1,10*	.303	.006	.27	1.93
	80/20	90/10	.80	.303	.061	-.03	1.63
		85/15	.10	.303	.987	-.73	.93
		70/30	1,20*	.303	.003	.37	2.03
	70/30	90/10	-.40	.303	.558	-1.23	.43
		85/15	-1,10*	.303	.006	-1.93	-.27
		80/20	-1,20*	.303	.003	-2.03	-.37
SABOR	90/10	85/15	-1,10*	.322	.010	-1.98	-.22
		80/20	-1,20*	.322	.005	-2.08	-.32
		70/30	0.00	.322	1.000	-.88	.88
	85/15	90/10	1,10*	.322	.010	.22	1.98
		80/20	-.10	.322	.989	-.98	.78
		70/30	1,10*	.322	.010	.22	1.98
	80/20	90/10	1,20*	.322	.005	.32	2.08
		85/15	.10	.322	.989	-.78	.98
		70/30	1,20*	.322	.005	.32	2.08
	70/30	90/10	0.00	.322	1.000	-.88	.88
		85/15	-1,10*	.322	.010	-1.98	-.22
		80/20	-1,20*	.322	.005	-2.08	-.32

<b>SABOR</b>	<b>90/10</b>	<b>85/15</b>	-.90 <sup>*</sup>	.302	.029	-1.73	-.07
		<b>80/20</b>	-.90 <sup>*</sup>	.302	.029	-1.73	-.07
		<b>70/30</b>	.20	.302	.910	-.63	1.03
	<b>85/15</b>	<b>90/10</b>	.90 <sup>*</sup>	.302	.029	.07	1.73
		<b>80/20</b>	.00	.302	1.000	-.83	.83
		<b>70/30</b>	1,10 <sup>*</sup>	.302	.006	.27	1.93
	<b>80/20</b>	<b>90/10</b>	.90 <sup>*</sup>	.302	.029	.07	1.73
		<b>85/15</b>	.00	.302	1.000	-.83	.83
		<b>70/30</b>	1,10 <sup>*</sup>	.302	.006	.27	1.93
	<b>70/30</b>	<b>90/10</b>	-.20	.302	.910	-1.03	.63
		<b>85/15</b>	-1,10 <sup>*</sup>	.302	.006	-1.93	-.27
		<b>80/20</b>	-1,10 <sup>*</sup>	.302	.006	-1.93	-.27

**Fuente:** elaboración propia del Análisis Estadístico de las muestras, 2016

#### IV. DISCUSIONES

- En la tabla 06 se aprecia que el peso de las semillas de pan de árbol (*Artocarpus altilis*), están en un rango de 3,62g a 10,08g teniendo un peso promedio de 6,34g en lo referente al tamaño están de 2,1cm a 4,1cm con un promedio de 3,2cm. La forma característica de las semillas, fue irregular semiaplanada, longitudinal. La diferencia de peso y tamaño se deben básicamente a la diferencia de nutrientes que presentan los suelos de las cuales fueron recolectados, ya que las semillas obtenidas de los árboles que se encuentran en la orilla del río son más grandes, siendo inundables estos suelos en ciertas épocas del año, dejando considerables cantidades de nutrientes. Las semillas que fueron recolectados de pendientes son más pequeñas, debido que en épocas de invierno arrasan los nutrientes, y épocas de verano tienen poca disponibilidad de agua.
- En la tabla 07 el valor del pH, para las semillas de pan de árbol fresco fue de 6,77 respectivamente, el cual fue comparado con el valor de pH de algunos productos como el maíz de 6,3 a 6,45 y del cacao de 6,3 reportado por (**HAYES, 1992**). Encontrándose en tal sentido los valores obtenidos dentro de los rangos para las semillas de los cereales y de las oleaginosas, y una acidez total para las semillas de pan de árbol fresco fue de 0,24%, expresado como ácido cítrico que es elevado respecto a lo indicado por (**OSPINA, 1995**), que es de 0,02%. Esta diferencia se debe en gran parte al tipo de suelo, época de cosecha, y las regiones donde se desarrollan dicho pan de árbol.
- Según la tabla 08 el pan de árbol contiene una humedad de 65,01%, estando en el rango promedio reportado por (**COLLAZOS, 1996**); (**BERNUI, 1981**), que es de 63,04% de humedad para semilla de pan de árbol. En cambio, con las proteínas son bajas para el pan de árbol presentando un 3,92%, siendo estos valores menores a lo reportado por los autores antes mencionados que dan a la semilla de pan de árbol 4,5%. Estos valores están dentro del promedio de proteína para la leche que es de 3,25% (**WALSTRA, 2000**). En cuanto a la grasa hay una disminución 4,36%, esta merma es debida por el arrastre del agua en el momento de la cocción que a las temperaturas hechas solubilizan a los lípidos existentes en el pan de árbol, y como consecuencia disminuye de la parte original. Así mismo ocurre con los componentes cenizas, fibra y carbohidratos que disminuye por el tratamiento de cocción por las razones de temperaturas elevadas y el incremento del agua en el pan de árbol.
- En el anexo 05 se presenta el flujo y balance de masa para la obtención de harina de pan de árbol (*Artocarpus altilis*), en ello se detallan los parámetros a lo cual fueron sometidas

cada operación, teniendo cuidado la operación de secado, ya que de esta dependió la molienda de las semillas del pan de árbol. Es por ello en esta etapa se utilizó un tiempo de 12 horas a 60°C, temperatura ideal para conservar sus características organolépticas, cabe resaltar que en la operación de molienda por la fricción que ofrece el equipo recalienta los gránulos, y aun se pierde humedad llegándose al producto final con 10,77%, y un rendimiento proceso de 1,32kg, de harina de pan de árbol. Ya que al proyectar el balance de masa en base a 100kg de harina de pan de árbol se estaría obteniendo un total de 21,29kg, valores que están en el rango reportado por (AXTELL, 1998). Para harina de papa 19,5kg y por (SANCHEZ, 1995), para harina de yuca 19,0kg.

- De la tabla 09 se puede observar que los valores encontrados para la harina de pan de árbol contienen una humedad de 10,77%, encontrándose dentro del rango reportado por (BERNUI, 1981), manifestando que para el pan de árbol 10%. En cuanto a las proteínas se obtuvo un valor de 8,08% para pan de árbol, pero por debajo de lo reportado por el mismo autor 12,7% esto es debido a la previa hidrólisis que sufre los componentes de pan de árbol por el tratamiento térmico facilitando su determinación. En cuanto a grasa se obtuvo un valor de 6,19% este valor es mayor a lo reportado por el mismo autor 5,9%. En cuanto a cenizas fue de 2,08% y carbohidratos de 71,04% valor que se encuentre por encima de lo reportado por (BERNUI, 1981).
- En la tabla 10 se puede observar que los valores obtenidos para harina pan de árbol fueron, un pH de 5,99, el cual está dentro del rango óptimo para harinas sucedáneas descrito en las Normas Técnicas Peruanas de (ITINTEC, 1986). Y una acidez total expresada como ácido cítrico de 0,13% encontrándose cercano al límite máximo dispuesto por las Normas Técnicas Peruanas de (ITINTEC, 1986).
- De la tabla 11 podemos tener una idea de la finura de la harina de pan de árbol ya que el 87,82% pasan por un tamiz de 180 micrones, estando dentro del límite establecido por (CHARLEY, 1987), quien indica que las partículas deben ser lo suficientemente pequeñas de tal forma que el 98% pase a través de una malla de 210 micrones. Para visualizar mejor estos resultados se grafican los valores obtenidos del porcentaje retenido de la muestra con el tamaño de abertura de la malla (Figura 03), y el porcentaje acumulado de la muestra con el tamaño de abertura de la malla (Figura 04).
- En la tabla 12 se observa que el contenido de humedad para una sustitución de harina de trigo/harina pan de árbol esta entre 7,64% a 9,45%. Estando en el rango promedio a los valores reportados por la norma (NMX-F-006-1983), (anexo 08) para galletas establece

una humedad mínima de 6%.

- De los análisis de proteína, en la tabla 09 se observa valores para galletas elaborado con sustitución de harina de trigo/ harina pan de árbol que está entre los límites de 10,76% a 10,02%. Se puede observar que ha mayor nivel de sustitución el contenido de proteína en las galletas disminuye, debido a que el contenido de proteína en la harina de pan de árbol, son menores ya que en promedio son de 8% que al mezclarse con la harina de trigo (proteína de 12% a 14%) este disminuye. Estos valores obtenidos están en el rango promedio al reportado por (**AGAPITO, 2000**), para galletas que contiene 9,6% de proteína, y al reportado por (**REYNOSO, 1994**), para galletas con sustitución de harina de quinua 9,31%, papa 8,44%, maíz 13,4% y la de yuca 11,5%. En relación a la grasa, esta oscila entre 5,00% y 5,48% para galletas enriquecidas elaborada con harina de pan de árbol, estos resultados están por encima de lo reportado por (**REYNOSO, 1994**) para cebada 1,8%, quinua 2,2%, yuca 2,8% y de 0,3% para galletas esto reportado por (**AGAPITO, 2000**). En relación al contenido de fibra y cenizas, para galletas enriquecidas elaboradas con harina de pan de árbol disminuyen en un porcentaje mínimo a medida que aumenta el nivel de sustitución.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se llegó a las siguientes conclusiones.

- Es factible técnicamente elaborar galletas enriquecidas sustituyendo parcialmente a la harina de trigo por harina de pan de árbol hasta niveles del 20%.
- La composición química proximal de la galleta enriquecida a un nivel de sustitución de 80/20 harina de trigo/ harina pan de árbol fue: humedad 7,64%, proteína 10,19%, grasa 6,57%, cenizas 1,31%, fibra 0,48%, y carbohidratos 73,81%, pH de 6,21, y una acidez total de 0,34 expresado como ácido sulfúrico.
- En la tabla 17, podemos observar que existe diferencia significativa en cada par de tratamientos según atributos: color: Existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en los tratamientos
- El análisis químico proximal demuestra que la utilización de harina de pan de árbol en panificación disminuye el porcentaje de proteínas a medida que se aumenta el nivel de sustitución en la galleta.
- La utilización de la harina de pan de árbol es una alternativa para el aprovechamiento en la línea de panificación en las regiones San Martín y Amazonas.

## VI. RECOMENDACIONES

- Realizar trabajos acerca de la caracterización de la harina de pan de árbol (*Artocarpus altilis*)
- Realizar estudios sobre aprovechamiento integral del pan de árbol (*Artocarpus altilis*), ya que el porcentaje de desechos es elevado.
- Realizar trabajos de investigación agronómicos que incluya cultivo, tiempo de producción inventario de la cantidad de hectáreas y la cantidad de producción existente en toda la cuenca amazónica.
- Difundir el empleo de la harina de pan de árbol como sucedáneo en la elaboración de galleta enriquecida. Debido a que sus características de sabor, color, olor y textura mejoran el producto final.

## VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA

1. **ACERO, D. (1994).** El pan de árbol, cultivo y aprovechamiento. Proyecto árbol del plan – plegable. Universidad Distrital de Santa fe Bogotá, D, C. Colombia
2. **AGAPITO T. (2000)** Tabla de composición de Alimentos Graso, Ácidos Graso, Aminoácidos.
3. **AGUIRRE, C.** IX congreso de ciencia de los alimentos y v foro de ciencia y tecnología de alimentos. Análisis químico proximal de la harina de Plátano, disponible en: CNCA-2007
4. **A.O.A.C. (1990).** Oficial Métodos of Analisis. Asociacion of oficial Agricultur Chemists 11av Edition USA.
5. **ALIMENTACIÓN SANA (1988).** Elaboración de harina / [www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/ Chef/harina.htm](http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/Chef/harina.htm) - 25k
6. **AREVALO, T. (1992).** Obtención de harina de pijuayo (*Bactris gasipus*) crudo y pre – cocido con fines industriales. Informes de prácticas pre – profesional Tarapoto – Perú.
7. **ARGUETA, V. (2008).** Determinación de la aceptabilidad de galletas para niños en edad escolar elaboradas a partir de harina de semilla de pan (*Artocarpus altilis*) en el municipio de San Lorenzo del departamento de Suchitepéquez, Programa universitario de investigación en alimentación y nutrición - prunian- seguridad alimentaria
8. **AUQUIÑIVIN E. (2007).** Elaboración de galletas enriquecidas a partir de una mezcla de cereales, leguminosas y tubérculos. Tesis de investigación. UNTRM-A. Chachapoyas. Perú.
9. **AXTELL, B Y ADAMS. (1998).** Procesamiento de tubérculos en el Perú ITDG. Perú
10. **BERNUI I. (1981),** Análisis porcentual y utilización proteica neta de la harina de (*Artocarpus altilis*), (pan de árbol), Lima – Perú. Tesis universidad Ricardo Palma.
11. **CABEZAS. A. (2010).** Elaboración y evaluación nutricional de galletas con quinua y guayaba deshidratada. Tesis.Br. Bioquímico Farmacéutico, Facultad de Ciencias, ESPCH, 117 pág. Ecuador.
12. **CENSO (2012).** IV Censo Nacional Agropecuario INEI departamento Amazonas.
13. **CHARLEY, C. (1987).** Tecnología de alimentos: Proceso químico y Físico en la preparación de alimentos. Editorial LIMUSA. México. 2da Edición.

14. **CHEFTEL, C Y CHEFTEL, H. (1999).** Introducción a la Tecnología de los alimentos. Volumen 01. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
15. **COLLAZOS, CH. (1996).** Tabla de composición de los alimentos. 7ma edición. Ministerio de Salud Lima.
16. **DÁVILA, A. (2000).** Obtención de Almidón de papa aérea (*Discoria bulbifera*). Tesis de ingeniería Agroindustrial UNSM. TARAPOTO.
17. **ESCOBAR, B. (1992).** Aporte Calórico-Proteico de Barras tipo Snack, Elaborados con Cereales y Maní. Alimentos N° 3. Volumen 17. Santiago-Chile. ps5-10.
18. **FELLOWS, P. (1994).** Tecnología del procesamiento de Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
19. **GEANKOPLIS, C. (2000).** Introducción a la Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad del Valle de Guatemala. Facultad de Ciencia y Humanidades.
20. **GÓMEZ, M. y GONZALO, M. (1987).** Modelo para la Extrusión de Mezclas Maíz: Soja (70:30). INIQUI-UNAS, Salta-Argentina.
21. **GUERRERO D. (2014).** Estudio de factibilidad de la producción y comercialización de harina de fruta de pan en la provincia de esmeraldas. Tesis Ingeniero en Comercio y Finanzas Internacionales Bilingüe, Facultad de Especialidades Empresariales.
22. **HAYES, G. (1992).** Manual de datos para la Ingeniería de los Alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.
23. **HERRERA I.** Galletas fortificadas con cereales andinos //disponible en:  
<http://www.lamolina.edu.pe/gaceta/edicion2009/notas/nota046.htm> // Acceso el 24 de agosto del 2016.
24. **INIAP** (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). El plátano y su potencial (en línea). Ecuador. Consultado 27 marzo 2010. Pág. 35
25. **ITINTEC. (1985).**Galletas requisitos. NTP: 206.001.Lima.Peru.
26. **INTINTEC (1986).** Normas Técnicas Peruanas para harinas provenientes de tubérculos y raíces.
27. **KIRK R; SAWER R. (2000).** Composición y análisis de los alimentos de Pearson. Editorial Ccesa.
28. **MEJÍA C. (2009).** “Elaboración de galletas enriquecidas con concentrado proteico foliar de zanahoria (*Daucus carota*)”.Tesis Mr. // EPG, Ciencia de los alimentos//. UNJFSC. Huacho. Perú.

29. **MENDIETA, O. Y MEDINA, M. (1992).** Manual de prácticas de laboratorio de ingeniería de alimentos. UNSM – TARAPOTO.
30. **MINSA / INS.- AEDDE - ANCASH. (2001).** Bases para la Selección y Contratación de Proveedores del Alimento Líquido y Sólido para el Programa de Desayunos Escolares. Ancash. Ps 1-50.
31. **NMX-F-006. (1983).** Alimentos. Galletas. Food. Cookie. Normas Mexicanas. Dirección general de normas.
32. **LÓPEZ, L y DÁVILA S. (2002).**Galletas con Valor nutricional Agregado. Industrial data 5(1); 3-7
33. **OSPINA J. (1995).** Producción agrícola. Editor Ltda. Santa fe de Bogotá D.C. Colombia
34. **POTTER, N. (1978).** La ciencia de los alimentos. Editorial Edutex S.A. México.
35. **PRIMO E. (1998).** Química de los alimentos. Editorial Síntesis.
36. **SOA. (2013).** Producto alimenticio - harina de plátano //disponible en: (<http://suharinadeplatano.co/su-harina-de-platano/> // Acceso el 7 /02/2015.
37. **REYNOSO Z. LASTARRIA H. SILVA M. (1994).** Uso de sucedáneos de trigo en la panificación. Lima – Perú. Publicación N° 02/94. Programa de investigación en alimentos de la UNA – MOLINA.
38. **STANLEY, R. CAUVAIN Y. LINDAS, Y. (1998).** Panadería. Editorial Acribia S.A.
39. **SANCHEZ, M. (1995).** Obtención de harina de yuca. Informes de prácticas pre – profesionales. UNSM. Tarapoto – Perú.
40. **WATSON, E. (1985).** Cultivos tropicales adaptados a la selva alta peruana, particularmente Alto Huallaga. Lima – Perú.
41. **WALSTRA, P. (2000).** Ciencia de la leche y tecnología de productos lácteos. Fragosa – España.
42. **WIKIPEDIA, (2007).** Valor nutricional de semilla de pan de árbol. [es.wikipedia.org/wiki/Artocarpus altilis](http://es.wikipedia.org/wiki/Artocarpus_altilis) - 67k

**VIII. ANEXOS**

**ANEXO 01**

**FOTOGRAFIAS DURANTE EL PROCESO DE TESIS**



**ARBOL DE PAN**



**FRUTO DE PAN DE ARBOL**



**RECOLECTANDO FRUTO DE PAN DE ARBOL**



**SEMILLAS FRESCAS DE PAN DE ARBOL**



**TAMIZADO DE LA HARINA DE PAN DE ARBOL**



**PESADO DE LA HARINA DE PAN DE ARBOL**



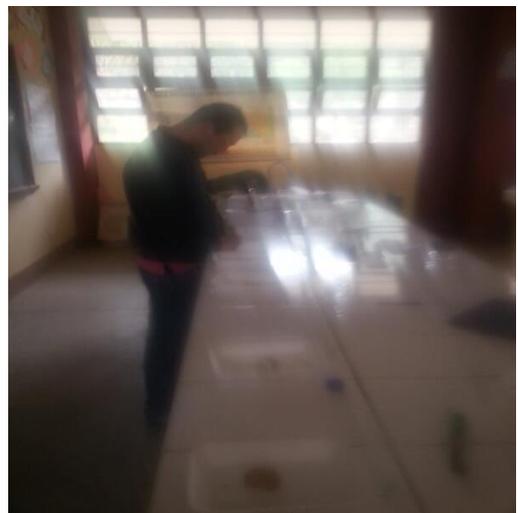
**HARINA DE PAN DE ARBOL**



**HARINA DE PAN DE ARBOL**



**EVALUACIÓN SENSORIAL DE  
GALLETAS**



**EVALUACIÓN SENSORIAL DE  
GALLETAS**



**MEZCLADO DE LOS INSUMOS**



**PREPARACION DE LA GALLETA**



**CORTADO DE LA MASA**



**BOLEADO Y MOLDEADO DE LA MASA**



**HORNEADO DE GALLETAS**



**ESTANTES DEL HORNO  
ELCTRICO**



**HORNEADO DE GALLETAS**



**HORNEADO DE GALLETAS**

**ANEXO 02**  
**ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LAS HARINAS SUCEDANEAS**  
**PROCEDENTES DE TUBERCULOS Y RAICES**

Humedad	15%
Cenizas	2,5%
Ácidos	0,15%
Reacción a la fenoftaleina	ninguno

**FUENTE:** ITINTEC, 1996

**ANEXO 03**

**FICHA DE EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS DE CALIDAD.**

**PANELISTA:**.....

**FECHA:**.....

**PRODUCTO A EVALUAR: GALLETA ENRIQUECIDA**

**INDICACIONES:**

Usted está recibiendo 04 muestras de galleta enriquecida de harina de trigo con diferentes porcentajes de sustitución de harina pan de árbol (*Artocarpus altilis*), califica los atributos de calidad: color, olor, sabor y textura. Así mismo se le solicita reportar en el siguiente cuadro los resultados según la escala de calificaciones.

**ATRIBUTO DE CALIDAD**

**ESCALA DE PUNTUACIÓN**

Muy bueno	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Muy malo	1

	<b>MUESTRAS</b>			
<b>ATRIBUTO</b>	<b>M1 90/10</b>	<b>M2 85/15</b>	<b>M3 80/20</b>	<b>M4 70/30</b>
<b>COLOR</b>				
<b>OLOR</b>				
<b>SABOR</b>				
<b>TEXTURA</b>				

**OBSERVACIONES**

.....  
.....

## ANEXO 04

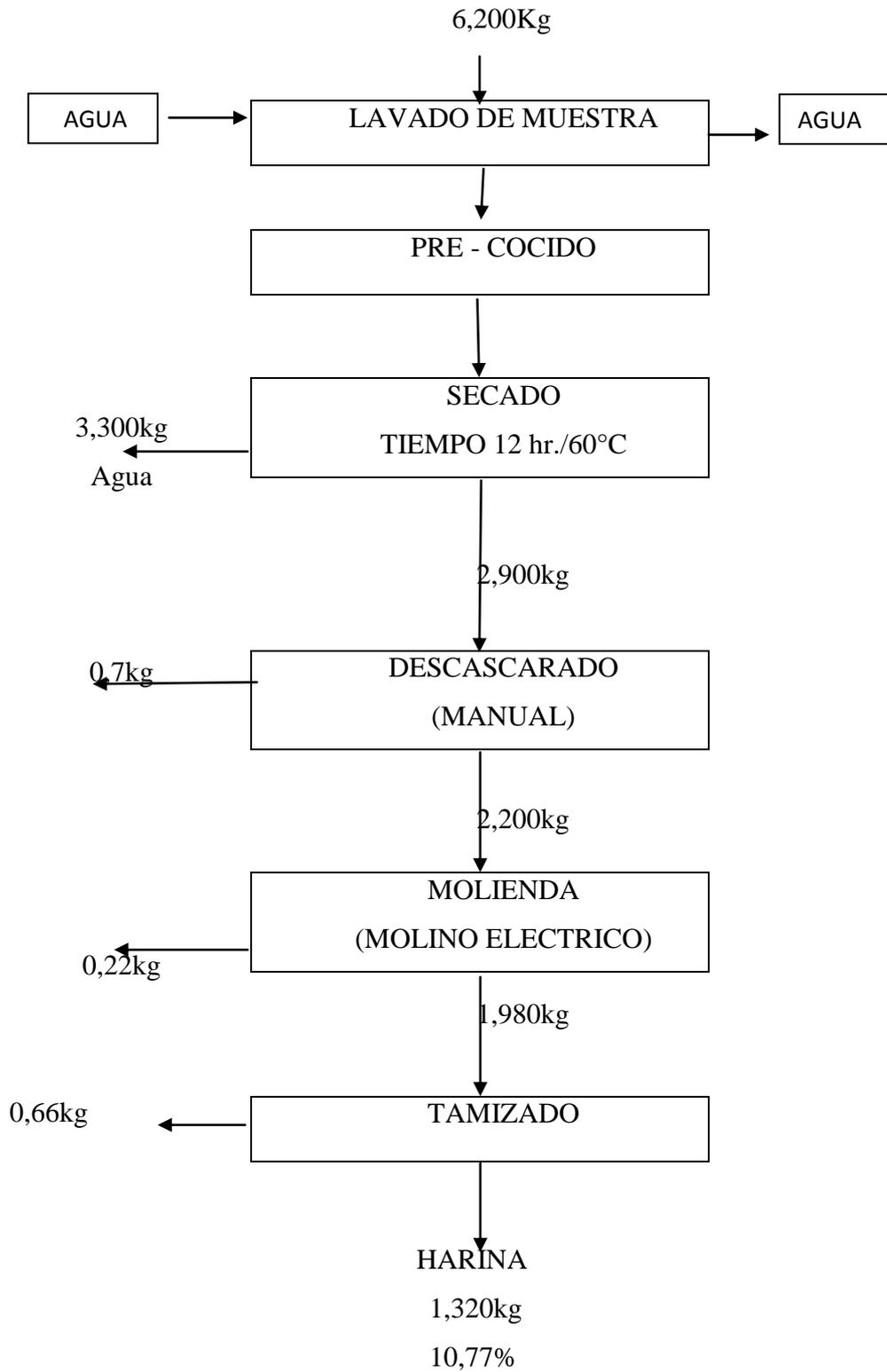
**TABLA 18:** Peso y tamaño de semillas pan de árbol

TOTAL SEMILLAS	PESO (g)	TAMAÑO (cm)
1	8,31	3,9
2	6,66	2,9
3	4,75	2,6
4	7,79	2,8
5	6,16	3,2
6	5,45	3,4
7	7,1	3
8	6,54	3,9
9	5,43	2,8
10	6,27	3,5
11	6,63	4,1
12	6,21	3,5
13	8	3,9
14	7,01	2,9
15	6,18	3,4
16	4,93	3,5
17	5,15	2,7
18	6,07	3,5
19	7,34	3,2
20	6,17	3,1
21	4,3	3,6
22	5,38	4
23	4,29	3,2
24	5,69	3,1
25	6,33	3
26	6,01	3,1
27	8,47	2,6
28	6,43	2,7
29	5,42	3,1
30	5,75	2,4
31	8,1	3,3
32	5,51	3
33	8,65	3,4
34	4,91	2,8
35	5,28	3
36	8,12	3
37	7,14	2,8

38	5,81	3,4
39	3,21	3,7
40	7,61	3,4
41	6,1	3,4
42	7,54	2,7
43	6,31	3,5
44	7,46	4
45	3,62	3,7
46	7,81	3
47	6,13	3,1
48	5,48	3,4
49	4,87	3,4
50	7,45	2,8
51	10,08	2,5
52	6,08	2,8
53	7,7	2,7
54	4,75	3
55	8,5	4
56	6,63	4,2
57	5,57	3,7
58	5,09	3,9
59	8,47	2,1
60	7,01	2,9
61	6,64	2,2
62	6,95	3,4
63	6,17	3,4
64	5,76	3
65	5,55	3,3
66	6,92	3,2
67	5,67	3,2
68	6,41	3,4
69	6,5	3,3
70	4,59	2,7
PROMEDIO	6.35	3,20

**Fuente:** Elaboración propia.

**ANEXO 05**  
**MATERIA PRIMA**  
**(SEMILLAS PAN DE ARBOL)**



**Figura 08: Balance de materia para la obtención de 1,320kg de harina de semillas de pan de árbol**

## ANEXO 06

### 1. Procedimiento para determinación de humedad

- a. Se extrajo una semilla de pan de árbol y luego se cortó una rodaja de 0,5 cm de espesor.
- b. Se pesó una luna de reloj ( $w_1$ ) g.
- c. Se colocó la muestra a analizar en la luna de reloj.
- d. Se pesó la muestra con la luna de reloj ( $w_2$ ) g.
- e. Se colocó en la estufa a 105°C
- f. Se controló el peso cada 30 minutos hasta peso constante ( $w_3$ ) g.
- g. Se calculó el porcentaje de humedad según la formula siguiente:

$$\%humedad = \left[ \frac{w_2 - w_3}{w_2 - w_1} \right] \times 100$$

### 2. Procedimiento para determinación proteínas totales

- a. Pesar de 2 a 3 gramos de muestra y transferir a un tubo de digestión, añadiéndole 1gr de catalizador (sulfato de potasio y sulfato de cobre).
- b. Limpiar con un poco de agua destilada las paredes del tubo de digestión, luego agregar 2.5ml de ácido sulfúrico concentrado y se coloca en el digestor Kjeldahl a 420°C por 2 horas o cuando el contenido del tubo está completamente cristalino ( color verde esmeralda)
- c. Se transfiere la muestra digerida a un destilador agregando 5ml de hidróxido de sodio concentrado e inmediatamente se conecta la fuente de calor para que se produzca la destilación.
- d. Se recibe el destilado en un Erlenmeyer conteniendo 25ml de una solución de ácido bórico con los indicadores de pH. La destilación termina cuando ya no pasa más amoníaco.
- e. Luego se titula con ácido clorhídrico 0,05N hasta que vire al rojo. Se anota el gasto.

$$\%PROTEINA = \% \text{ Nitrógeno} \times f$$

$$\% \text{ nitrogeno} = \frac{V \times N \times meq - g \text{ Nitrogeno} \times 100}{W}$$

Dónde:

V: ml gastados de HCl en la titulación

N: normalidad del HCl

W: peso de muestra (g)

f: factor proteico (6,25 para vegetales)

### 3. Procedimiento para determinación de % de grasas – método Soxhlet

- a. Se deseco un balón, en una estufa a 110°C
- b. Se enfrió el balón en una campana de desecación
- c. Se pesó el balón frío (P1) g.
- d. Se pesó 5gr de muestra (P2) g.
- e. Se empaqueto la muestra en papel filtro
- f. Se colocó el paquete en el cuerpo del aparato Soxhlet, previamente montado
- g. Se añadió el disolvente (hexano o éter de petróleo) hasta una altura adecuada para luego poder ser sifoneado hacia el balón
- h. Se conectó una fuente de calor
- i. Se controló por aproximadamente 2 horas
- j. Se sacó el balón cuando contenga poco disolvente, momentos antes de ser sifoneado
- k. Se colocó el balón en una fuente de calor para evaporar el sobrante del disolvente
- l. Se enfrió el balón en una campana de desecación
- m. Se pesó el balón nuevamente (P3) g.
- n. Se realizó los cálculos con la siguiente formula:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{P_3 - P_1}{P_2} \times 100$$

### 4. Procedimiento para determinar % de cenizas

- a. Se puso a peso constante un crisol de porcelana, lo cual significo dejarlo durante 15 minutos en la mufla a una temperatura de 600°C
- b. Se dejó enfriar el crisol de porcelana en un desecador durante 15 – 20 minutos y se tuvo en cuenta de no cerrar el desecador totalmente
- c. Se pesó el crisol de porcelana en la balanza analítica y dicho peso fue anotado (P1) g.

- d. Se tomó una muestra (fruta fresca o harina pan de árbol), y se pesó 3 gramos ( $P_2 = 3,0$ ) en el crisol previamente tarado.
- e. Se registró el peso exacto con cuatro cifras significativas
- f. Se colocó el crisol de porcelana en la plancha de calentamiento de la cocina eléctrica hasta sequedad. Luego se llevó el crisol de porcelana a la mufla por un tiempo de 3 horas, a una temperatura de  $600^{\circ}\text{C}$
- g. Transcurrido el tiempo indicado se retiró el crisol de porcelana de la mufla, se dejó enfriar en un desecador y luego se pesó nuevamente
- h. Se realizó pesadas sucesivas hasta que el peso sea constante en tres ocasiones ( $P_3$ ) g.
- i. Se realizó los cálculos en la siguiente formula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{P_3 - P_1}{P_2} \times 100$$

## 5. Procedimiento para determinar Acidez total

- a. Se determinó mediante titulación ácido – base, con la ayuda de una bureta, fenolftaleína como sustancia indicadora y como titulante hidróxido de sodio (0,1N)
- b. El resultado se expresó en términos de ácido cítrico (%) que es el que más se encuentra en mayor proporción en este fruto.

$$\% \text{ Acido citrico} = \frac{N \times V \times pe_{\text{acido citrico}}}{W} \times 100$$

Dónde:

N: normalidad de la solución de NaOH

V: ml de NaOH gastados en la titulación

$pe_{\text{acido citrico}}$ : peso mili equivalente del ácido cítrico

W: peso de la muestra (g)

## ANEXO 07

### 1. Norma sanitaria

Sobre “calidad de harinas”. (R.D.N° 027-86 ITINTEC DG/ D.N. 86-02-11. Lima – Perú) según Resolución Ministerial N° 664-1986-S.A/ D.M. del 11 de febrero de 1986. Diario oficial “El peruano”. Requisitos microbiológicos según norma técnica:

Mohos <100ufc

Levaduras < 1000 ufc

Ufc : unidades formadoras de colonias

Además debe cumplir con los requisitos mínimos, fijados en la tabla siguiente de acuerdo al tipo que pertenezca:

Tabla 19: Requisitos mínimos de harinas

Requisitos	Especial		Extra		Popular		Semi - integral		Integral	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Humedad (%)	--	15,0	--	15,0	--	15,0	--	15,0	--	15,0
Cenizas (%)	--	0,64	0,65	1,00	1,01	1,40	1,41	--	--	--
Acidez total (%)	--	0,10	--	0,15	--	0,16	--	0,18	--	0,22

Fuente: Norma Técnica peruana INDECOPI (205.027 – harinas)

Las harinas deben encontrarse libres de toda sustancia o cuerpo extraño a su naturaleza.

- No puede obtenerse a partir de materias primas fermentadas, descompuestas como consecuencia del ataque de hongos, roedores o insectos.
- Debe tener la consistencia de un polvo fluido en toda su masa excepto la integral y la semi – integral, sin grumos de ninguna clase (considerando la compactación natural del envasado automático y del estibado).
- No tener olor a rancio, ácido, o en general olor diferente al característico de la harina.
- No tener mancha de aceite, kerosene o de cualquier producto.

**2. Normas técnicas andinas para quinua (*Chenopodium quinoa*) y productos procesados (hojuelas y harina)**

Norma : NB/NA, método de ensayo: AOAC 32.1.05.

Código : 18004- 2009

Título : Granos andinos – pseudo cereales- harina de quinua- requisitos

Requisitos bromatológicos de harina de quinua

Requisitos : Humedad (%)

Valores : Max 13,5

Método de ensayo : AOAC 945.15

Requisitos : Cenizas (%)

Valores : Max 3,5

## ANEXO 08

NMX-F-006-1983. ALIMENTOS. GALLETAS. FOOD. COOKIE. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.

### 1. INTRODUCCIÓN

Las especificaciones que se establecen en esta Norma sólo podrán satisfacerse cuando en la elaboración del producto se utilicen materias primas e ingredientes de calidad sanitaria, se apliquen buenas técnicas de elaboración, se realicen en locales e instalaciones bajo condiciones higiénicas, que aseguren que el producto es apto para el consumo humano.

### 2. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Mexicana establece las especificaciones que debe cumplir el producto denominado "Galletas".

### 3. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las vigentes de las siguientes Normas Mexicanas: NMX-F-66-S. Determinación de cenizas en alimentos. NMX-F-68-S. Alimentos. Determinación de proteínas. NMX-F-83. Determinación de humedad en productos alimenticios. NMX-F-89-S. Determinación de extracto etéreo (método Soxhlet). NMX-F-90-S. Determinación de fibra cruda en alimentos. NMX-F-253. Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias. NMX-F-254. Cuenta de organismos coliformes. NMX-F-255. Método de conteo de hongos y levaduras en alimentos. NMX-F-308. Cuenta de organismos coliformes fecales. NMX-F-312. Determinación de reductores directos y totales en alimentos. NMX-F-317. Determinación de pH en alimentos. NMX-Z-12. Muestreo para la inspección por atributos.

### 4. DEFINICIÓN

Para los efectos de esta Norma se establece la siguiente definición:

Galletas.- Es el producto elaborado con harinas de trigo, avena, centeno, harinas integrales, azúcares, grasa vegetal y/o aceites vegetales comestibles, agentes leudantes, sal yodada; adicionados o no de otros ingredientes y aditivos alimenticios permitidos los que se someten a un proceso de amasado, moldeado y horneado.

## 5. CLASIFICACIÓN

RECOPIADO POR: EL PROGRAMA UNIVERSITARIO DE ALIMENTOS

El producto objeto de esta Norma se clasifica en 3 tipos y un sólo grado de calidad cada uno.

Tipo I Galletas finas Tipo II Galletas entrefinas Tipo III Galletas comerciales

## 6. ESPECIFICACIONES

Las galletas en sus 3 tipos y un sólo grado de calidad cada uno deben cumplir con las siguientes especificaciones:

### 6.1. Sensoriales

Color: Característico del tipo de galleta sin presentar áreas negras por quemaduras.

Olor: Característico, no debe presentar olores extraños ni a rancidez.

Sabor: Característico del producto, sin sabores extraños.

Aspecto: Tamaño uniforme, de acuerdo con el tipo de galleta.

Consistencia: La característica, de cada producto.

### 6.2. Físicas y químicas

Las galletas deben cumplir con las especificaciones físicas y químicas anotadas en las tablas siguientes:

Para el tipo I (Finas)

Tabla 20

<b>Especificaciones</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Humedad %		6.0
pH (Nota 1)	6.0	8.0
Cenizas %		1.5
Proteínas %	8.0	
Fibra cruda %		0.5
Extracto etéreo % (Nota 2)	15.0	
Carbohidratos diferencia a 100		

Nota 1. En el caso de galletas con relleno de frutas el pH se modificará de acuerdo al relleno.

Nota 2. En caso de galletas tipo gauffrette sin relleno, este porcentaje puede ser menor.

Para el tipo II (Entrefinas)

Tabla 21

<b>Especificaciones</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Humedad %		8.0
pH	6.0	8.0
Cenizas %		2.0
Proteínas %	6.0	
Fibra cruda %		0.5
Extracto etéreo %	10.0	
Carbohidratos diferencia a 100		

Para el tipo III (Comerciales)

Tabla 22

<b>Especificaciones</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Humedad %		8.0
pH	6.0	8.0
Cenizas %		2.0
Proteínas %	6.0	
Fibra cruda %		0.5
Extracto etéreo %	5.0	
Carbohidratos diferencia a 100		

Nota 3. Las especificaciones correspondientes se refieren sobre base seca.

### 6.3. Materia extraña objetable

El producto objeto de esta Norma debe de estar libre de fragmentos macroscópicos de insectos, pelos y excretas de roedores, así como de cualquier otra materia extraña objetable.

### 6.4. Ingredientes básicos

Harina de trigo, azúcares, grasa y/o aceite vegetal comestible, agentes leudantes, sal yodada y jarabe de azúcar invertido

### 6.5. Ingredientes opcionales

Leche descremada en polvo, queso, suero de leche, caseinato de sodio, mantequilla o grasa butírica, huevo fresco, congelado o en polvo, frutas en sus distintas formas, mermeladas, jaleas, gomas, grenetina, agar-agar, pectinas o albuminas, chocolate y coco rallado.

## 6.6. Aditivos

Lecitina, saboradores, colorantes, emulsificantes, antioxidantes y mejoradores de masa autorizados por la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

## 7. MUESTREO

7.1. Cuando se requiera el muestreo del producto, éste podrá ser establecido de común acuerdo entre productor y comprador, recomendándose el uso de la Norma Mexicana NMX-Z-012.

### 7.2. Muestreo Oficial

El muestreo para efectos oficiales estará sujeto a la legislación y disposición de la Dependencia Oficial correspondiente, recomendándose el uso de la Norma Mexicana NMX- Z-012.

## 8. MÉTODOS DE PRUEBA

Para la verificación de las especificaciones físicas, químicas y microbiológicas que se establecen en esta Norma se deben aplicar las Normas Mexicanas que se indican en el capítulo de Referencias

## 9. MARCADO, ETIQUETADO, ENVASE Y EMBALAJE

### 9.1. Marcado y etiquetado

#### 9.1.1 Marcado en el envase

Cada envase del producto debe llevar una etiqueta o impresión permanente, visible e indeleble con los siguientes datos:

- Denominación del producto, conforme a la clasificación de esta Norma.
- Nombre comercial o marca comercial registrada, pudiendo aparecer el símbolo del fabricante.
- El "Contenido Neto" de acuerdo con las disposiciones vigentes de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
- Nombre o razón social del fabricante o propietario del registro y domicilio en donde se elabora el producto.
- Número de lote y/o clave de la fecha de fabricación. Para envase unitario de un kg en adelante.
- La leyenda "Hecho en México".
- Lista completa de ingredientes en orden de concentración decreciente incluyendo los aditivos, si los contiene.
- Texto de las siglas Reg. S.S.A. No. "A", debiendo figurar en el espacio en

blanco el número de registro correspondiente.

- Otros datos que exija el reglamento respectivo o disposiciones de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

#### 9.1.2 Marcado en el embalaje

Deben anotarse los datos necesarios para identificar el producto y todos aquellos otros que se juzguen convenientes tales como las precauciones que deben tenerse en el manejo y uso de los embalajes.

#### 9.2 Envase

El producto objeto de esta Norma, se debe envasar en un material resistente inocuo, que garantice la estabilidad del mismo, que evite su contaminación no altere su calidad ni sus especificaciones sensoriales.

#### 9.3 Embalaje

Para el embalaje del producto objeto de esta Norma, se deben usar cajas de cartón o envolturas de algún otro material apropiado, que tengan la debida resistencia y que ofrezcan la protección adecuada a los envases para impedir su deterioro exterior, a la vez faciliten su manipulación en el almacenamiento y distribución de las mismas, sin exponer a las personas que los manipulen.

### 10. ALMACENAMIENTO

El producto terminado debe almacenarse en locales que reúnan los requisitos sanitarios que señale la Secretaría de Salubridad y Asistencia.