



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS**

### **AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

#### **CARRERA DE AGROINDUSTRIAS**

**ANÁLISIS DE TRES ÍNDICES DE MADUREZ DEL FRUTO DE PAN**  
*Artocarpus altilis* **PARA EL APROVECHAMIENTO DE SUS SEMILLAS**  
**EN LA ELABORACIÓN DE UN SNACK**

**Tesis presentada como requisito para optar por el Título de Ingeniero  
Agroindustrial**

**Autora:**

**Gabriela Massari Mena Zambrano**

**Directora:**

**Ing. Rosario del Carmen Espín Valladares MBA**

**Ibarra – Ecuador**

**2016**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

### CARRERA DE AGROINDUSTRIAS

ANÁLISIS DE TRES ÍNDICES DE MADUREZ DEL FRUTO DE PAN  
*Artocarpus altilis* PARA EL APROVECHAMIENTO DE SUS SEMILLAS  
EN LA ELABORACIÓN DE UN SNACK

Tesis revisada por los Miembros del Tribunal, por lo cual se autoriza su  
presentación como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO/A AGROINDUSTRIAL

#### APROBADA:

Ing. Rosario Espín  
DIRECTORA TESIS

FIRMA

Ing. Holguer Pineda  
MIEMBRO TRIBUNAL

FIRMA

Ing. Jimmy Cuarán  
MIEMBRO TRIBUNAL

FIRMA

Ing. Nicolás Pinto  
MIEMBRO TRIBUNAL

FIRMA

### CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Gabriela Massari Mena Zambrano, con cédula de ciudadanía N°100399572-5 bajo mi supervisión.




-----  
**Ing. Rosario del Carmen Espín Valladares MBA**  
**DIRECTORA DE TESIS**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, **Mena Zambrano Gabriela Massari**, con cédula de identidad Nro. **1003995725**, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado **ANÁLISIS DE TRES ÍNDICES DE MADUREZ DEL FRUTO DE PAN *Artocarpus altilis* PARA EL APROVECHAMIENTO DE SUS SEMILLAS EN LA ELABORACIÓN DE UN SNACK**. Que ha sido desarrollado para optar por el título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL**, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

  
.....

**Mena Zambrano Gabriela Massari**  
**C.I 1003995725**

**Ibarra a los 09 días del mes de diciembre del 2016.**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1003995725		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Mena Zambrano Gabriela Massari		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Provincia de Imbabura, Ciudad de Ibarra, Ciudadela La Victoria, Calle Manuel Zambrano 4-12.		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:gabrielamena92@gmail.com">gabrielamena92@gmail.com</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	062615120	<b>TELÉFONO MOVIL</b>	0985614115

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO</b>	<b>ANÁLISIS DE TRES ÍNDICES DE MADUREZ DEL FRUTO DE PAN <i>Artocarpus altilis</i> PARA EL APROVECHAMIENTO DE SUS SEMILLAS EN LA ELABORACIÓN DE UN SNACK.</b>
<b>AUTOR (ES):</b>	Mena Zambrano Gabriela Massari
<b>FECHA: AAMDD</b>	2016 – 12- 09
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	X    PREGRADO    POSGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	<b>INGENIERO AGROINDUSTRIAL</b>
<b>DIRECTORA:</b>	<b>Ing. Rosario del Carmen Espín Valladares MBA</b>

#### 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD



## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Mena Zambrano Gabriela Massari, con cédula de identidad Nro. 1003995725, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente investigación es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que se asume (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 09 días del mes de Diciembre del 2016.

EL AUTOR:

  
.....

Mena Zambrano Gabriela Massari

C.I.: 1003995725

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarme y bendecirme en cada paso que doy.

A la Universidad Técnica del Norte por brindarme la oportunidad de formarme como una profesional integra.

A la Ingeniera Rosario Espín directora del trabajo de grado quien con su dedicación y experiencia me guió para poder culminar mi tesis.

A mis asesores Ing. Holguer Pineda, Ing. Nicolás Pinto, Ing. Jimmy Cuarán quienes contribuyeron a la realización de esta investigación.

A mi abuelito Marino por su permanente apoyo durante toda mi vida por su amor y comprensión.

**Gabriela Mena**

## **DEDICATORIA**

A Dios y la Virgen Inmaculada por ser mi refugio y fortaleza en los momentos difíciles por permitirme llegar a este momento tan esperado de mi vida.

A mi madre Paulina por su apoyo constante, por sus consejos, por ser mi amiga, por cuidar de mí, por enseñarme a crecer como persona y profesionalmente. Gracias por siempre estar a mi lado.

A mis queridos abuelitos Marino y Laura por ser el pilar fundamental de mi vida, por su apoyo incondicional, quienes han sabido luchar con esfuerzo y dedicación para salir adelante, porque siempre creyeron y confiaron en mí. Gracias por ser mis segundos padres los quiero mucho.

A mi adorada hija Isabella por ser el motor de mi vida, por ser mi inspiración y por alegrar mi existencia desde que llego a mi vida te amo.

A mi hermana Melany demás familiares, amigos y amigas que de una u otra manera ayudaron en esta investigación.

**Gabriela Mena**



## TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDO .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xx
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xxi
RESUMEN.....	xxii
SUMMARY.....	xxiv
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 PROBLEMA .....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3 OBJETIVO GENERAL .....	3
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	3
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>4</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1 FRUTO DE PAN .....	4
2.1.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA .....	4
2.1.2 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL FRUTO DE PAN .....	5
2.1.3 CONDICIONES DE CRECIMIENTO PARA EL FRUTO DE PAN ...	5
2.1.4 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL FRUTO DE PAN .....	5
2.1.5 VALOR NUTRITIVO DE LAS SEMILLAS DE FRUTO DE PAN ...	7

2.1.6 VALOR NUTRICIONAL DE LAS SEMILLAS DE FRUTO DE PAN COMPARADO CON OTROS ALIMENTOS (EN100 GRAMOS DE ALIMENTO).....	8
2.1.7 USOS Y UTILIDADES DE LAS SEMILLAS DE FRUTO DE PAN..	9
2.2 DESARROLLO Y MADURACIÓN DE SEMILLAS .....	10
2.2.1 COLOR DEL FRUTO .....	11
2.2.2 COLOR DE LAS SEMILLAS.....	11
2.2.3 EXTRACCIÓN DE LAS SEMILLAS DE LOS FRUTOS .....	11
2.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS DE LAS SEMILLAS DE FRUTO DE PAN .....	12
2.3.1 HUMEDAD .....	12
2.3.2 PROTEÍNAS.....	12
2.3.3 AZÚCARES REDUCTORES .....	13
2.4 CARACTERÍSTICAS VISUALES.....	13
2.4.1 COLOR .....	14
2.5 TIPOS DE MADUREZ.....	14
2.5.1 MADUREZ FISIOLÓGICA.....	14
2.5.2 MADUREZ ORGANOLÉPTICA (INTERMEDIA).....	14
2.5.3 MADUREZ DE CONSUMO (TOTAL).....	15
2.6 SNACKS .....	15
2.6.1 TIPOS DE SNACKS .....	15
2.6.2 VIDA ÚTIL DE SNACKS .....	15
2.6.3 MECANISMOS DE DETERIORO DE LOS SNACKS .....	16
2.6.3.1 Enranciamiento de la grasa .....	16
2.6.3.2 Pérdida de la textura (crocancia).....	16

2.7 FRITURA.....	16
2.8 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE LAS FRITURAS.....	17
2.8.1 ALMIDÓN EN FRITURAS .....	17
2.8.2 CONTENIDO DE HUMEDAD.....	17
2.8.3 TIEMPO Y TEMPERATURA DE FRITURA.....	18
2.8.4 COSTRA FORMADA DURANTE EL PROCESO.....	18
2.8.5 CALIDAD Y COMPOSICIÓN DEL ACEITE .....	18
2.9 ACEITE EN LAS FRITURAS .....	19
2.9.1 LOS ACEITES UTILIZADOS EN EL PROCESO DE FRITURA ....	19
2.9.1.1 Aceite de girasol.....	19
2.9.1.2 Aceite de palma.....	20
2.9.2 OXIDACIÓN .....	20
2.10 USO DE ANTIOXIDANTES PARA FRITURAS .....	20
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>21</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1. ÁREA DE ESTUDIO .....	21
3.1.1 CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL LUGAR DE EXPERIMENTO .....	21
3.2 MATERIALES Y EQUIPOS.....	22
3.2.1 MATERIALES .....	22
3.2.2 EQUIPOS.....	22
3.3 MÉTODOS .....	23
3.3.1 ÍNDICE DE MADUREZ DEL FRUTO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS SEMILLAS DE FRUTO DE PAN.....	23
3.3.1.1 Madurez fisiológica.....	23

3.3.1.2 Madurez intermedia .....	23
3.3.1.3 Madurez total .....	24
3.3.1.3.2 Tratamientos.....	24
3.3.1.3.3 Característica del experimento.....	24
3.3.1.3.4 Esquema del análisis estadístico .....	25
3.3.1.3.5 Determinación del estado de madurez de la fruta de árbol de pan.25	
3.3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO Y QUÍMICA DE LAS SEMILLAS BENEFICIADAS.....	25
3.3.2.1 Caracterización física.....	25
3.3.3 OBTENCIÓN DE UN SNACK A BASE DE LAS SEMILLAS DE FRUTI PAN. ....	26
3.3.3.1 Unidad experimental .....	26
3.3.3.2 Factor A: Tipo de aceite.....	27
3.3.3.3 Factor B: Espesor de las hojuelas .....	27
3.3.3.4 Factor C: Temperatura de fritura.....	27
3.3.3.5 Tratamientos.....	27
3.3.3.6 Característica del experimento.....	28
3.3.3.7 Esquema del análisis estadístico .....	29
3.3.4 ANÁLISIS FUNCIONAL .....	29
3.4 VARIABLES EVALUADAS.....	30
3.4.1 VARIABLES CUALITATIVAS .....	30
3.4.3 VARIABLES EVALUADAS.....	30
3.4.3.1 En Insumos.....	30
3.4.3.1.1 Volumen.....	30
3.4.3.2 En Producto final.....	31

3.4.3.1.2	Peso .....	31
3.4.3.1.3	Rendimiento .....	31
3.5	MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO EN LA OBTENCIÓN DEL SNACK DE LAS SEMILLAS DE FRUTO DE PAN .....	31
3.5.1	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA .....	31
3.5.2	SELECCIÓN 1 .....	32
3.5.3	PELADO .....	32
3.5.4	PESADO 1 .....	32
3.5.5	REBANADO .....	32
3.5.6	PESADO 2 .....	32
3.5.7	FRITURA.....	32
3.5.8	ESCURRIDO .....	33
3.5.9	ENFRIADO .....	33
3.5.10	SELECCIÓN 2.....	33
3.5.11	SALADO .....	33
3.5.12	PESADO 3 .....	33
3.5.13	EMPACADO .....	33
3.6	DIAGRAMA DE PROCESOS: .....	34
	<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>35</b>
	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>35</b>
4.1	ÍNDICES DE MADUREZ DEL FRUTO DE PAN PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS SEMILLAS .....	35
4.1.1	ANÁLISIS DE LAS VARIABLES ALMIDÓN .....	35
4.1.2	ANÁLISIS DE LAS VARIABLES AZÚCARES REDUCTORES....	36
4.1.3	ANÁLISIS DE LAS VARIABLES ACIDEZ TITULABLE.....	37

4.1.4 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES TEXTURA .....	38
4.1.5 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES COLOR.....	39
4.1.6 ANÁLISIS QUÍMICOS DE LAS SEMILLAS EN LOS TRES ESTADOS DE MADUREZ DEL FRUTO DEL ÁRBOL DE PAN.....	41
4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO Y QUÍMICAS DE LAS SEMILLAS BENEFICIADAS.....	42
4.3 PROCESO DE OBTENCIÓN DE UN SNACK A PARTIR DE LAS SEMILLAS BENEFICIADAS DEL FRUTO DE PAN.....	42
4.3.1 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES PESO FINAL DEL SNACK DESPUÉS DE LA FRITURA.....	43
4.3.1.1 Interacción A x B x C de la variable peso final. ....	45
4.3.2 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES RENDIMIENTO DEL SNACK. ....	46
4.3.2.1 Interacción A x B x C de la variable rendimiento.....	49
4.3.3 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DISMINUCIÓN DEL VOLUMEN DE ACEITE .....	49
4.3.3.1 Interacción A x B x C de la variable disminución del volumen de aceite. ....	52
4.3.4 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES CONTENIDO DE HUMEDAD .....	52
4.3.4.1 Interacción A x B de la variable contenido de humedad .....	55
4.3.4.2 Interacción A x B x C de la variable contenido de humedad.....	55
4.3.5 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES MASTICABILIDAD (CROCANCIA) .....	55
4.3.5.1 Interacción A x B .....	58
4.3.5.2 Interacción A x C .....	58
4.3.5.3 Interacción A x B x C.....	58
4.3.6 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES TIEMPO DE FRITURA.....	58

4.3.6.1 Interacción A x B .....	61
4.3.6.2 Interacción A x C .....	61
4.3.6.3 Interacción C x B .....	61
4.3.6.4 Interacción A x B x C .....	62
4.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO .....	62
4.4.1 SABOR .....	62
4.4.2 OLOR.....	63
4.4.3 CROCANCIA .....	64
4.4.4 ACEPTABILIDAD.....	65
4.4 CARACTERIZACIÓN FÍSICO, QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL SNACK DE FRUTO DE PAN .....	66
4.5 BALANCE DE MASA AL MEJOR TRATAMIENTO T10 (ACEITE DE GIRASOL, 1MM, 160 °C). .....	68
4.5.1 BALANCE DE MASA DEL SNACK DE FRUTO DE PAN .....	69
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>70</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>70</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	70
5.2 RECOMENDACIONES .....	72
<b>BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS .....</b>	<b>73</b>
BIBLIOGRAFÍA .....	73
ANEXOS .....	77
.....	



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación Taxonómica.....	4
<b>Tabla 2.</b> Valor nutricional de la semilla de fruto de pan.....	7
<b>Tabla 3.</b> Composición de la fruta del árbol de pan.....	8
<b>Tabla 4.</b> Valor nutricional de las semillas del fruto de pan comparado con otros alimentos.....	9
<b>Tabla 5.</b> Área de estudio.....	21
<b>Tabla 6.</b> Condiciones meteorológicas del lugar.....	21
<b>Tabla 7.</b> Característica de variables a evaluar de la fruta del árbol de pan.....	24
<b>Tabla 8.</b> Característica del experimento.....	24
<b>Tabla 9.</b> Esquema del análisis estadístico.....	25
<b>Tabla 10.</b> Denominación de colores de la cáscara de la fruta.....	25
<b>Tabla 11.</b> Caracterización física de las semillas de fruto de pan obtenidas del mejor tratamiento.....	25
<b>Tabla 12.</b> Caracterización química de las semillas de fruto de pan obtenidas del mejor tratamiento.....	26
<b>Tabla 13.</b> Tipo de aceite.....	27
<b>Tabla 14.</b> Espesor de las hojuelas de las semillas de fruto de pan.....	27
<b>Tabla 15.</b> Temperatura de fritura de las semillas de fruto de pan.....	27
<b>Tabla 16.</b> Tratamientos.....	27
<b>Tabla 17.</b> Característica del experimento.....	28
<b>Tabla 18.</b> Análisis de la varianza.....	29
<b>Tabla 19.</b> Prueba de TUKEY al 5% para el contenido de almidón del fruto de árbol de pan.....	36
<b>Tabla 20.</b> Prueba de TUKEY al 5% para el contenido de azúcares reductores del fruto de árbol de pan.....	37
<b>Tabla 21.</b> Prueba de TUKEY al 5% para acidez titulable del fruto de árbol de pan.....	38
<b>Tabla 22.</b> Prueba de TUKEY al 5% para la textura del fruto de árbol de pan.....	39

<b>Tabla 23.</b> Color estado de madurez fisiológica del fruto de árbol de pan (nm, visual)...	40
<b>Tabla 24.</b> Color estado de madurez intermedia del fruto del árbol de pan (nm, visual) .	40
<b>Tabla 25.</b> Color estado de madurez total del fruto del árbol de pan (nm, visual). .....	41
<b>Tabla 26.</b> Características químicas de las semillas del árbol de pan en tres estados de madurez del fruto. ....	41
<b>Tabla 27.</b> Caracterización físico y química de las semillas beneficiadas.....	42
<b>Tabla 28.</b> Prueba de TUKEY al 5% para peso final.....	44
<b>Tabla 29.</b> Prueba DMS para el factor B (espesor de las hojuelas). .....	45
<b>Tabla 30.</b> Prueba DMS para el factor C (temperatura de fritura).....	45
<b>Tabla 31.</b> Prueba de TUKEY al 5% para rendimiento. ....	47
<b>Tabla 32.</b> Prueba DMS para el factor B (espesor de las hojuelas). .....	48
<b>Tabla 33.</b> Prueba DMS para el factor C (temperatura de fritura).....	48
<b>Tabla 34.</b> Prueba de TUKEY al 5% para disminución del volumen de aceite.....	50
<b>Tabla 35.</b> Prueba DMS para el factor B (espesor de las hojuelas). .....	51
<b>Tabla 36.</b> Prueba DMS para el factor C (temperatura de fritura).....	51
<b>Tabla 37.</b> Prueba de TUKEY al 5% para humedad.....	53
<b>Tabla 38.</b> Prueba DMS para el factor A (tipo de aceite.) .....	54
<b>Tabla 39.</b> Prueba DMS para el factor B (espesor de las hojuelas). .....	54
<b>Tabla 40.</b> Prueba de DMS para el factor C (temperatura de fritura).....	55
<b>Tabla 41.</b> Prueba de TUKEY al 5% para masticabilidad. ....	56
<b>Tabla 42.</b> Prueba DMS para el factor A (tipo de aceite). .....	57
<b>Tabla 43.</b> Prueba DMS para el factor B (espesor de las hojuelas). .....	57
<b>Tabla 44.</b> Prueba DMS para el factor C (temperatura de fritura).....	57
<b>Tabla 45.</b> Prueba de TUKEY al 5% para el tiempo de fritura. ....	59
<b>Tabla 46.</b> Prueba DMS para el factor A (tipo de aceite). .....	60
<b>Tabla 47.</b> Prueba DMS para el factor B (espesor de hojuelas). .....	60
<b>Tabla 48.</b> Prueba DMS para el factor C (temperatura de fritura).....	60

<b>Tabla 49.</b> Análisis de Friedman para las variables de la evaluación sensorial.....	62
<b>Tabla 50.</b> Caracterización físico, química y microbiológica del snack obtenido.....	67
<b>Tabla 51.</b> Contenido de almidón (%) en la fruta de árbol de pan. ....	80
<b>Tabla 52.</b> Contenido de azúcares reductores (%) en la fruta del árbol de pan. ....	80
<b>Tabla 53.</b> Acidez titulable (como ácido cítrico mg/100g).....	80
<b>Tabla 54.</b> Textura (N).....	81
<b>Tabla 55.</b> Peso final del snack (g) de fruto de pan. ....	85
<b>Tabla 56.</b> Rendimiento del snack (g) de fruto de pan. ....	86
<b>Tabla 57.</b> Disminución del volumen del aceite (ml) de fruto de pan. ....	87
<b>Tabla 58.</b> Contenido de humedad (%) del fruto de pan. ....	88
<b>Tabla 59.</b> Masticabilidad (crocancia) (N) del fruto de pan. ....	89
<b>Tabla 60.</b> Tiempo de fritura (seg) del fruto de pan ....	90
<b>Tabla 61.</b> Análisis de varianza almidón. ....	91
<b>Tabla 62.</b> Análisis de la varianza azúcares reductores. ....	91
<b>Tabla 63.</b> Análisis de la varianza acidez titulable. ....	91
<b>Tabla 64.</b> Análisis de la varianza textura. ....	91
<b>Tabla 65.</b> Análisis de la varianza peso final del snack.....	92
<b>Tabla 66.</b> Análisis de la varianza rendimiento del snack. ....	92
<b>Tabla 67.</b> Análisis de la varianza disminución del volumen de aceite.....	93
<b>Tabla 68.</b> Análisis de la varianza masticabilidad. ....	93
<b>Tabla 69.</b> Análisis de la varianza tiempo de fritura.....	94
<b>Tabla 70.</b> Análisis de la varianza contenido de humedad. ....	94
<b>Tabla 71.</b> Rangos de la variable sabor. ....	104
<b>Tabla 72.</b> Rangos de la variable olor.....	105
<b>Tabla 73.</b> Rangos de la variable crocancia.....	106
<b>Tabla 74.</b> Rangos de la variable aceptabilidad.....	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Fruto seminífero entero y fruto seminífero entero con su respectivo corte transversal. ....	6
<b>Figura 2.</b> Semilla completa y descascarada .....	6
<b>Figura 3.</b> Caracterización del sabor en el producto final. ....	63
<b>Figura 4.</b> Caracterización del olor en el producto final. ....	64
<b>Figura 5.</b> Caracterización de la crocancia en el producto final. ....	65
<b>Figura 6.</b> Caracterización de la aceptabilidad en el producto final. ....	66
<b>Figura 7.</b> Representación gráfica del contenido de almidón (%) de la fruta del árbol de pan. ....	95
<b>Figura 8.</b> Representación gráfica del contenido de azúcares reductores (%) de la fruta de árbol de pan. ....	95
<b>Figura 9.</b> Representación gráfica de acidez titulable (como ácido cítrico mg/100g) de la fruta del árbol de pan. ....	96
<b>Figura 10.</b> Representación gráfica de textura (N) de la fruta del árbol de pan. ...	96
<b>Figura 11.</b> Representación gráfica del peso final (g) del snack de fruto de pan. ..	97
<b>Figura 12.</b> Representación gráfica del rendimiento (%) del snack de fruto de pan. ....	97
<b>Figura 13.</b> Representación gráfica del volumen del aceite (ml) del snack de fruto de pan. ....	98
<b>Figura 14.</b> Representación gráfica del contenido de humedad (%) del snack de fruto de pan. ....	98
<b>Figura 15.</b> Representación gráfica de masticabilidad (N) del snack de fruto de pan. ....	99

<b>Figura 16.</b> Representación gráfica de tiempo de fritura (seg) del snack de fruto de pan.....	99
--	----

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Árbol de problemas .....	77
<b>Anexo 2.</b> Resultados de la caracterización física y química de las frutas de árbol de pan. Laboratorio de Análisis Físico, Químico y Microbiológico de la Universidad Técnica del Norte de la FICAYA.....	78
<b>Anexo 3.</b> Resultados de los análisis de las semillas de fruto de pan en sus tres estados de madurez. Laboratorio de Análisis Físico, Químico y Microbiológico de la Universidad Técnica del Norte de la FICAYA.....	79
<b>Anexo 4.</b> Tablas de datos de ADEVAS de la fruta de árbol de pan.....	80
<b>Anexo 5.</b> Resultados de la caracterización física y química de las semillas beneficiadas (madurez intermedia). Laboratorio de Análisis Físico, Químico y Microbiológico de la Universidad Técnica del Norte de la FICAYA.....	82
<b>Anexo 6.</b> Resultados de los análisis de los snack de las semillas de fruto de pan.....	83
<b>Anexo 7.</b> Tablas de datos de las ADEVAS en la elaboración del snack.....	85
<b>Anexo 8.</b> Tablas análisis de la varianza de la fruta de árbol de pan.....	91
<b>Anexo 9.</b> Tablas análisis de la varianza de la elaboración del snack de semillas de fruto de pan.....	92
<b>Anexo 10.</b> Figuras de los tratamientos de las variables evaluadas.....	95
<b>Anexo 11.</b> Hoja de encuesta análisis sensorial.....	100
<b>Anexo 12.</b> Rangos de las variables de la evaluación sensorial del snack de fruto de árbol de pan.....	104
<b>Anexo 13.</b> Resultados de los análisis físicos y químicos del mejor tratamiento T10 del snack de fruto de árbol de pan.....	108
<b>Anexo 14.</b> Norma INE BOCADITOS DE PRODUCTOS VEGETALES.....	109

<b>Anexo 15.</b> Costos de producción del snack de fruto de pan. ....	114
---	-----

## INDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1.</b> Probetas de 100 ml. ....	30
<b>Fotografía 2.</b> Balanza gramera. ....	31

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la ciudad de Ibarra, en el laboratorio de Análisis Físico, Químico y Microbiológico de la FICAYA. La materia prima se obtuvo de Lita.

El objetivo general de esta investigación es analizar tres índices de madurez del Fruto de Pan para el aprovechamiento de sus semillas en la elaboración de un snack, aplicando dos diseños experimentales un Diseño Completamente al Azar para la fruta de árbol de pan y un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial A x B x C para las semillas beneficiadas en la elaboración del snack, donde el factor A representa el tipo de aceite (palma y girasol), factor B espesor de las hojuelas (1, 1,5 y 2mm) y factor C temperatura de fritura (160, 170 y 180 °C).

Para realizar la presente investigación se procedió a elegir el mejor estado de madurez de la fruta de árbol de pan para lo cual se realizó análisis físico y químico a los tres estados madurez, fisiológica, intermedia y total. Las variables analizadas fueron, almidón, acidez titulable, azúcares reductores, color y textura. El estado de madurez intermedia cumplió con las características adecuadas para la elaboración del snack. Se obtuvo 9,27 % de proteínas, 1, 80% de azúcares reductores y 0,86% de contenido de almidón cantidades considerables para el momento de la fritura de las semillas debido a que estos influyen en el color y crocancia del snack.

El análisis de la varianza para las semillas beneficiadas se lo aplicó a las variables en estudio: peso final del snack, rendimiento, disminución del volumen de aceite, contenido de humedad, masticabilidad y tiempo, las características de experimento fue tres repeticiones, diez y ocho tratamientos y cincuenta y cuatro unidades experimentales. Se calculó el coeficiente de variación (C.V), prueba de Tukey para tratamientos y para factores se realizó la prueba de diferencia mínima significativa (D.M.S), se realizó prueba de Friedman para el análisis sensorial (sabor, olor, crocancia y aceptabilidad), para poder determinar si la investigación fue llevada de manera correcta. En el análisis sensorial se obtuvo como mejor



tratamiento a T10 (aceite de girasol, 1mm, 160°C), de acuerdo al panel degustador.

En las variables analizadas se obtuvo como mejor tratamiento a T10 (aceite de girasol, 1mm, 160°C) al mismo que se le realizó análisis físico, químico y microbiológicos donde se obtuvieron los siguientes resultados: sólidos totales 98,22%, recuento de mohos y levaduras <10 lo que se encuentra bajo los valores establecidos de acuerdo a la norma INEN 2561:2010, contenido de grasa (extracto etéreo) 14,20%, contenido de proteína es de 16,60%, contenido de fibra bruta de 4,8% y el de almidón 63% y una masticabilidad de 40,2 Newton de lo cual nos da un producto apto y con características altamente aceptables de un snack.

**Palabras Claves:** Madurez, Semillas, Aceite, Snack, Almidón, Humedad.

## SUMMARY

This research was conducted in Ibarra city, in the laboratory of Physical, Chemical and Microbiological Analysis of FICAYA. The raw material was obtained in Lita.

The general objective of this research was to analyze three rates of ripeness of “Fruto de Pan” for the best use of its seeds for snack production, using two experimental designs a completely randomized design for the “Fruto de Pan” tree and a complete random design with factorial arrangement A x B x C for the profited seeds in prepare the snacks, where the factor A represents the type of oil (palm and sunflower), factor B thickness of the flakes (1, 1.5 and 2 mm) and factor C frying temperature (160, 170 and 180 °C).

To perform this investigation the best state of ripeness of “Fruto de Pan”, for this, a physical and chemical analysis of the three was made to the 3 ripeness states: physiological, intermediate and total. The variables analyzed were: starch, titratable acidity, reducing sugars, color and texture. The state of intermediate ripeness fulfilled the features for the development of the snack. 9.27% of protein, 1,80% of reducing sugars and 0.86% of starch content, these were considerable amounts because when the seeds are fried, they influence for color and crispness of the snack.

The analysis of the variance for the benefit seeds, it was applied to the study variables: final weight of the snack, output, oil volume reduction, moisture content, chewiness and time. The characteristics of the experiment were three repetitions, eighteen treatments and fifty-four experimental units. The coefficient of variation (CV) was calculated, “Tukey Test” for treatments and for factors the “Least Significant Difference” (LSD) was performed, “Friedman Test” was used for sensory analysis (taste, smell, crispness and acceptability) it was calculated to determine if the research was carried out correctly. In sensory analysis was obtained as the best treatment T10 (sunflower oil, 1 mm, 160°C), according to the taster panel.

In the analyzed variables a T10 (sunflower oil, 1 mm, 160oC) it was made physical, chemical and microbiological analysis, where the following results were obtained: 98.22% total solids, mold count and yeast <10 which is under the values set according to the standard INEN 2561: 2010, fat (ether extract) 14,20%, protein 16.60%, crude fiber 4, 8% and 63% starch a Newton chewiness of 40.2 gives a suitable product with highly acceptable characteristics of a snack.

**Key words:** Ripeness, seeds, oil, snack, starch, moisture.

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 PROBLEMA**

La poca demanda en el consumo de ciertas semillas se debe al desconocimiento de las ventajas nutricionales que tienen algunas tales como el sésamo, el girasol, la chía y el fruto de pan, que poseen contenidos importantes tanto en vitaminas como en proteínas y no son aprovechadas correctamente en la producción de productos y derivados, muy importantes para la alimentación del ser humano.

Con respecto al Fruto de Pan en el Ecuador, por desconocimiento de las características de las semillas no existe interés por parte de los agricultores para su cultivo, y no ha permitido que las personas aprovechen las ventajas que posee este fruto, que se puede encontrar en la costa, amazonía y parte de la sierra del Ecuador en toda la época del año.

En los actuales momentos, la agroindustria busca alternativas de industrialización de nuevos productos que cubran las expectativas nutricionales requeridas por el mercado consumidor. Sin embargo, hace falta realizar estudios que lleguen a establecer cualidades del Fruto de Pan para su comercialización, procesamiento, almacenamiento, de diferentes productos, pudiendo así ser una alternativa para el consumo del Fruto de Pan.

En la actualidad, por falta de procedimiento o estándares para el manejo en poscosecha del fruto, se pierde gran cantidad de producto que permitiría optimizar el potencial que tiene esta fruta y sus semillas.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

Es importante empezar a investigar e incentivar a las personas para que lo cultiven, ya que de esto depende el conseguir otras alternativas de consumo del fruto de árbol de pan, a la vez que se está promoviendo una cultura alimentaria que beneficie al sector agroindustrial y a la población en general. Al no ser un cultivo muy conocido este tipo de semilla no tiene dicha información los cuales serían a futuro una interesante opción para insertar al fruto de pan en la alimentación de las personas.

El Fruto de Pan en la alimentación humana garantiza una variedad de alimentos alternativos con bajos costos, si se tiene en cuenta que más del 70% de la producción de frutas de este árbol se pierde por baja demanda y escaso conocimiento de su uso (Parrotta, 1994).

Un detalle sobre su producción es que cada fruto del árbol de pan contiene alrededor de 46 a 96 semillas por fruto y cada árbol puede llegar a producir un promedio de 700 frutos por año (Bennett, 1987).

Por ello el objetivo de este trabajo de investigación, es realizar un análisis de sus características fisicoquímicas, y desarrollar un snack a partir de las semillas y así brindar alternativas para el procesamiento, el cual tendrá una nueva opción de consumo para las personas, y el pequeño agricultor podrá entregar un gran aporte al aprovechamiento agroindustrial del fruto de pan.

### **1.3 OBJETIVO GENERAL**

- Analizar tres índices de madurez del fruto de pan *Artocarpus altilis* para el aprovechamiento de sus semillas en la elaboración de un snack

### **1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer el índice de madurez del fruto para el aprovechamiento de la semilla.
- Caracterizar mediante análisis físicos y químicos las semillas beneficiadas.
- Evaluar el proceso de obtención de un snack de la semilla del fruto de pan.
- Caracterizar mediante análisis físicos y químicos el snack obtenido.

### **1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Hi: El índice de madurez del fruto de pan influye en el aprovechamiento de las semillas para la elaboración de un snack.

Ho: El índice de madurez del fruto de pan no influye en el aprovechamiento de las semillas para la elaboración de un snack.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 FRUTO DE PAN

Su nombre es debido al uso que se le da a su semilla.

El árbol de pan o fruto de pan se lo conoce como castaña, buen pan y pan de fruta (Hoyos, 1990).

Su nombre científico *Artocarpus altilis* se debe a que se deriva de los vocablos griegos *Artos* que significa pan y *Karpos* fruto, es nativo de las islas del Pacífico, es cultivado en todo los trópicos. El nombre específico *altilis* es latino y significa nutritivo, el que alimenta y se refiere a propiedades del fruto (Hoyos, 1990).

##### 2.1.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

**Tabla 1.** Clasificación Taxonómica.

<b>REINO</b>	Plantae Phylum
<b>DIVISIÓN</b>	Magnoliophyta
<b>CLASE</b>	Magnoliopsidae
<b>ORDEN</b>	Rosales
<b>FAMILIA</b>	Moraceae
<b>GÉNERO</b>	<i>Artocarpus</i>
<b>ESPECIE</b>	<i>Altilis</i>
<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<i>Artocarpus altilis</i>

Fuente: (Leon, 2004)



## **2.1.2 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL FRUTO DE PAN**

Es oriundo de Asia Tropical, de donde se ha extendido por todas las regiones tropicales del mundo.

Fue encontrada por primera vez en el Pacífico occidental, y su distribución por el resto de regiones fue debida a sus causas de las migraciones y colonizaciones que empezaron hace 3.000 años (Zerega, 2005).

## **2.1.3 CONDICIONES DE CRECIMIENTO PARA EL FRUTO DE PAN**

En regiones con precipitaciones promedio anuales menores a 1400 milímetros el fruto de pan requiere riego en las épocas de sequía o veranos prolongados. En zonas muy secas de Colombia se han observado árboles adultos muertos o la presencia de frutos (Duarte. 1987).

El rango de precipitación óptimo está por encima de 1500 milímetros anuales. En Ecuador se lo puede encontrar en lugares como Amazonía y parte de la Costa como en Lita.

Los suelos, crecen desde los suelos pedregosos. Sin embargo en suelos encharcados se ha observado la caída prematura de los frutos (Duarte. 1987).

## **2.1.4 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL FRUTO DE PAN**

### **2.1.4.1 Los frutos**

Miden de 10 a 30 cm de diámetro y pesan aproximadamente de 1 a 2 kilos la fruta. El interior del fruto tiene muy poca pulpa comestible y consiste de una masa de semillas de color marrón, redonda y aplanada de manera irregular debido a la compresión. Del peso total de fruto 49 % es semilla, 21 % es cáscara, 21 % pulpa y 9% corazón. Los frutos individuales contienen entre 12 y 150 semillas (Parrotta, 1994).



**Figura 1.** Fruto seminífero entero y fruto seminífero entero con su respectivo corte transversal.

**Fuente.** (Parrotta, 1994) Pag 159.

#### 2.1.4.2 Las semillas

Tienen forma aplanada curvada y el tamaño de 3,5cm posee dos cutículas o cascarillas protectoras, una extrema lechosa y una interna apergaminada y delgada. El peso promedio de las semillas es de 8,5g del peso total de la semilla, el 75 % es de porte comestible y el 25 % restante es de cáscara o cutícula. El número de semilla por Kg es de 120 aproximadamente (Parrotta, 1994).



**Figura 2.** Semilla completa y descascarada

**Fuente.** Parrotta, 1994 Pag 159.

#### 2.1.4.3 Hojas

Las hojas presentan vellosidad en los nervios por su parte superior. La parte inferior de la hoja es de color verde oscuro brillante, con nervios amarillos (Sisa, 2004).

#### 2.1.4.4 Flores

Son masculinas y femeninas separadas, pero presentes en el mismo árbol. La flor femenina es redonda de cinco cm de diámetro que dura veintisiete días para formarse totalmente, pero permanece apta para fecundar sólo dieciséis días (Sisa, 2004).

#### 2.1.5 VALOR NUTRITIVO DE LAS SEMILLAS DE FRUTO DE PAN

Sus semillas son ricas en carbohidratos, y son una buena fuente de vitaminas y minerales. Muestra los valores por cada 100g de semillas de fruto de pan de la parte comestible.

**Tabla 2.** Valor nutricional de la semilla de fruto de pan.

COMPONENTES	SEMILLA CRUDA	SEMILLA COCINADA
Agua %	63,8- 71,3	67,3- 71,3
Proteína (g)	3,8	0,95- 1,2
Carbohidratos (g)	77,3	24- 30,3
Grasa (g)	0,71	0,24
Fibra (g)	1,8	--
Ceniza (g)	0,8	--
Calcio (mg)	24	12,1- 21,1
Potasio (mg)	352	--
Fósforo (mg)	90	27,3- 37,9
Hierro (mg)	0,96	0,27- 0,49
Sodio (mg)	7,1	--
Vitamina B1 (mg)	0,07-0,12	0,08
Vitamina B2 (mg)	0,2	0,05- 0,07
Vitamina B3 (mg)	2,4	0,62- 0,74
Vitamina C	22,7	2,9- 3,2

Fuente: (Sisa J. , 1996).

La composición de la fruta de árbol de pan. Según el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (Delgado, 2006).

**Tabla 3.** Composición de la fruta del árbol de pan.

---

<b>Agua</b>	77,33%
<b>Energía</b>	81,00 Kcal
<b>Proteína</b>	1,30 g
<b>Grasa</b>	0,50 g
<b>Carbohidratos</b>	20,10 g
<b>Ceniza</b>	0,80 g
<b>Calcio</b>	27,00 mg
<b>Fósforo</b>	33,00 mg
<b>Hierro</b>	1,90 mg
<b>Vitamina C</b>	29,00 mg
<b>Vitamina A</b>	4,00 mg
<b>Potasio</b>	490, 00 mg
<b>Sodio</b>	2,00 mg

---

**Fuente:** (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá , 2006).

### **2.1.6 VALOR NUTRICIONAL DE LAS SEMILLAS DE FRUTO DE PAN COMPARADO CON OTROS ALIMENTOS (EN100 GRAMOS DE ALIMENTO)**

En la tabla 4 se detalla el valor nutricional del fruto de pan comparado con otros alimentos.

**Tabla 4.** Valor nutricional de las semillas del fruto de pan comparado con otros alimentos.

<b>ALIMENTO</b>	<b>AGUA (gramos)</b>	<b>PROTEINA (gramos)</b>	<b>GRASA (gramos)</b>	<b>CARBOHIDRATOS (gramos)</b>	<b>FIBRA (gramos)</b>	<b>CENIZA (gramos)</b>
<b>FRUTO DE PAN</b>	56,67	8,8	6,1	26,6	1,8	1,6
<b>PAPA</b>	75,50	1,9	0,1	21,1	0,5	1,0
<b>YUCA</b>	61,80	0,8	0,1	35,5	0,9	0,9
<b>MAÍZ</b>	15,20	7,6	3,8	71,2	1,9	1,3
<b>BANANO- PLATANO</b>	72,00	1,2	0,1	25	1,0	1,0
<b>CHONQUE (BORE)</b>	70,30	2,0	0,1	25,4	0,9	1,3
<b>CHONTADURO</b>	52,00	3,0	4,6	37	1,4	0,9
<b>ARROZ</b>	12,20	7,8	0,4	78,8	0,3	0,5
<b>TRIGO</b>	13,50	10,8	1,6	69,3	3,3	1,5
<b>FRUTO DE PAN (harina semilla)</b>	10,00	11,3	6,8	62,8	4,1	4,9

**Fuente:** Pedormo, Fulvia 1990 Universidad Incca.

## **2.1.7 USOS Y UTILIDADES DE LAS SEMILLAS DE FRUTO DE PAN**

### **2.1.7.1 Utilidades**

Las semillas pueden ser hervidas, tratadas al vapor, asadas o cocidas en brasa para comerlas con sal. Una decocción de la hoja de fruta pan se cree que disminuye la presión arterial, y también sirve para aliviar el asma. El látex se toma internamente para superar la diarrea (Carrasco, 2008).

### **2.1.7.2 Usos**

Los usos que tienen las semillas de árbol de pan:

### **2.1.7.2.1 Semilla fresca**

Se consume sancochada, en rebanadas, se pueden cocinar o freír hasta que este dorada y de color café. Se realizan tortas de la pulpa cocida con leche de coco, sal y azúcar, se elaboran postres (FAO, 2006).

### **2.1.7.2.2 Semilla procesada**

Se deshidrata, se procesa harina y se usa como base para comidas instantáneas y para la industria panadera para elaborar panes, galletas, entre otros. Las semillas son trituradas y utilizadas para la elaboración de flanes y pasteles (FAO, 2006).

## **2.2 DESARROLLO Y MADURACIÓN DE SEMILLAS**

Ocurre desde la polinización / fertilización hasta la dispersión de las semillas y puede dividirse en tres etapas:

- Formación y diferenciación de la semilla,
- Crecimiento y acumulación de reservas y,
- Período post-abscisión, finalizando en la dispersión.

Para las semillas tolerantes a la desecación (ortodoxas), la capacidad de tolerar el secado rápido aumenta progresivamente y se alcanza una máxima tolerancia a la desecación, al final de la fase de acumulación de reservas (punto donde la semilla alcanza el máximo peso seco). Aunque las semillas hayan adquirido el máximo poder germinativo y tolerancia al secado, no quiere decir que es el momento apto para recolectar. Los estudios indican que aunque la viabilidad pueda ser alta en ambos casos, las semillas recolectadas en esta fase no sobreviven tanto tiempo como aquellas recolectadas al inicio de la dispersión natural. Es en esta última etapa que las semillas logran la máxima longevidad y calidad para su conservación a largo plazo. Debe tomarse en cuenta que puede existir una considerable variación en el estado de desarrollo entre las semillas de la misma planta y entre plantas dentro de una población (N. Kameswara Rao, 2007).

### **2.2.1 COLOR DEL FRUTO**

En frutos carnosos, la madurez viene acompañada de cambios de color generalmente de verde a amarillo, café o rojo.

Las semillas de los frutos verdes, rosados-amarillos o muy maduros probablemente no han madurado o se han pasado de madurez y son de mala calidad (N. Kameswara Rao, 2007).

### **2.2.2 COLOR DE LAS SEMILLAS**

En muchos frutos secos, el color de las semillas cambia de verde a amarillo o café a medida que las semillas maduran:

- En la soya, el color de la semilla cambia de verde a amarillo verde y luego a amarillo.
- En *Sesbania bispinosa*, el color de la testa de la semilla cambia de amarillo a verde oliva y luego a un café verdoso (N. Kameswara Rao, 2007).
- En el fruto de pan el color de la semilla es blanco y va cambiando conforme la fruta madura.

Estos cambios de color ocurren debido al contenido y distribución de pigmentos y el rompimiento de la latencia. Las semillas café claro pequeñas no germinaron bien por la influencia del tamaño de la semilla y posiblemente por una temperatura menor a la óptima.

### **2.2.3 EXTRACCIÓN DE LAS SEMILLAS DE LOS FRUTOS**

Las semillas deben estar maduras antes de la extracción. Si no lo están, los frutos se pueden poner a madurar con las semillas adentro dejándolos en un ambiente fresco, bien ventilado. Las condiciones de almacenamiento deben simular las de la planta madre. Los procedimientos para la extracción de semillas varían de acuerdo con el tipo de fruto (N. Kameswara Rao, 2007).

En la extracción de las semillas de fruto de pan se debe tomar en cuenta el estado de madurez del fruto ya que depende mucho que el fruto se encuentre en un estado

óptimo, el más aconsejable es cuando la fruta este en un estado de madurez intermedio esto quiere decir que la fruta tenga una coloración amarilla-café y su textura este blanda.

## **2.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS DE LAS SEMILLAS DE FRUTO DE PAN**

### **2.3.1 HUMEDAD**

El componente más abundante y el único que está presente en los alimentos es el agua, su composición, forma física, y como está distribuida, en los alimentos afecta sus características de sabor, olor y textura. La determinación del contenido de humedad es una de las más importantes y ampliamente usadas en el proceso y control de los alimentos ya que indica la cantidad involucrada en la composición de los mismos. El contenido de humedad se expresa generalmente como porcentaje, las cifras varían entre el 60-95% en los alimentos naturales. Sin embargo el contenido de agua del fruto de pan puede oscilar desde un 63,8-71,3% (Aponte, 2007).

La determinación de humedad, es uno de los métodos más fundamentales e importante realizados a un producto alimenticio. Y es uno de los más difíciles para obtener resultados exactos y precisos (Barbosa, 2000).

En las frutas de árbol de pan el contenido de humedad va disminuyendo acorde está madura; en la madurez fisiológica posee un alto contenido de humedad alrededor del 77% (Sisa, 2004).

### **2.3.2 PROTEÍNAS**

Cadenas de aminoácidos unidos químicamente por un enlace peptídico, por lo que se les conoce como polímeros (Fennema, 2000).

La fracción proteica de los vegetales se compone en gran parte de enzimas. Así, por un lado, participan en la formulación y producción de los aromas típicos, y por otro lado, son responsables de la producción de aromas no deseados, alteraciones titulares y modificaciones del color. El contenido de proteínas es



importante por el valor nutricional que le imparte el alimento. En el fruto de pan el contenido de proteína es de 8,8 gramos superando a la papa y la yuca (Aponte, 2007).

De acuerdo a los análisis realizados en la investigación las semillas de fruto de pan en los tres estados de madurez presentan diferente valor de proteínas conforme esta va madurando el nivel de proteína va disminuyendo teniendo que en la madurez total posee alrededor de 9,27%.

### **2.3.3 AZÚCARES REDUCTORES**

Los azúcares reductores son aquellos azúcares que poseen su grupo carbonilo (grupo funcional) intacto, y que a través del mismo pueden reaccionar como reductores con otras moléculas. Provocan la alteración de las proteínas mediante la reacción de glucosilación no enzimática también denominada reacción de Maillard o glicación (Kays, 2004).

Los azúcares totales se mantuvieron prácticamente constantes durante las primeras etapas del crecimiento del fruto hasta los 90 o 120 días después de la antesis, incrementándose acentuadamente en las etapas de maduración hasta cosecha.(Fennema, 2000).

Su determinación se basa en la simulación en los estados verde y pintón que en el maduro de una fruta. Estos resultados pueden ser consecuencia del intenso metabolismo de azúcares como fructosa y glucosa que se desarrolla en la fruta durante la maduración, y que depende de las tasas de translocación de asimilados hacia el fruto. (Dueñas, 2009).

En la semilla del fruto de pan los azúcares reductores fueron aumentando conforme la fruta madura, este proceso se da a la eliminación de agua.

## **2.4 CARACTERÍSTICAS VISUALES**

La apariencia se caracteriza por el tamaño, forma, dimensión, color, condición y ausencia de defectos. Lo que se considera una apariencia deseable cambia para

algunos productos dependiendo de en qué punto de la cadena se está o de quién hace el juicio (Kays, 2004).

### **2.4.1 COLOR**

El color se relaciona más directamente con la percepción de la apariencia, que es el primer factor en una evaluación de calidad, mientras que la concentración de pigmentos está más relacionada con la madurez (Hoyos, 1990).

El color de la fruta de árbol pan va cambiando en sus distintos estados de madurez debido a que es una fruta climatérica esta presenta variación de sus colores una vez cosechada, presenta un color verde en el estado de madurez fisiológica y una vez ya madura su color cambia al café. Con respecto a sus semillas estas al finalizar su maduración presentan un color café.

## **2.5 TIPOS DE MADUREZ**

### **2.5.1 MADUREZ FISIOLÓGICA**

Se refiere a la madurez que se alcanzado después del desarrollo, debido a que no ha llegado a las condiciones organolépticas adecuadas no se debe hablar de madurez sino más bien de momento de cosecha, en este tipo de madurez se debe encajar los frutos de tipo climatéricos los cuales son capaces de generar etileno la hormona necesaria para que el proceso de maduración culmine aun separada de la planta (Lopez, 2003).

### **2.5.2 MADUREZ ORGANOLÉPTICA (INTERMEDIA)**

Es el estado en el cual la fruta una vez cosechada sigue madurando. Por lo tanto, se trata de un proceso que transforma un tejido fisiológicamente maduro pero no comestible en otro visual, olfatorio y gustativamente atractivo, esta etapa es un proceso que comienza durante los últimos días de maduración fisiológica y que irreversiblemente conduce a la senescencia de la fruta (Leopold & C, 1975).

### **2.5.3 MADUREZ DE CONSUMO (TOTAL)**

Punto apropiado de consumo que alcanzan varios frutos y se puede identificar por medio de cambios en el color, textura y sabor, llegando al estado requerido en especies que no sufren esta transformación, estas características se utilizan para cosecha (Lopez, 2003).

## **2.6 SNACKS**

Son considerados como uno de los alimentos principales del día (desayuno, almuerzo, comida, merienda o cena). Se utilizan para satisfacer temporalmente el hambre y proporcionar una mínima cantidad de energía para el cuerpo o simplemente por placer. Estos siempre han tenido una parte importante en la vida y la dieta de las personas. Un sin número de alimentos pueden ser usados como snacks siendo los más populares: las papas fritas, frituras de maíz, nueces y snacks extruidos. Los snacks muestran características particulares como el presentar de un 60 a 70% de almidón, y un 0,1% de azúcares reductores (Messina, 1999).

### **2.6.1 TIPOS DE SNACKS**

Se clasifican de acuerdo al tipo de técnicas que han sido usadas para su alcance; así se tiene los snacks obtenidos mediante un proceso de fritura (chips de frutas y tubérculos); otros que han pasado por proceso de extrusión y/o expansión (hojuelas de maíz, cebada, chitos). También las confituras obtenidas mediante deshidratación osmótica, frutas deshidratadas obtenidas a través de un proceso de secado, las mismas que son consumidas directamente o se usan en la elaboración de barras energéticas con una extensa variedad de sabores y texturas (Food and Agriculture Organization., 2011).

### **2.6.2 VIDA ÚTIL DE SNACKS**

La vida útil de un snack puede variar de dos a tres meses para frituras, como las papas chips, o de tres días en el caso de los panecillos. Para alargar la vida útil de

los snacks, se usan empaques que eviten el paso de la luz y del oxígeno, como el polipropileno. En caso de tentempiés de rápido consumo, se pueden usar materiales como polietileno o papel (Food and Agriculture Organization., 2011).

### **2.6.3 MECANISMOS DE DETERIORO DE LOS SNACKS**

Los productos snacks se caracterizan por su bajo contenido de humedad, textura crocante y su contenido en aceites es alto, después de la fritura, son improbables las alteraciones por causa de microorganismos. Por tanto, los principales mecanismos del deterioro de estos productos son dos: el enranciamiento de la grasa y la pérdida de textura (Food and Agriculture Organization., 2011).

#### **2.6.3.1 Enranciamiento de la grasa**

Todas las grasas son sujetas a deteriorarse por el enranciamiento hidrolítico y oxidativo, lo cual lleva a la formación de olores y sabores desagradables en el alimento. Para minimizar el desarrollo de tal rancidez, el producto debe estar protegido del oxígeno, luz y trazas de iones metálicos (Bertrand, 2006).

#### **2.6.3.2 Pérdida de la textura (crocancia)**

La crocancia es una característica de la textura sobresaliente de los productos Snacks y su pérdida se debe a la absorción de humedad; esta es la causa principal del rechazo de los snacks por parte de los consumidores (Bertrand, 2006)

## **2.7 FRITURA**

Es una de las técnicas más antiguas de la preparación de alimentos. En la actualidad, los alimentos fritos gozan de una popularidad cada vez mayor en el mundo y son aceptados por personas de todas las edades. La preparación de estos productos es fácil y rápida y su aspecto y sabor se corresponden con los deseados por el consumidor (Fellows, 1994).

La fritura es un proceso físico-químico complejo de cocción y deshidratación a través del contacto de aceite caliente con una materia prima, el objetivo es sellar el alimento gracias a que el almidón se gelatiniza a los tejidos que ablandan y que

las enzimas son parcialmente inactivadas. De esta manera los sabores y los jugos que componen el alimento se conservan en la parte interna de él, gracias a la formación de una capa que recubre el producto, ya que la humedad se pierde durante el proceso. La velocidad y la eficiencia del proceso de fritura depende de la calidad y la temperatura del aceite esta suele estar entre 150 y 190°C, favoreciendo un alto índice de deshidratación y un menor tiempo de proceso (Gamble M, 1987).

## **2.8 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE LAS FRITURAS**

### **2.8.1 ALMIDÓN EN FRITURAS**

Este contribuye con características de viscosidad, consistencia y formación de geles y es considerado como el mayor responsable de las transformaciones producidas durante los procesos de cocción del maíz (Sandhu, Singh, & Kaur, 2004).

El almidón puede sufrir diversas transformaciones, cuya intensidad depende de varios factores a saber: concentración, nivel de esfuerzos mecánicos durante el proceso de cocción, tiempo de tratamiento, temperatura alcanzada, velocidad de calentamiento, etc. Tales transformaciones pueden involucrar desde la pérdida de estructura cristalina sin ruptura del gránulo, hasta la dextrinización, es decir hidrólisis de los enlaces glucosídicos. El almidón se gelatiniza y se carameliza, ayudando en la formación de la corteza, provocando un producto finalmente duro (Bowler, 1987).

### **2.8.2 CONTENIDO DE HUMEDAD**

Otro factor es cuando el aceite se relaciona y su contenido de humedad residual del alimento, así, cuando hay una gran cantidad de retención de aceite en el producto da lugar cuando la mayor cantidad de agua ha salido del mismo (Alvarez, 2003).

### **2.8.3 TIEMPO Y TEMPERATURA DE FRITURA**

La cantidad de aceite está relacionado también por la temperatura a la que se enfriará el producto. Para lo cual, se sugiere evitar un cambio brusco de temperatura durante la etapa de enfriamiento del producto, con el fin de que éste no absorba mucha cantidad de aceite (Bertrand, 2006).

En tanto que la temperatura de fritura viene determinada por condiciones económicas y por el tipo de producto a elaborar, es decir, que aquellos alimentos de corteza superficial, pero blandos en su interior, se fríen a temperaturas elevadas. La rápida formación de la corteza retiene cierta porción de agua en el interior, al tiempo que dificulta la transferencia de calor hacia el interior del alimento. Aquellos alimentos en los que la fritura debe provocar su deshidratación se fríen a temperaturas más bajas para que el frente de evaporación se desplace rápidamente hacia el interior antes de que se forme la costra superficial (Aguilera J. , 2007).

### **2.8.4 COSTRA FORMADA DURANTE EL PROCESO**

Esta no solo influye en la transferencia de masa y calor sino también en la absorción del aceite. Esta se forma por reacciones químicas tales como: deshidratación, reacciones no enzimáticas y cambios acelerados a altas temperaturas. Estudios demuestran que la absorción de aceite se localiza en la costra; la penetración de aceite en el interior de ella es afectada, generalmente, por el tiempo de fritura, tipo y calidad de aceite (Aguilera, 2000).

### **2.8.5 CALIDAD Y COMPOSICIÓN DEL ACEITE**

Este aumenta con el tiempo de fritura y con su uso prolongado. Cambios en el aceite no solo resultan de la producción de compuestos de degradación térmica e incorporación de compuestos extraídos del producto sino también de la producción de surfactantes producidos por oxidación (Valderrama, 1991).

## **2.9 ACEITE EN LAS FRITURAS**

En el proceso el aceite es el medio receptor del calor y a su vez contribuye en el sabor y textura de los alimentos. Para lograr un proceso de fritura adecuado es necesario sumergir el alimento en un medio líquido que pueda mantener una temperatura constante y alta sin que se pierdan las características nutricionales del mismo por efecto del calentamiento (Valderrama, 1991).

La fritura el aceite debe mantenerse a una temperatura máxima de 180°C, si los alimentos se fríen a una temperatura demasiado baja, estos atrapan más grasa. El agua que es aportada por los alimentos que se fríen en el aceite aumenta la disociación de los ácidos grasos que se produce durante el calentamiento (Gill, 2010).

### **2.9.1 LOS ACEITES UTILIZADOS EN EL PROCESO DE FRITURA**

La importancia del aceite utilizado en la fritura, es determinante tanto desde el punto de vista de la calidad degustativa y de la calidad nutricional de la fritura resultante, como desde el punto de vista del rendimiento. Idealmente el mejor aceite para fritura debería ser un producto de consistencia líquida a temperatura ambiente, que no se deteriora por el calor aplicado en forma continua o intermitente, que no imparta mal sabor u olor al producto que se fríe, resistentes a la oxidación, que no tenga los efectos negativos desde el punto de vista nutricional atribuidos a los ácidos grasos saturados e hidrogenados (Valderrama, 1991).

#### **2.9.1.1 Aceite de girasol**

Es una gran fuente de ácido linoleico, omega 6 y un ácido graso esencial, que el organismo no ha de aportar por lo tanto es aportado a través de la alimentación. El aceite de girasol resulta ser una opción saludable y económica frente a otras variedades de aceite. Este tipo de aceite se obtiene a partir de las semillas de girasol "*Helianthus annuus*" (Alton, 1984).

### **2.9.1.2 Aceite de palma**

El aceite de palma es un aceite de origen vegetal que se obtiene del mesocarpio de la fruta de la palma *Elaeis guineensis*. Es el segundo tipo de aceite con mayor volumen de producción, siendo el primero el aceite de soja. Posee ácidos grasos saturados hasta un 50%, principalmente el ácido palmítico.

### **2.9.2 OXIDACIÓN**

La oxidación es la alteración más frecuente en la fritura; consiste en la acción del oxígeno sobre los ácidos grasos, especialmente los poliinsaturados, formándose compuestos inestables llamados hidro-peróxidos o peróxidos y radicales libres de los que dependen la velocidad de reacción y la naturaleza de los productos originados. Es evidente que el hábito de añadir aceite nuevo al ya usado o alterado, facilita su oxidación. Algunos aceites contienen sustancias antioxidantes naturales, pero que no son estables a las altas temperaturas de la fritura (Aguilera J. y., 2000).

Se produce la reacción Maillard a causa de que el frío presente en la superficie disminuye y provoca el aumento la temperatura. Esto le da al alimento un aroma agradable. La reacción de Maillard, también conocida como 'Pardeamiento no enzimático', es la responsable de muchos de los colores y sabores existentes en todos los alimentos (Aguilera J. , 2007).

## **2.10 USO DE ANTIOXIDANTES PARA FRITURAS**

Durante el procesado de los productos grasos se pierden los antioxidantes naturales, pérdida que debe ser compensada. Las grasas vegetales por lo general son más ricas en sustancias antioxidantes que las grasas animales.

En el proceso de freído se presentan todas las condiciones para que el aceite se oxide. Es por esto que el uso de antioxidantes mejora la estabilidad y prolonga la vida útil del aceite, incrementado la resistencia no sólo del aceite sino también la del producto freído (Gill, 2010).



## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. ÁREA DE ESTUDIO**

El área donde se obtendrá la materia prima será en Lita. El presente trabajo investigativo se realizó en la ciudadela la victoria y el control de calidad físico químico, en el Laboratorio de Análisis Físico, Químico y Microbiológico de la Universidad Técnica del Norte de la FICAYA.

**Tabla 5.** Área de estudio.

<b>Provincia</b>	Imbabura
<b>Cantón</b>	Ibarra
<b>Parroquia</b>	El Sagrario
<b>Lugar</b>	Universidad Técnica del Norte

**Fuente:** Estación Meteorológica de Yuyucocha.

#### **3.1.1 CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL LUGAR DE EXPERIMENTO**

**Tabla 6.** Condiciones meteorológicas del lugar.

<b>Altitud</b>	2250 m.s.n.m.
<b>Longitud</b>	78°08 'Oeste
<b>Latitud</b>	0°20'Norte
<b>Temperatura</b>	17,4°C
<b>Humedad. R. Promedio</b>	73%.
<b>Pluviosidad</b>	50.3 mm mensual

**Fuente:** Estación Meteorológica de Yuyucocha.

## **3.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

### **3.2.1 MATERIALES**

- Semillas de Fruto de pan.
- Recipientes
- Gavetas
- Freidora
- Cuchillos
- Cortadora – rebanadora (graduada en 1mm, 1,5mm y 2mm)
- Escurridora
- 2 Pares de guantes
- Papel absorbente
- 100 fundas
- Aceite vegetal (girasol y palma)

### **3.2.2 EQUIPOS**

- Balanza gramera
- Termómetro
- Material de vidrio
- Cronómetro
- 2 Probetas de 100ml
- Texturómetro
- Colorímetro
- Alanza infrarroja
- Licuadora de mano

### **3.3 MÉTODOS**

#### **3.3.1 ÍNDICE DE MADUREZ DEL FRUTO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS SEMILLAS DE FRUTO DE PAN**

Para determinar el grado de madurez del fruto se tomará en cuenta tres estados de madurez los mismos que serán establecidos por colores: verde, pintón y maduro, establecidos por el color de la piel del fruto del árbol de pan, desde los días de floración hasta que este se encuentre totalmente maduro; el fruto verde tendrá una madurez fisiológica, el pintón una madurez intermedia entre la fisiológica y la totalmente madura.

##### **3.3.1.1 Madurez fisiológica**

Para el índice de madurez fisiológica se tomó en cuenta el color verde que presente el fruto desde sus días de floración, esta se encuentra en la mayoría de frutas climatéricas como el caso del fruto de pan, su desarrollo fisiológico ya está constituido en el cual una vez cosechada esta puede seguir madurando normalmente, debe tener ciertas características que permitan obtener las semillas adecuadas para su posterior procesamiento en snacks, los parámetros a medir de los frutos de árbol de pan fueron su color, textura, almidón, acidez titulable y azúcares reductores mediante el uso de un colorímetro, texturómetro y análisis que se realizaron en el laboratorio.

##### **3.3.1.2 Madurez intermedia**

Se tomó un segundo punto entre la madurez fisiológica y la madurez total. Presentó un color pintón y se tomó en cuenta su textura, potencial de su color, almidón, acidez titulable y azúcares reductores, para lo cual se utilizó un texturómetro y un colorímetro.

### 3.3.1.3 Madurez total

En este estado el producto ha alcanzado un color café, de igual manera sus parámetros a medir fueron color, textura, azúcares reductores, almidón y acidez titulable, para lo cual se utilizó el texturómetro y colorímetro.

**Tabla 7.** Característica de variables a evaluar de la fruta del árbol de pan.

<b>Característica</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>
Textura	Texturómetro	N
Color	Reflectometría	Nm visual
Almidón	AOAC 967.21	%
Acidez titulable	AOAC 954.07	Ácido cítrico mg/100g
Azúcares reductores	AOAC 906.03	%

#### 3.3.1.3.1 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo compuesta de 1 kilo aproximadamente de fruta en diferentes estados de madurez.

#### 3.3.1.3.2 Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por los grados de madurez:

M0= Madurez Fisiológica

M1= Madurez Intermedia

M2= Madurez Total

#### 3.3.1.3.3 Característica del experimento

**Tabla 8.** Característica del experimento.

<b>Número de repeticiones</b>	4
<b>Número de tratamientos</b>	3
<b>Unidad experimental</b>	12

### 3.3.1.3.4 Esquema del análisis estadístico

Tabla 9. Esquema del análisis estadístico.

Fuentes de variación	GI
Total	11
Tratamientos	2
E. Experimental	9

### 3.3.1.3.5 Determinación del estado de madurez de la fruta de árbol de pan.

Tabla 10. Denominación de colores de la cáscara de la fruta.

Estado	Denominación por color	Porcentaje de color
M0	Madurez fisiológica	100% verde
M1	Madurez intermedia	50% café y 50% amarillo
M2	Madurez total	100% café muy oscuro.

## 3.3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO Y QUÍMICA DE LAS SEMILLAS BENEFICIADAS

Una vez establecida las diferencias existentes principalmente de almidón, textura, azúcares reductores acidez titulable. Se evaluó la calidad de las semillas, se realizaron análisis físicos y químicos al mejor tratamiento.

Todos los análisis se realizaron en el intervalo de tiempo de 24 horas, ya que los cambios metabólicos en las semillas son muy acentuados.

### 3.3.2.1 Caracterización física

Tabla 11. Caracterización física de las semillas de fruto de pan obtenidas del mejor tratamiento.

Característica	Método	Unidad
Textura	Texturómetro	N
Color	Reflectometría	Nm visual

### 3.3.2.2 Caracterización química

**Tabla 12.** Caracterización química de las semillas de fruto de pan obtenidas del mejor tratamiento.

<b>Característica</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>
<b>Proteínas</b>	AOCA 920.87	%
<b>Almidón</b>	AOAC 906.04	%
<b>Azúcares reductores</b>	AOAC 906.03	%

### 3.3.3 OBTENCIÓN DE UN SNACK A BASE DE LAS SEMILLAS DE FRUTI PAN.

Para el desarrollo del snack de semillas de fruto de pan se tomaron en cuenta al mejor tratamiento obtenido de las frutas de dichas semillas que cumplieron con las características de un producto que se sometió a la fritura:

- Contenido de almidón de 6-60%
- Bajo contenido de azúcares reductores 0,1 a 1,6%.

La evaluación del proceso de fritura se la realizó mediante un DCA con arreglo factorial A x B x C

A continuación se detalla:

#### 3.3.3.1 Unidad experimental

El tamaño de la unidad experimental fue de 50 gramos de semillas de fruto de pan, previamente seleccionada, clasificada, lavada y cortada en hojuelas de 1,00 mm, 1,50 mm y 2,00 mm de espesor respectivamente.

En la presente investigación el proceso de obtención de los snacks se consideró los siguientes factores de estudio.

### 3.3.3.2 Factor A: Tipo de aceite

Se compararon dos tipos de aceite los cuales ayudaron a establecer parámetros organolépticos principalmente de textura de las hojuelas, así como también el contenido de humedad del snack.

**Tabla 13.** Tipo de aceite.

Factor	Aceites
A1	Palma
A2	Girasol

### 3.3.3.3 Factor B: Espesor de las hojuelas

Se estudiaron tres espesores, mismo que influyeron en la crocancia y peso para el snack de las semillas.

**Tabla 14.** Espesor de las hojuelas de las semillas de fruto de pan.

Factor	Espesores
B1	1,00 mm
B2	1,5 mm
B3	2,00 mm

### 3.3.3.4 Factor C: Temperatura de fritura

Se estudió tres temperaturas, con respecto a los tiempos de residencia fueron independientes ya que fue definido cuando se finalizó la fritura, para poder establecerlo.

**Tabla 15.** Temperatura de fritura de las semillas de fruto de pan.

Factor	Temperatura
C1	160 °C
C2	170 °C
C3	180 °C

### 3.3.3.5 Tratamientos

*De las combinaciones de los factores A x B x C se estructuraron 18 tratamientos: Tabla 16.* Tratamientos.

<b>Trat.</b>	<b>Tipo de aceite</b>	<b>Espesor de hojuela</b>	<b>Temperatura de fritura</b>	<b>Combinaciones</b>
<b>T1</b>	A1	B1	C1	A1B1C1
<b>T2</b>	A1	B1	C2	A1B1C2
<b>T3</b>	A1	B1	C3	A1B1C3
<b>T4</b>	A1	B2	C1	A1B2C1
<b>T5</b>	A1	B2	C2	A1B2C2
<b>T6</b>	A1	B2	C3	A1B2C3
<b>T7</b>	A1	B3	C1	A1B3C1
<b>T8</b>	A1	B3	C2	A1B3C2
<b>T9</b>	A1	B3	C3	A1B3C3
<b>T10</b>	A2	B1	C1	A2B1C1
<b>T11</b>	A2	B1	C2	A2B1C2
<b>T12</b>	A2	B1	C3	A2B1C3
<b>T13</b>	A2	B2	C1	A2B2C1
<b>T14</b>	A2	B2	C2	A2B2C2
<b>T15</b>	A2	B2	C3	A2B2C3
<b>T16</b>	A2	B3	C1	A2B3C1
<b>T17</b>	A2	B3	C2	A2B3C2
<b>T18</b>	A2	B3	C3	A2B3C3

Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial A x B x C con tres repeticiones por tratamiento. Dónde: A = Tipo de aceite B = Espesor de las hojuelas y C = Temperatura de fritura

### **3.3.3.6 Característica del experimento**

**Tabla 17.** Característica del experimento.



<b>Número de repeticiones</b>	3
<b>Número de tratamientos</b>	18
<b>Unidad experimental</b>	54

### 3.3.3.7 Esquema del análisis estadístico

**Tabla 18.** Análisis de la varianza.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GI</b>
<b>Total</b>	53
<b>Tratamientos</b>	17
<b>(FA) Tipo de aceite</b>	1
<b>(FB) Espesor de la hojuela</b>	2
<b>(FC) T-t de la fritura</b>	2
<b>A x B</b>	2
<b>A x C</b>	2
<b>B x C</b>	4
<b>A x B x C</b>	4
<b>E. Experimental</b>	36

### 3.3.4 ANÁLISIS FUNCIONAL

- Tratamientos: Tukey al 5 %
- Factores: DMS (Diferencia mínima significativa)
- Variables no paramétricas: Friedman al 5 %

## **3.4 VARIABLES EVALUADAS**

### **3.4.1 VARIABLES CUALITATIVAS**

- Color                      APHA 2120B
- Forma                      CÁLCULO
- Análisis sensorial      FRIEDMAN

### **3.4.2 VARIABLES CUANTITATIVAS**

- Almidón                      AOAC 906.04
- Proteína                      AOCA 920.87
- Azúcares reductores      AOAC 906.03
- Recuento de mohos y levaduras      AOAC 997.02
- Grasa extraíble              AOAC 920.85

### **3.4.3 VARIABLES EVALUADAS**

#### **3.4.3.1 En Insumos**

##### **3.4.3.1.1 Volumen**

Para la medición del volumen de aceite se realizó antes y después de la fritura con la ayuda de dos probetas de 100ml.



**Fotografía 1.** Probetas de 100 ml.

### **3.4.3.2 En Producto final**

#### **3.4.3.1.2 Peso**

Se utilizó una balanza gramera con capacidad de 5 Kg.



**Fotografía 2.** Balanza gramera.

#### **3.4.3.1.3 Rendimiento**

Se determinó mediante un balance de materiales y se utilizó una balanza gramera con la finalidad de registrar el peso final del snack, y se aplicó la siguiente fórmula

$$(\%)Rendimiento = \frac{Peso\ final}{Peso\ inicial} \times 100$$

## **3.5 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO EN LA OBTENCIÓN DEL SNACK DE LAS SEMILLAS DE FRUTO DE PAN**

### **3.5.1 RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA**

De acuerdo al mejor tratamiento obtenido de las frutas de la semilla se obtuvo las semillas de la madurez intermedia de la fruta del árbol de pan, para lo cual se procedió a realizar el snack.

### **3.5.2 SELECCIÓN 1**

Se realizó una selección de la semilla del fruto de pan para la separación de contaminaciones y suciedad, con el cual se buscó un mejor rendimiento y control de calidad. Se procedió a lavar con abundante agua las semillas de árbol de pan previamente seleccionadas eliminar suciedad e impurezas.

### **3.5.3 PELADO**

Se procedió a eliminar las cáscaras o corteza dura, la cual es un impedimento para freír a las semillas.

### **3.5.4 PESADO 1**

Se pesó aproximadamente 72 gramos de semillas.

### **3.5.5 REBANADO**

Se cortaron en forma de rodajas de 2,00 mm, 1,5 mm y 1,00 mm de espesor aproximadamente.

### **3.5.6 PESADO 2**

Se procedió a pesar las hojuelas ya rebanadas, para ver cuanto a disminuido la cantidad en su peso.

### **3.5.7 FRITURA**

Tiene por finalidad cocer (freír), evaporar parte del agua de las semillas de fruto de pan y modificar el color de la superficie del producto.

Durante este proceso, hay una reducción de peso debido a la reducción de la humedad que es muy superior al peso de la grasa absorbida. La fritura se llevó a cabo por inmersión en aceite vegetal (palma, girasol) a las diferentes temperaturas a evaluar de (160, 170, 180°C) Es importante controlar el grado de fritura de acabado, dado que hay una reacción definida entre el incremento del tiempo de fritura y la absorción de aceite. La fritura se considera concluida cuando el

burbujeo cesa, lo cual indica que se eliminó la cantidad de agua adecuada en esta etapa al aceite.

### **3.5.8 ESCURRIDO**

Se eliminó el aceite superficial haciendo pasar las semillas de fruto de pan por un tamiz vibratorio dejando reposar por un papel absorbente de grasa.

### **3.5.9 ENFRIADO**

Se enfrió el producto al medio ambiente.

### **3.5.10 SELECCIÓN 2**

Se realizó la eliminación de productos defectuosos: quemados o húmedos.

### **3.5.11 SALADO**

Para el salado se agregó 5 gramos de sal por unidad experimental de 50 g aproximadamente de hojuelas de semillas de fruto de pan.

### **3.5.12 PESADO 3**

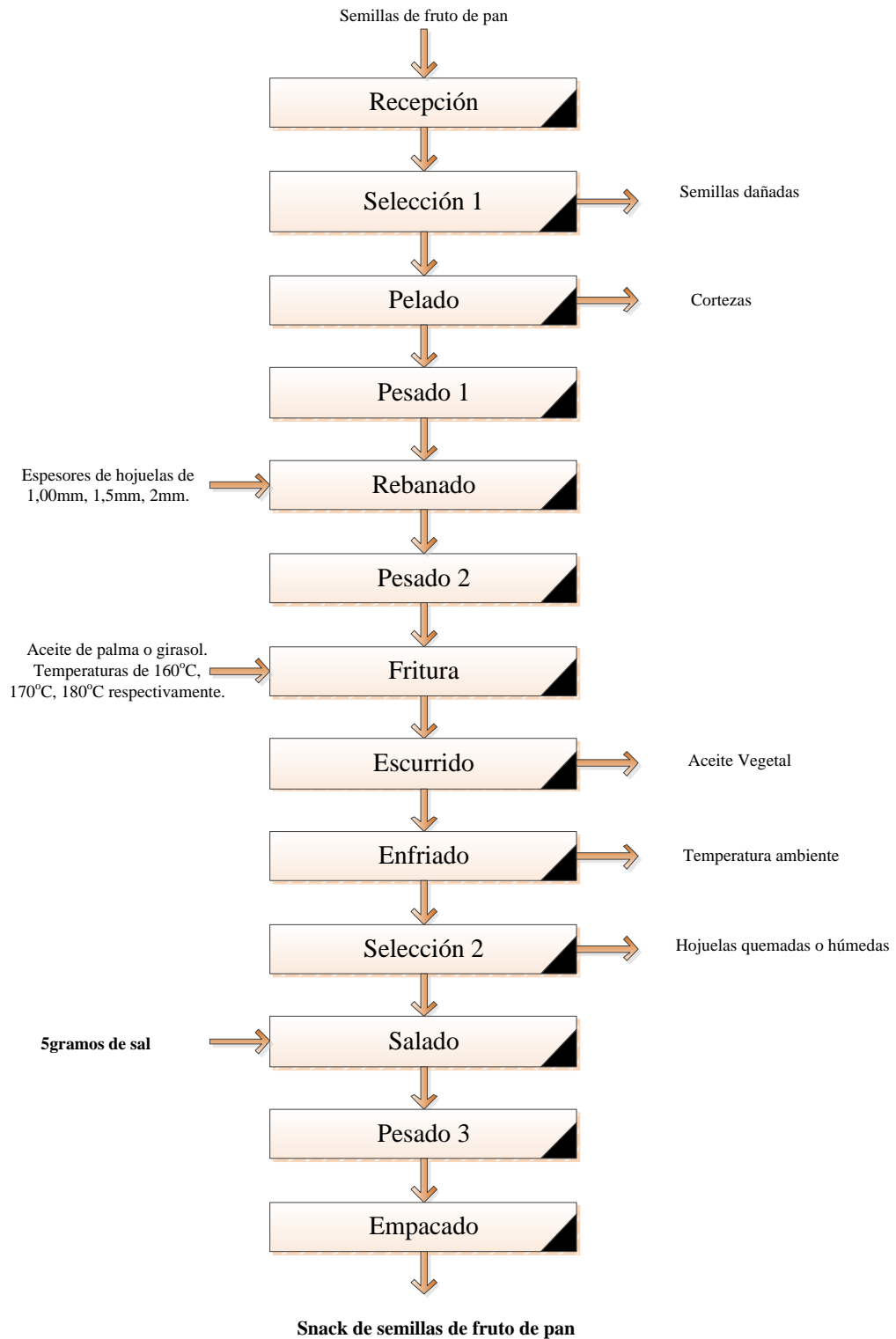
Se realizó el pesado final con el propósito de determinar la disminución de peso.

### **3.5.13 EMPACADO**

Se realizó para proteger el producto de las contaminaciones y evitar sabores / olores extraños, en bolsas múltiples o de polipropileno.

### 3.6 DIAGRAMA DE PROCESOS:

A continuación se detalla el diagrama de proceso para la obtención del snack.



## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

Para comprobar las variables e hipótesis planteada en la presente investigación ANÁLISIS DE TRES ÍNDICES DE MADUREZ DEL FRUTO DE PAN *Artocarpus altilis* PARA EL APROVECHAMIENTO DE SUS SEMILLAS EN LA ELABORACIÓN DE UN SNACK. Se plasmó la información en tablas, de acuerdo a los datos de experimento.

#### **4.1 ÍNDICES DE MADUREZ DEL FRUTO DE PAN PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS SEMILLAS**

##### **4.1.1 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES ALMIDÓN**

En el análisis de varianza, se aprecia que existe alta significación estadística para los tratamientos; el almidón va disminuyendo en los tres estados de madurez de la fruta del árbol de pan debido a que las frutas van presentando cambios conforme van madurando, perdiendo humedad. Ver tabla de ADEVA anexo 8.

Pérez, (2006) menciona; el almidón desaparece conforme la fruta madura, a la vez que se acumula el azúcar (fructosa, glucosa y sacarosa), el almidón se hidroliza dando azúcares sencillos, lo que va a dar modificación a cambios de textura dando una fruta más banda. Durante la maduración en la mayoría de los frutos se origina un aumento repentino de la actividad respiratoria, denominado pico climatérico, que suele coincidir con los principales cambios de la fruta.

Al existir diferencia significativa se procedió a realizar las pruebas de TUKEY al 5% para los tratamientos.

C.V= 5,41%

**Tabla 19.** Prueba de TUKEY al 5% para el contenido de almidón del fruto de árbol de pan.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (%) ALMIDÓN	RANGOS
T1	6,79	a
T3	6,70	b
T2	6,58	c

Al realizar la prueba de TUKEY al 5% para tratamientos se observa que todos los tratamientos son diferentes debido a que en los diferentes estados de madurez el almidón va disminuyendo.

Se puede apreciar que el tratamiento con menor contenido de almidón en los tres estados de madurez de la fruta de árbol de pan es el tratamiento T2 (madurez intermedia) mientras que T1 (madurez fisiológica) es el que mayor contenido de almidón posee, tomando como mejor tratamiento a T2 debido a que posee un contenido de almidón adecuado para la obtención de las semillas, las mismas que sirvieron para la elaboración del snack, ya que este ayuda en la gelificación del almidón dando como resultado una textura crujiente al snack.

#### **4.1.2 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES AZÚCARES REDUCTORES**

Luego de realizar el análisis de la varianza se encontró alta significación estadística para los tratamientos; los estados de madurez de la fruta del árbol de pan influyen en la cantidad de azúcares reductores que estos contienen. Ver tabla de ADEVA anexo 8.

Gill, (2010) dice que el porcentaje de azúcares reductores en los estados de madurez de las frutas incrementa a medida que transcurre el tiempo; debido a la eliminación del agua y a la transformación del almidón en glucosa.



Al existir diferencia alta significación estadística se procedió a realizar las pruebas de TUKEY al 5%.

C.V= 8,42%

**Tabla 20.** Prueba de TUKEY al 5% para el contenido de azúcares reductores del fruto de árbol de pan.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (%) AZÚCARES RED.	RANGOS
T3	3,77	a
T2	2,68	b
T1	2,26	b

Se puede observar que el contenido de azúcares reductores va aumentando conforme la fruta madura; para la obtención de las semillas en la elaboración de snack se busca un contenido de azúcares reductores entre el 0,1 y el 1,6%, debido a que estos influyen en el color del snack al finalizar la fritura, mientras si existe menos contenido de azúcares reductores se obtendrá un snack adecuado. Por lo tanto se toma como mejor tratamiento a T2 (madurez intermedia) debido a que es el tratamiento más adecuado para la elaboración del snack.

#### 4.1.3 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES ACIDEZ TITULABLE

Una vez realizada el análisis de la varianza para la variable acidez titulable se encontró alta significación estadística para los tratamientos. El tiempo de madurez de la fruta interviene en la acidez representativa en mg de ácido cítrico/100g. Disminuyendo la acidez de las frutas del árbol de pan, conforme esta va madurando. Ver tabla de ADEVA anexo 8.

Guzmán, (2006) menciona una disminución de la acidez durante la maduración de muchos frutos lo que indica una elevada tasa metabólica en esta fase. Aparte de su importancia bioquímica, los ácidos orgánicos contribuyen en gran parte al sabor, en una relación típica entre azúcares y ácidos en las diferentes especies de frutales.

Kays, (2004) los precursores de los ácidos orgánicos, en su mayoría, son otros ácidos orgánicos o azúcares.

Al existir alta significación estadística, se procedió a realizar las pruebas de TUKEY para tratamientos.

C.V= 4,96%

**Tabla 21.** Prueba de TUKEY al 5% para acidez titulable del fruto de árbol de pan.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (mg/100g de ac. cítrico) ACIDEZ	RANGOS
T1	492	a
T2	366,25	b
T3	323,75	c

En las pruebas de TUKEY para los tratamientos se puede observar que existen tres rangos; tomando en consideración a T2 que posee una acidez intermedia como mejor tratamiento para el aprovechamiento de sus semillas. La acidez de la fruta del árbol de pan va disminuyendo conforme la fruta va madurando. Esta influye en el proceso de elaboración del snack en el sabor, debido a que se busca una acidez baja.

#### 4.1.4 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES TEXTURA

En la tabla del análisis de la varianza de textura se puede apreciar que existe alta significación estadística para los tratamientos. Demostrando así que la textura influye en los estados de madurez de la fruta para beneficio de las semillas, esto quiere decir que conforme la fruta va madurando la fuerza que ejerce en relación a su textura va disminuyendo. Ver tabla de ADEVA anexo 8.

Fernández, (2001) menciona, en las primeras etapas de maduración del fruto su textura y consistencia son óptimas; durante la maduración la sustancia adherente de las células, la pectina, va degradándose junto con las sustancias pépticas, lo cual altera la textura y la consistencia del fruto.

Al existir alta significación estadística, se procedió a realizar las pruebas de TUKEY para tratamientos.

C.V= 5,79%

**Tabla 22.** Prueba de TUKEY al 5% para la textura del fruto de árbol de pan.





TRATAMIENTOS	MEDIAS (N) TEXTURA	RANGOS
T1	19,99	a
T2	19,26	a
T3	9,65	b

Al realizar las pruebas de TUKEY al 5% para los tratamientos se puede observar que poseen dos rangos; lo que significa que los tratamientos son diferentes y que en cada estado de madurez su textura va cambiando conforme la fruta madura esta se vuelve más blanda. La textura influye en el proceso de fritura de obtención del snack en la facilidad de pelado. Se puede apreciar que el tratamiento T3 (madurez total) posee una textura más blanda en comparación a los otros tratamientos, se toma a T2 (madurez intermedia) como mejor tratamiento ya que posee un textura adecuada para la obtención de las semillas las mismas que están listas para la elaboración del snack, en su facilidad de extracción de las semillas.





#### 4.1.5 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES COLOR

Para la determinación del color se realizó un análisis a cada uno de los tratamientos indicando el color que cada fruta posee en sus diferentes estados de madurez para lo cual se tomó una pequeña muestra de la cáscara de la fruta y se colocó en el reflectómetro, el mismo que proyectó el color de cada fruta analizada.





**Tabla 23.** Color estado de madurez fisiológica del fruto de árbol de pan (nm, visual).

		T1R1	T1R2	T1R3	T1R4
COLOR	Nm	567	562	566	566
		R: 207 G: 255 B: 0	R: 189 G: 255 B: 0	R: 204 G: 255 B: 0	R: 204 G: 255 B: 1
VISUAL					
					
SATURACIÓN	%	8,4925	2,63	6,6994	6,9645

**Tabla 24.** Color estado de madurez intermedia del fruto del árbol de pan (nm, visual).

		T2R1	T2R2	T2R3	T2R4
COLOR	Nm	564	567	557	560
		R: 196 G: 255 B: 0	R: 207 G: 255 B: 0	R: 171 G: 255 B: 0	R: 182 G: 255 B: 0
VISUAL					
					
SATURACIÓN	%	6,45	7,52	2,45	2,33

**Tabla 25.** Color estado de madurez total del fruto del árbol de pan (nm, visual).

		T3R1	T3R2	T3R3	T3R4
COLOR	Nm	562	573	573	573
		R: 189 G: 255 B: 0	R: 229 G: 255 B: 0	R: 229 G: 255 B: 0	R: 229 G: 255 B: 0
VISUAL					
					
SATURACIÓN	%	2,17	8,86	1,87	5,3844

#### 4.1.6 ANÁLISIS QUÍMICOS DE LAS SEMILLAS EN LOS TRES ESTADOS DE MADUREZ DEL FRUTO DEL ÁRBOL DE PAN

Para los análisis químicos se realizó en el Laboratorio de Análisis Físico, Químico y Microbiológico de la Universidad Técnica del Norte de la FICAYA.

Para lo cual se tomaron las semillas de las frutas del árbol de pan en sus tres estados de madurez.

**Tabla 26.** Características químicas de las semillas del árbol de pan en tres estados de madurez del fruto.

PARÁMETRO ANALIZADO	UNIDAD	RESULTADOS			METODO DE ENSAYO
		Madurez fisiológica	Madurez intermedia	Madurez total	
Almidón	%	2,74	0,8	0,63	AOAC 906.04
Azúcares Reductores libres	%	0,31	1,38	1,83	AOAC 906.03

## 4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO Y QUÍMICAS DE LAS SEMILLAS BENEFICIADAS

Una vez establecidos los diferentes estados de madurez del fruto se tomó al mejor tratamiento T2 (madurez intermedia) que contenía las semillas con las características adecuadas para el proceso de obtención del snack, las mismas se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 27.** Caracterización físico y química de las semillas beneficiadas.

PARÁMETRO ANALIZADO	UNIDAD	RESULTADO	CARACTERÍSTICAS DE ACUERDO A LA NORMA INE 2561	MÉTODO DE ENSAYO
Contenido de agua	%	53,76	70	AOC 925.10
Proteína	%	9,27	40	AOC 920,87
Azúcares reductores	%	1,80	0,1- 1,8	AOC 906.03
Almidón	%	0,86	—	AOC 906.04
Textura	N	50,54	—	Texturómetro
Color	nm	566	—	Reflectometría
	RGB	204,255,0	—	
	visual		—	

## 4.3 PROCESO DE OBTENCIÓN DE UN SNACK A PARTIR DE LAS SEMILLAS BENEFICIADAS DEL FRUTO DE PAN.

Una vez obtenidas las semillas con las características requeridas; se procedió a realizar el snack para lo cual el proceso de elaboración se realizó en la ciudadela La Victoria calle Víctor Manuel Guzmán 10-25; y los análisis físico químico en el Laboratorio de Análisis Físico, Químico y Microbiológico de la Universidad Técnica del Norte de la FICAYA.

#### **4.3.1 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES PESO FINAL DEL SNACK DESPUÉS DE LA FRITURA**

En el análisis de la varianza se puede observar que existe alta significación estadística para los tratamientos y alta significación para el factor B (espesor de las hojuelas) y C (temperatura de fritura) y las interacciones A x B x C. Lo que quiere decir que el espesor de las hojuelas y la temperatura de fritura influyen en la disminución de peso del snack de árbol de pan. Ver tabla de ADEVA anexo 9.

Marcano, (2010) el resultado de la temperatura, la reutilización del aceite y el tipo de espesor y pelado en la absorción de compuestos polares que se encuentran en el aceite. Los principales parámetros que influyen en la pérdida de peso son la temperatura y el tiempo de fritura.

Se procedió a realizar pruebas de TUKEY a los tratamientos y DMS al factor B y C y de la interacción A x B x C.

**C.V = 7,29%**

**Tabla 28.** Prueba de TUKEY al 5% para peso final.

TRATAMIENTOS		MEDIAS (gramos)	RANGOS
T6	A1B2C3	25,67	a
T13	A2B2C1	25,00	a b
T18	A2B3C3	25,00	a b
T9	A1B3C3	24,67	a b
T17	A2B3C2	24,67	a b
T7	A1B3C1	24,33	a b
T12	A2B1C3	23,67	a b c
T4	A1B2C1	23,33	a b c
T5	A1B2C2	23,33	a b c
T16	A2B3C1	22,67	a b c d
T2	A1B1C2	22,00	a b c d
T3	A1B1C3	22,00	a b c d
T8	A1B3C2	22,00	a b c d
T15	A2B2C3	22,00	a b c d
T1	A1B1C1	20,33	b c d
T14	A2B2C2	19,00	c d
T10	A2B1C1	18,00	d
T11	A2B1C2	17,67	d

A= Tipo de aceite (palma, girasol)

B= Espesor de las hojuelas (1, 1,5, 2mm)

C= Temperatura de fritura (160, 170, 180 °C)

Después de realizar la prueba de TUKEY para los tratamientos se puede evaluar que los tratamientos T10 y T11 se encuentran en el rango d; lo que significa que son distintos a los demás tratamientos que tienen rango a, b y c. Teniendo que T6 (aceite de palma; 1,5 mm; 180 °C) es el mejor tratamiento debido a que es el tratamiento que mejor se comporta.

Se puede ver que el tratamiento T6 (aceite de palma, 1,5mm, 180 °C) es el tratamiento con mayor peso seguido de T13 (aceite de girasol, 1,5mm, 160 °C) y T18 (aceite de girasol, 2mm, 180 °C). Mientras que T11 (aceite de girasol, 1mm, 160 °C) es el tratamiento con menor peso. Concluyendo que la pérdida de agua al intercambiarse con el aceite reduce el peso del snack.



**Tabla 29.** Prueba DMS para el factor B (espesor de las hojuelas).

FACTOR	MEDIAS (g)	RANGO
B3	23,88	a
B2	23,05	b
B1	20,61	c

Una vez realizada DMS para el factor B (Espesor de las hojuelas), se observa que los niveles B3 (2,00 milímetro), B2 (1,5 milímetros) y B1 (1,00 milímetro) tienen diferentes rangos. Concluyendo que B1 (1,00 milímetro) es el nivel que mayor pérdida de peso que tiene por diferencia matemática en el valor de las medias. Por lo tanto, el espesor de las hojuelas influye directamente en el peso del snack.

**Tabla 30.** Prueba DMS para el factor C (temperatura de fritura).

FACTOR	MEDIAS (g)	RANGOS
C3	23,83	a
C1	22,28	b
C2	21,44	c

Al realizar DMS para el factor C (Temperatura de fritura), se observa que el nivel C3 (180°C) posee rango a, C1 (160°C) rango b y C2 (170°C) rango c; concluyendo que el nivel C2 es el nivel con mayor pérdida de peso ya que a mayor temperatura mayor es la difusión de agua, por lo tanto el peso se verá disminuido.

#### **4.3.1.1 Interacción A x B x C de la variable peso final.**

La interacción del factor de estudio, indica que el tipo de aceite no tienen relación directa con los otros dos factores del el espesor de las hojuelas y la temperatura de fritura; lo que quiere decir que mayor temperatura, menor espesor de hojuelas influirá en el peso final del snack. Esto se da a la pérdida de agua.

#### **4.3.2 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES RENDIMIENTO DEL SNACK.**

Luego de realizar el análisis de la varianza se puede observar que existe alta significación estadística para los tratamientos y para los factores B (espesor de las hojuelas); C (temperatura de fritura), y las interacciones A x B x C. Concluyendo que el espesor de las hojuelas y la temperatura de fritura influyen en el rendimiento del snack de las semillas de fruto de pan. Ver tabla de ADEVA anexo 9.

Hasbún, (2009) al hablar del contenido de materia hace referencia a que es una de las características más importantes para el procesamiento industrial, ya que en la totalidad de procesos, contenidos altos son sinónimo de alto rendimiento; para los procesos industriales que involucren deshidratación como yuca frita o chips.

Se procedió a realizar pruebas de TUKEY al 5% para los tratamientos; DMS a los factores B (espesor de las hojuelas), C (temperatura de fritura) y a la interacción A x B x C.

**C.V= 7,28%**

**Tabla 31.** Prueba de TUKEY al 5% para rendimiento.

TRATAMIENTOS		MEDIAS (gramos)	RANGOS
T6	A1B2C3	51,33	<b>a</b>
T13	A2B2C1	50,00	<b>a b</b>
T18	A2B3C3	50,00	<b>a b</b>
T9	A1B3C3	49,33	<b>a b</b>
T17	A2B3C2	49,33	<b>a b</b>
T7	A1B3C1	48,67	<b>a b</b>
T12	A2B1C3	47,33	<b>a b c</b>
T4	A1B2C1	46,67	<b>a b c</b>
T5	A1B2C2	46,67	<b>a b c</b>
T16	A2B3C1	45,33	<b>a b c d</b>
T2	A1B1C2	44,00	<b>a b c d</b>
T3	A1B1C3	44,00	<b>a b c d</b>
T8	A1B3C2	44,00	<b>a b c d</b>
T15	A2B2C3	44,00	<b>a b c d</b>
T1	A1B1C1	40,67	<b>b c d</b>
T14	A2B2C2	38,00	<b>c d</b>
T10	A2B1C1	36,00	<b>d</b>
T11	A2B1C2	35,33	<b>d</b>

A= Tipo de aceite (palma, girasol)

B= Espesor de las hojuelas (1, 1,5, 2mm)

C= Temperatura de fritura (160, 170, 180 °C)

Una vez realizadas las pruebas de TUKEY para los tratamientos se puede observar que existen cuatro rangos diferentes, considerando a T6 (aceite de palma, 1,5mm, 180 ° C) como mejor tratamiento debido a que posee un mayor rendimiento seguido de T13 (aceite de girasol, 1,5mm, 160 °C) y T18 (aceite de girasol, 2mm, 180 ° C). Así se puede observar que el rendimiento del snack se ve afectado por la temperatura y espesor de las hojuelas. Debido que a mayor temperatura y delgados espesores de las hojuelas mejor será su rendimiento. Esto quiere decir que un mayor rendimiento no significa que un producto por su rendimiento tenga mayor aceptabilidad, ya que se debe tomar en cuenta otros factores, tales como la crocancia, sabor.

Yamsaengsung, (2002) indica que cuando la temperatura del aceite es alta, el secado es más rápido, además la temperatura y presión del producto aumentan rápidamente. El rendimiento del snack se ve afectado directamente por la temperatura y el tiempo de fritura. Ya que a mayor temperatura, mayor tiempo de fritura menor será el peso de las hojuelas fritas.

Oliveira, (1999) si el alimento se procesa en láminas, aquellas más gruesas presentan una menor área específica, reduciéndose el área relativa disponible para perder el agua; también el camino interno que tiene que recorrer el agua es más largo y se requiere más calor para evaporar dicha agua, además la corteza que se forma impide que el agua salga con facilidad. En el caso de las muestras de zanahoria blanca los espesores son finos, la transmisión de calor es muy rápida y por tanto el tiempo de fritura se reduce, dando como resultado un mejor rendimiento.

**Tabla 32.** Prueba DMS para el factor B (espesor de las hojuelas).

FACTOR	MEDIA (g)	RANGO
<b>B3</b>	47,78	<b>a</b>
<b>B2</b>	46,11	<b>b</b>
<b>B1</b>	41,22	<b>c</b>

Realizando DMS para el factor B (espesor de las hojuelas), los tres niveles poseen distintos rangos; considerando a B2 (1,5 mm) como mejor factor encontrándose en el rango b. Por lo que el espesor de las hojuelas influye en el rendimiento del snack. El espesor del producto influye ya que mientras más delgado sea el espesor de la hojuela mayor será su rendimiento. Si el espesor del producto es más grueso, disminuye el contenido de aceite en el interior del mismo y no existirá un alto rendimiento.

**Tabla 33.** Prueba DMS para el factor C (temperatura de fritura).

FACTOR	MEDIA (g)	RANGO
<b>C3</b>	47,67	<b>a</b>
<b>C1</b>	44,89	<b>b</b>
<b>C2</b>	44,55	<b>c</b>

Al realizar DMS para el factor B (temperatura de fritura) se puede observar que C3 (180 °C); C1 (160 °C) y C2 (170 °C) poseen distintos rangos; tomando a C2 como mejor tratamiento; debido a que es la temperatura más adecuada para que el secado sea más rápido.

#### **4.3.2.1 Interacción A x B x C de la variable rendimiento.**

La interacción A x B x C, indica que para tener un mejor rendimiento del snack se debe tomar en cuenta el espesor de las hojuelas y la temperatura de fritura, esto quiere decir que mientras más delgada sea la hojuela y su temperatura sea menor el snack será mucho mejor. Por lo tanto el espesor de las hojuelas influye al igual que la temperatura de fritura.

#### **4.3.3 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DISMINUCIÓN DEL VOLUMEN DE ACEITE**

En el análisis de la varianza se puede apreciar que existe alta significación estadística para los tratamientos, el factor B y el factor C y las interacciones A x B x C. Ver tabla de ADEVA anexo 9.

Kita A., (2007) los aceites de girasol, soja y palma no afectaron la textura mientras hay mayor crujencia y menos dureza. A mayor temperatura de freído y mayor espesor de hojuelas disminuye el contenido de aceite final.

Se procedió a realizar las pruebas de TUKEY al 5% para los tratamientos, DMS para el factor B (espesor de las hojuelas) y el factor C (temperatura de fritura) y las interacciones A x B x C.

**C.V= 5,43 %**

**Tabla 34.** Prueba de TUKEY al 5% para disminución del volumen de aceite.

TRATAMIENTOS		MEDIAS (mililitros)	RANGOS
T18	A2B3C3	83,83	<b>a</b>
T6	A1B2C3	82,60	<b>a b</b>
T17	A2B3C2	81,90	<b>a b</b>
T7	A1B3C1	81,73	<b>a b</b>
T9	A1B3C3	76,83	<b>a b c</b>
T15	A2B2C3	75,50	<b>a b c</b>
T2	A1B1C2	75,17	<b>a b c</b>
T3	A1B1C3	75,13	<b>a b c</b>
T16	A2B3C1	74,77	<b>a b c</b>
T1	A1B1C1	73,70	<b>a b c</b>
T13	A2B2C1	73,67	<b>a b c</b>
T8	A1B3C2	71,83	<b>a b c</b>
T11	A2B1C2	71,33	<b>b c</b>
T12	A2B1C3	70,50	<b>b c</b>
T5	A1B2C2	70,23	<b>b c</b>
T4	A1B2C1	69,13	<b>c</b>
T14	A2B2C2	68,00	<b>c</b>
T10	A2B1C1	67,50	<b>c</b>

A= Tipo de aceite (palma, girasol)  
 B= Espesor de las hojuelas (1, 1,5, 2mm)  
 C= Temperatura de fritura (160, 170, 180 °C)

Después de realizar las pruebas de TUKEY para los tratamientos se puede observar que los tratamientos T14, T4 y T10 se encuentran en el rango c, analizando que son diferentes a los demás tratamientos. Teniendo que el mejor tratamiento es T10 (aceite de girasol, 1mm, 160 ° C); siendo el tratamiento con menor pérdida de aceite. Mientras que T18 (aceite de girasol; 2mm; 180 °C) es el que tiene mayor disminución de aceite.

Bello, (2011) dice los factores intrínsecos más comunes con relación al aceite, son la composición, calidad y temperatura del mismo en la fritura. Los aceites poseen elevada viscosidad debido a su naturaleza química o a la producción de elementos

poliméricos durante el proceso de fritura se adhiere estrechamente al producto lo cual dificulta el escurrido, por consiguiente el aceite es absorbido ya que mayor cantidad de aceite mayor retención de agua. La cantidad de aceite absorbido por las hojuelas fritas depende del espesor y en gran medida de su contenido de humedad, porosidad y superficie expuesta al aceite de fritura.

Rimac-Brnčić S, (2004), observo que el contenido de aceite no estaba directamente relacionado con la temperatura de fritura, sino con la humedad residual del alimento, por lo tanto la disminución del aceite reduce.

**Tabla 35.** Prueba DMS para el factor B (espesor de las hojuelas).

FACTOR	MEDIAS (ml)	RANGOS
B3	78,48	a
B1	73,19	b
B2	72,22	c

Para el factor espesor de las hojuelas, se observa que existen tres rangos distintos. Tomando a B2 (1,5mm) como el mejor nivel; debido a que se logra menor disminución de la cantidad de aceite.

**Tabla 36.** Prueba DMS para el factor C (temperatura de fritura).

FACTOR	MEDIAS (ml)	RANGOS
C3	77,4	a
C1	73,42	b
C2	73,08	c

Luego de realizar DMS para el factor C (temperatura de fritura) se puede observar que existen tres rangos diferentes, lo que significa que la temperatura de fritura influye en la cantidad de volumen de aceite, mayor temperatura existirá mayor disminución de aceite. Tomando a C2 como mejor factor.

#### **4.3.3.1 Interacción A x B x C de la variable disminución del volumen de aceite.**

Al existir alta significación estadística en las interacciones A x B x C se puede interpretar que la disminución del volumen de aceite está relacionada con el espesor de las hojuelas y la temperatura de fritura, esto quiere decir que mientras más delgada sea la hojuela y su temperatura sea alta la cantidad de aceite absorbida será menor. Con relación al tipo de aceite este también influye debido a la calidad de aceite, el aceite de girasol es mejor debido a que favorece a la autooxidación y el índice de saturación siendo menos espeso que el aceite de palma.

#### **4.3.4 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES CONTENIDO DE HUMEDAD**

Luego de realizar el análisis de la varianza se puede apreciar que existe alta significación estadística para los tratamientos, el factor A (tipo de aceite), el factor B (espesor de las hojuelas) y C (temperatura de fritura) y las interacciones A x B y A x B x C. Es decir que el espesor de las hojuelas, el tipo de aceite y temperatura de fritura influye el contenido de humedad que poseen las hojuelas fritas. Ver tabla de ADEVA anexo 9.

Bouchon & P.Pyle, (2005) menciona la pérdida de humedad y la absorción de aceite están relacionadas. Al haber elevadas temperaturas al momento del freído ocasionan la deshidratación del alimento, el agua cambia de estado en un frente de evaporización móvil que separa dos regiones: la costra deshidratada y el centro húmedo.

Al existir significación estadística se realizó TUKEY al 5% para los tratamientos, DMS al factor A (tipo de aceite), B (espesor de las hojuelas) y factor C (temperatura de fritura) y para la interacciones A x B y A x B x C.

**C.V= 1,78%**



**Tabla 37.** Prueba de TUKEY al 5% para humedad.

TRATAMIENTOS		MEDIAS (%)	RANGOS
T18	A2B3C3	4,00	a
T16	A2B3C1	3,95	a
T17	A2B3C2	3,94	a
T8	A1B3C2	3,07	b
T14	A2B2C2	3,01	b c
T7	A1B3C1	3,01	b c
T9	A1B3C3	2,99	b c
T15	A2B2C3	2,98	b c
T13	A2B2C1	2,93	c
T2	A1B1C2	2,02	d
T1	A1B1C1	2,01	d
T5	A1B2C2	2,00	d
T4	A1B2C1	2,00	d
T3	A1B1C3	1,98	d
T6	A1B2C3	1,97	d
T11	A2B1C2	1,19	e
T12	A2B1C3	1,12	e
T10	A2B1C1	0,99	f

A= Tipo de aceite (palma, girasol)

B= Espesor de las hojuelas (1, 1,5, 2mm)

C= Temperatura de fritura (160, 170, 180 °C)

Una vez realizadas las pruebas de TUKEY para los tratamientos se puede considerar que el tratamiento T10 se encuentran en el rango f, lo que significa que es distinto a los demás tratamientos, asumiendo que T10 (aceite de girasol, 1mm, 160° C) como mejor tratamiento, y es el que mejor se comporta en esta etapa de la investigación, debido a que tiene menor contenido de humedad seguido de T12 (aceite de girasol, 1mm 180 °C) y T11 (aceite de girasol, 1mm, 170 °C). Lo que significa que el espesor de las hojuelas y el tipo de aceite, y elevadas temperaturas de fritura influyen en el contenido de humedad final del snack.

Moreira, (2001). El contenido de humedad final en los snacks está determinado por los parámetros de temperatura del aceite, tiempo y presión de fritura.

**Tabla 38.** Prueba DMS para el factor A (tipo de aceite.)

<b>FACTOR</b>	<b>MEDIA (%)</b>	<b>RANGOS</b>
<b>A2</b>	2,68	<b>a</b>
<b>A1</b>	2,33	<b>b</b>

Luego de realizar la prueba de DMS para el factor A (tipo de aceite) se puede apreciar que ambos factores poseen diferentes rangos, para lo cual se toma a A2 (aceite de girasol) como mejor factor de estudio, en esta etapa de investigación, ya que tiene un mejor comportamiento en relación al contenido de humedad.

**Tabla 39.** Prueba DMS para el factor B (espesor de las hojuelas).

<b>FACTOR</b>	<b>MEDIA (%)</b>	<b>RANGO</b>
<b>B3</b>	3,49	<b>a</b>
<b>B2</b>	2,48	<b>b</b>
<b>B1</b>	1,55	<b>c</b>

Después de realizar la prueba de DMS para el factor B (espesor de las hojuelas), se puede observar que constan tres rangos diferentes. Tomando a B1 (1mm de espesor) como el mejor nivel esto quiere decir que el espesor de las hojuelas si influye en el contenido de humedad, mientras más delgada sea la hojuela menor contenido de humedad tendrá.

Ziaifar A, (2008) puntualiza dos clases de productos fritos: los primeros son los productos que se describen por ser delgados, se deshidratan hasta alcanzar humedades menores al 5 %, tienen menos actividad de agua, mayor vida útil, se empacan fácilmente y pueden almacenarse, aunque tienen mayor contenido de aceite entre 30 y 40 %. Y Los segundos son gruesos, como tipo francés, que son parcialmente deshidratados, tienen humedades entre 30 y 50 % pero un menor contenido de aceite alrededor del 15 %. Los productos tipo francés, al mostrar alto contenido de humedad, no logran un valor de humedad constante en el tiempo.

**Tabla 40.** Prueba de DMS para el factor C (temperatura de fritura).

FACTOR	MEDIA (%)	RANGOS
C2	2,54	a
C3	2,51	a
C1	2,48	b

Una vez realizada DMS para el factor C (temperatura de fritura) se puede apreciar que existen dos rangos, diferentes lo que quiere decir que la temperatura de fritura influye en el contenido de humedad, mientras menor sea al temperatura existirá mayor retención de humedad.

#### **4.3.4.1 Interacción A x B de la variable contenido de humedad**

Las interacciones A x B nos indica que tanto el tipo de aceite como el espesor de las hojuelas influyen directamente, mientras mejor sea la calidad del aceite y menor espesor de hojuelas el contenido de humedad será menor, debido a que las hojuelas entre más delgadas sean se deshidratan con mayor facilidad obteniendo un snack con las características adecuadas.

#### **4.3.4.2 Interacción A x B x C de la variable contenido de humedad**

En la interacción A x B x C nos dice que tanto el tipo de aceite, el espesor de las hojuelas y la temperatura de fritura tienen relación directamente en el contenido de humedad. Esto quiere decir que para tener un contenido de humedad apto debe existir altas temperaturas de fritura, que la hojuela sea delgada y un buen tipo de aceite.

#### **4.3.5 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES MASTICABILIDAD (CROCANCIA)**

En el cuadro del análisis de la varianza se puede apreciar que existe alta significación estadística para los tratamientos y para los factores A (tipo de aceite), B (espesor de las hojuelas), C (temperatura de fritura) y las interacciones A x B, A x C y A x B x C. Ver tabla de ADEVA anexo 9.

Se procedió a realizar las pruebas de TUKEY al 5% para los tratamientos y DMS para los factores A (tipo de aceite), B (espesor de las hojuelas), y C (temperatura de fritura) y las interacciones para A x B y A x B x C.

C.V= 0,23%

**Tabla 41.** Prueba de TUKEY al 5% para masticabilidad.

TRATAMIENTOS		MEDIAS (Newton)	RANGOS
T18	A2B3C3	48,00	a
T16	A2B3C1	47,87	a
T17	A2B3C2	47,84	a
T8	A1B3C2	45,53	b
T14	A2B2C2	45,37	b c
T7	A1B3C1	45,36	b c
T9	A1B3C3	45,29	b c
T15	A2B2C3	45,27	b c
T13	A2B2C1	45,15	b c
T2	A1B1C2	42,70	d
T1	A1B1C1	42,68	d
T5	A1B2C2	42,65	d
T4	A1B2C1	42,65	d
T3	A1B1C3	42,60	d
T6	A1B2C3	42,57	d
T11	A2B1C2	40,49	e
T12	A2B1C3	40,26	e f
T10	A2B1C1	39,95	f

A= Tipo de aceite (palma, girasol)

B= Espesor de las hojuelas (1, 1,5, 2mm)

C= Temperatura de fritura (160, 170, 180 °C)

Una vez realizadas las pruebas de TUKEY se puede observar que el tratamiento T10 (aceite de girasol, 1mm, 160 °C) es diferente a los demás tratamientos, lo que significa que es el tratamiento que posee mayor crocancia en comparación a los demás.

Taiwo, (2007) hace referencia a la masticabilidad, se consigue una mayor crocancia al emplear temperaturas elevadas y tiempos cortos de fritura.

**Tabla 42.** Prueba DMS para el factor A (tipo de aceite).

FACTOR	MEDIA (N)	RANGO
A2	44,47	a
A1	43,56	b

Una vez realizada DMS para el factor A (tipo de aceite) se puede observar que poseen diferentes rangos; lo que significa que el tipo de aceite influye en la crocancia del snack.

**Tabla 43.** Prueba DMS para el factor B (espesor de las hojuelas).

FACTOR	MEDIA (N)	RANGO
B3	46,65	a
B2	43,94	b
B1	41,45	c

Después de realizar DMS para el factor B se puede apreciar que los factores son diferentes por lo tanto el espesor de las hojuelas influyen en la masticabilidad del snack esto quiere decir que mientras más delgada sea la hojuela más crujiente será. Tomando a B1 (1mm) como mejor factor.

Sanz, (2007) un producto frito de buena calidad tendrá una corteza crujiente entre 1 y 2 mm como un indicador de frescura y alta calidad, y un centro cocido, húmedo y suave.

**Tabla 44.** Prueba DMS para el factor C (temperatura de fritura).

FACTOR	MEDIA (N)	RANGO
C2	44,10	a
C3	44	a
C1	43,94	b

Una vez realizada DMS para el factor C (temperatura de fritura) se puede observar que poseen dos rangos lo que significa que la temperatura de fritura interviene en la masticabilidad del snack, ya que a mayor temperatura existe menor absorción de aceite lo que ocasiona que el snack sea más crujiente.

#### **4.3.5.1 Interacción A x B**

En la interacción A x B de la variable de masticabilidad nos dice de igual manera para tener un snack crujiente debe tener un espesor entre 1mm y 2mm, al igual que un tipo de aceite con las condiciones requeridas para la fritura, por lo tanto el tipo de aceite y el espesor de las hojuelas influye directamente en la masticabilidad del snack.

#### **4.3.5.2 Interacción A x C**

En la interacción del factor A (tipo de aceite) y factor C (temperatura de fritura), influyen en la masticabilidad del snack, las temperatura de fritura debe ser alta para que el snack pueda tener una rápida fritura y sea crujiente.

#### **4.3.5.3 Interacción A x B x C**

En la interacción A x B x C. El tipo de aceite, el espesor de las hojuelas y la temperatura de fritura deben estar acordes para que el snack tenga una buena masticabilidad, indicando un producto con las características de sabor y frescura. Por lo tanto estos tres factores influyen con la variable de la masticabilidad.

### **4.3.6 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES TIEMPO DE FRITURA.**

En el cuadro del análisis de la varianza para la variable tiempo de fritura se puede apreciar que existe alta significación estadística para los tratamientos y los factores A (tipo de aceite); B (espesor de las hojuelas), C (temperatura de fritura) y para las interacciones A x B; A x C; C x B y A x B x C. Ver tabla de ADEVA anexo 9.

Moreira, (2001). El tiempo y temperatura de fritura se deben ajustar de acuerdo al alimento para permitir que se cocine en su interior sin sobre cocción en la superficie.

Se procedió a realizar prueba de TUKEY para los tratamientos y DMS para los factores A (tipo de aceite); B (espesor de las hojuelas), C (temperatura de fritura) y para las interacciones A x B; A x C; C x B y A x B x C.

**C.V= 7,52%**

**Tabla 45.** Prueba de TUKEY al 5% para el tiempo de fritura.

TRATAMIENTOS		MEDIAS (seg)	RANGOS
T13	A2B2C1	3,41	a
T1	A1B1C1	3,31	a
T4	A1B2C1	3,25	a
T18	A2B3C3	3,25	a
T7	A1B3C1	3,14	a b
T5	A1B2C2	3,11	a b
T3	A1B1C3	3,08	a b
T17	A2B3C2	2,59	b c
T14	A2B2C2	2,53	b c
T2	A1B1C2	2,37	c
T9	A1B3C3	2,32	c
T15	A2B2C3	2,29	c
T12	A2B1C3	2,28	c
T6	A1B2C3	2,21	c
T16	A2B3C1	2,21	c
T8	A1B3C2	2,20	c
T11	A2B1C2	2,19	c
T10	A2B1C1	2,13	c

A= Tipo de aceite (palma, girasol)

B= Espesor de las hojuelas (1, 1,5, 2mm)

C= Temperatura de fritura (160, 170, 180 °C)

Una vez realizada las pruebas de TUKEY para los tratamientos se puede observar que existen tres rangos diferentes tomando a T10 (aceite de girasol; 1mm; 160 °C) como mejor tratamiento, seguido de T11 (aceite de girasol; 1mm;

170 °C). Se puede deducir que T10 es el tratamiento más adecuado ya que a menor tiempo de fritura menor costo de producción.

Moreira, (2001). Los efectos de la temperatura en la entrada del aceite no son significantes durante los primeros 15 segundos del proceso de fritura.

**Tabla 46.** Prueba DMS para el factor A (tipo de aceite).

FACTOR	MEDIA (seg)	RANGO
A1	2,78	a
A2	2,54	b

Una vez realizada DMS para el factor A (tipo de aceite) se puede observar que poseen diferentes rangos; lo que significa que el tipo de aceite influye en el tiempo de fritura del snack. Tomando A2 (aceite de girasol) como mejor factor, pues es el aceite que mejor se comporta en el proceso de fritura, debido a que no se absorbe mucho y el tiempo de fritura es más corto.

Fennema, (2000). La absorción de aceite decrece con el incremento de la temperatura y tiempo de enfriamiento.

**Tabla 47.** Prueba DMS para el factor B (espesor de hojuelas).

FACTOR	MEDIA (seg)	RANGO
B2	2,8	a
B3	2,62	b
B1	2,56	c

Realizado DMS para el factor B (espesor de las hojuelas) se puede apreciar que tienen distintos rangos, esto quiere decir que mientras más delgada sea la hojuela el tiempo de fritura será más corto, al igual que la absorción de aceite será menor. Tomando a B1 (1mm) como mejor factor en esta etapa de la investigación.

**Tabla 48.** Prueba DMS para el factor C (temperatura de fritura)

FACTOR	MEDIA (seg)	RANGO
C1	2,91	a
C3	2,57	b
C2	2,5	c



Una vez realizada DMS para el factor C (temperatura de fritura) se puede observar que existen tres rangos diferentes, lo que significa que las temperaturas de fritura influyen en el tiempo de fritura

Alvarez, (2003). La deshidratación del producto en aceite caliente a temperaturas entre 160°C y 180°C es caracterizada por proporciones altas de secado, en la práctica se han determinado tiempos de secado entre 2 y 4 segundos. Por lo tanto, el secado rápido es crítico para garantizar estructuras favorables y propiedades de textura del producto final. En el proceso de fritura la temperatura del interior de un producto no sobrepasa los 100°C, pero puede alcanzar niveles más altos en la parte superficial.

#### **4.3.6.1 Interacción A x B**

En la interacción A x B de la variable tiempo nos indica que tanto el tipo de aceite y el espesor de las hojuelas influyen directamente en el tiempo de fritura del snack de fruto de pan, lo que indica que se debe tomar en cuenta un aceite de buena calidad y un espesor de hojuelas delgados, para que el tiempo de fritura sea menor y exista menos gastos de producción y mayor ganancia.

#### **4.3.6.2 Interacción A x C**

En la interacción A x C nos quiere decir que el tipo de aceite y la temperatura de fritura influyen considerablemente en el tiempo de fritura del snack, esto quiere decir que altas temperatura existirá menor tiempo de fritura del snack, y se obtendrá un producto de alta calidad.

#### **4.3.6.3 Interacción C x B**

El espesor de las hojuelas y la temperatura intervienen directamente en el tiempo de fritura del snack lo que nos indica que las temperaturas de fritura y el espesor de las hojuelas nos darán un snack finalmente con todas sus características adecuadas.

#### 4.3.6.4 Interacción A x B x C

En la interacción A x B x C nos dice que los tres factores A (tipo de aceite), B (espesor de las hojuelas) y C (temperatura de fritura) influyen en el tiempo de fritura del snack, esto quiere decir que para tener menor tiempo y menos costos de producción deben estar acorde estos tres factores, tanto en la buena calidad del aceite, un espesor delgado de hojuelas y una temperatura adecuada del snack.

### 4.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO

Esta se realizó con la finalidad de evaluar las características organolépticas como: olor, sabor, crocancia y aceptabilidad; para así poder determinar los tres mejores tratamientos según el panel degustador; esta se realizó en la Universidad Técnica del Norte en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales FICAYA y lo conformaron diez personas.

Para la evaluación de los snack de fruto de pan se utilizó una encuesta la misma que se detalla en el Anexo 10.

**Tabla 49.** Análisis de Friedman para las variables de la evaluación sensorial.

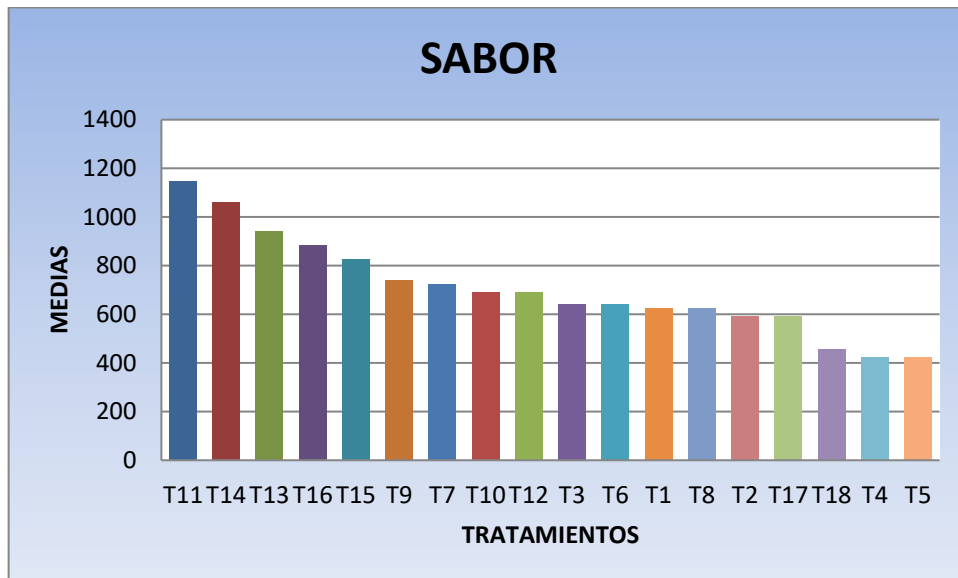
VARIABLE	VALOR CALCULADO DE X <sup>2</sup>	VALOR TABULAR DE X <sup>2</sup> (5%)	SIGN.	TRAT.
SABOR	42,67	27,5	*	T11, T13,T14
OLOR	21,94	27,5	N.S	T5, T12, T15
CROCANCIA	42,42	27,5	*	T11, T13,T16
ACEPTABILIDAD	42,30	27,5	*	T9, T10,T11

#### 4.4.1 SABOR

Se puede observar que existe significación estadística para esta variable y que el mejor tratamiento escogido por el panel degustador es T11 (aceite de girasol,

1mm, 170 °C), seguido por T13 (aceite de girasol, 1,5mm, 160 °C) y T14 (aceite de girasol, 1,5mm, 170 °C), teniendo así a los tres mejores tratamientos.

Los rangos tabulados se muestran en el Anexo 12.



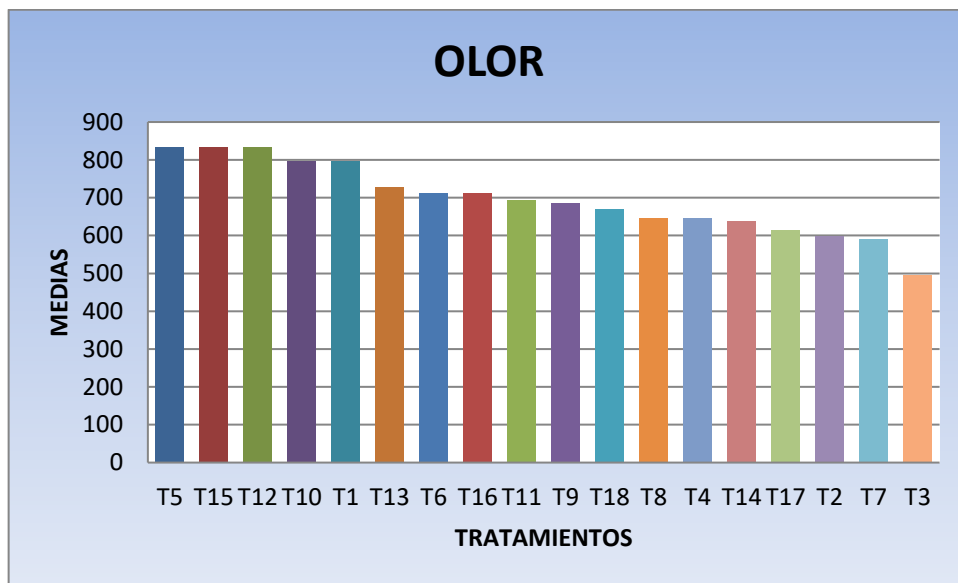
**Figura 3.**Caracterización del sabor en el producto final.

Al observar la figura14 se aprecia que el mejor tratamiento con mayor aceptabilidad en su sabor es T11 (aceite de girasol, 1mm, 170 °C), seguido por T14 (aceite de girasol, 1,5mm, 170 °C) y T13 (aceite de girasol, 1,5mm, 160 °C).

#### 4.4.2 OLOR

Se puede observar que no existe diferencia significativa en comparación al olor.

Los rangos se muestran en el Anexo 12.



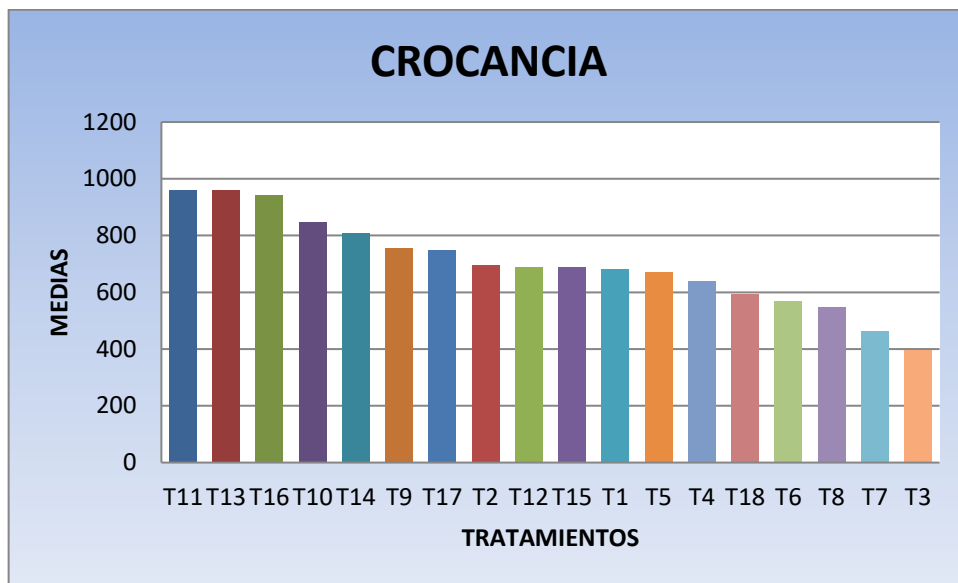
**Figura 4.** Caracterización del olor en el producto final.

En la figura 4 el olor se puede apreciar que el mejor tratamiento para esta variable evaluada es T5 (aceite de palma, 1,5mm, 170<sup>o</sup>C), seguido de T15 (aceite de girasol, 1,5mm, 180<sup>o</sup>C) y T12 (aceite de girasol, 1mm, 180<sup>o</sup>C), teniendo así a los tres mejores tratamientos.

#### 4.4.3 CROCANCIA

En esta variable evaluada existe significación estadística y que el mejor tratamiento preferido por el panel degustador es T11 (aceite de girasol, 1mm, 170<sup>o</sup>C), seguido por T13 (aceite de girasol, 1,5mm, 170<sup>o</sup>C) y T16 (aceite de girasol, 2mm, 170<sup>o</sup>C)

Los rangos se muestran en el Anexo 12.

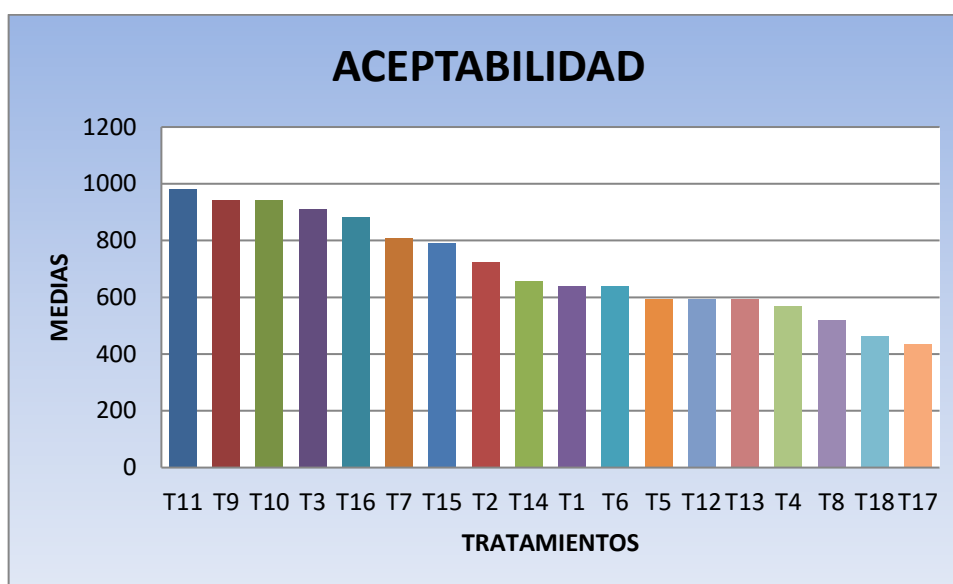


**Figura 5.** Caracterización de la crocancia en el producto final.

En la figura 5 se puede apreciar que el mejor tratamiento es T11 (aceite de girasol, 1mm, 170 °C), seguido por T13 (aceite de girasol, 1,5mm, 170 °C) y T16 (aceite de girasol, 2mm, 170 °C) son los tres mejores tratamientos para dicha variable evaluada.

#### **4.4.4 ACEPTABILIDAD**

Para la aceptabilidad se puede apreciar en la tabla 67 que existe significación estadística teniendo así a T11 (aceite de girasol, 1mm, 170 °C), seguido por T9 (aceite de palma, 2mm, 180 °C) y T10 (aceite de girasol, 1mm, 160 °C).



**Figura 6.** Caracterización de la aceptabilidad en el producto final.

Se puede apreciar en la figura 6 que los mejores tratamientos en relación a la aceptabilidad del snack son a T11 (aceite de girasol, 1mm, 170 °C), seguido por T9 (aceite de palma, 2mm, 180 °C) y T10 (aceite de girasol, 1mm, 160 °C) teniendo así a los tres mejores tratamientos.

#### **4.4 CARACTERIZACIÓN FÍSICO, QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL SNACK DE FRUTO DE PAN**

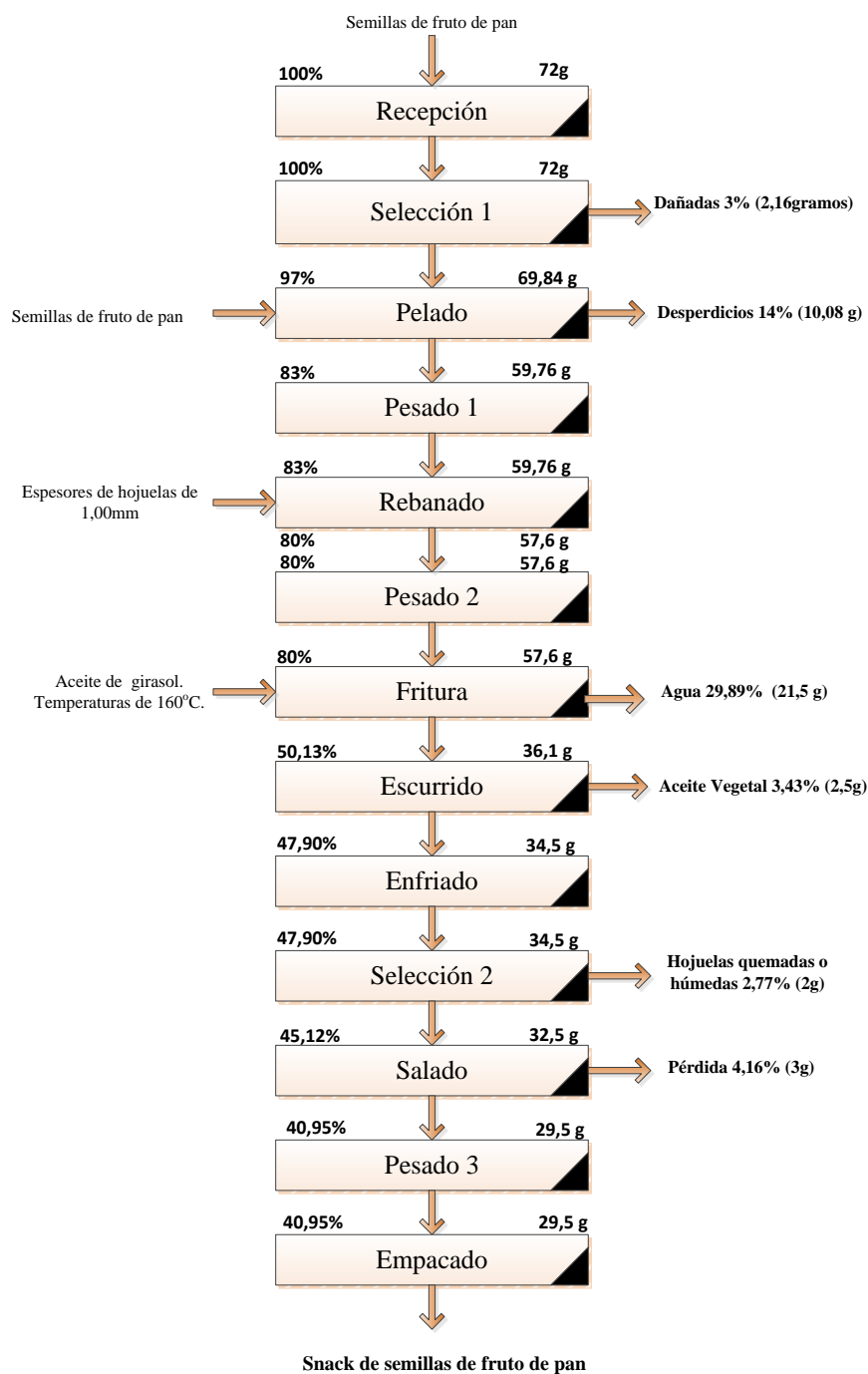
Para determinar las características, físico, química y microbiológica del snack de fruto se tomó como mejor tratamiento a T10 (aceite de girasol, 1mm de espesor, 160 °C), los análisis se realizaron en el Laboratorio de Análisis Físico, Químico y Microbiológico de la Universidad Técnica del Norte de la FICAYA. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 50.** Caracterización físico, química y microbiológica del snack obtenido

<b>Parámetro Analizado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Método de ensayo</b>
<b>Sólidos Totales</b>	%	98,22	<b>AOAC 925.10</b>
<b>Proteína</b>	%	16,60	<b>AOAC 920.87</b>
<b>Almidón</b>	%	63,00	<b>AOAC 906.04</b>
<b>Extracto etéreo</b>	%	14,20	<b>AOAC 920.85</b>
<b>Fibra Bruta</b>	%	4,80	<b>AOAC 978.10</b>
<b>Recuento de mohos</b>	<b>UFM/g</b>	<10	<b>AOAC 997.02</b>
<b>Recuento de levaduras</b>	<b>UFL/g</b>	<10	
<b>Masticabilidad</b>	<b>N</b>	40,20	<b>Texturómetro</b>

## 4.5 BALANCE DE MASA AL MEJOR TRATAMIENTO T10 (ACEITE DE GIRASOL, 1MM, 160 °C).

Se detalla en el siguiente diagrama:





#### 4.5.1 BALANCE DE MASA DEL SNACK DE FRUTO DE PAN

$$(\%) \text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

$$R = \frac{29,5g}{72g} \times 100 = 40,9 \%$$

Después de haber realizado el balance de masa se deduce que por cada 72 gramos de semillas de fruto de pan se obtiene aproximadamente 29,5 gramos teniendo un rendimiento de 40,9 %.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

1. Se confirma la hipótesis alternativa, el índice de madurez del fruto de pan influye en el aprovechamiento de las semillas para la elaboración de un snack.
2. El contenido de almidón en la fruta de árbol de pan, disminuye conforme la fruta madura, mientras que el contenido de azúcares reductores aumenta cuando la fruta alcanza su estado de madurez máximo debido a que se elimina el agua y el almidón se transforma en glucosa, esto se da por la actividad respiratoria, denominado pico climatérico, que suele coincidir con los principales cambios fisiológicos. Por lo tanto se determina como mejor tratamiento a los estados de madurez T2 (madurez intermedia), debido a que es el estado de madurez más apto para el proceso del snack.
3. Con respecto a la acidez de la fruta de árbol de pan, esta va disminuyendo a medida que la fruta madura, la textura se vuelve más blanda y el color de la fruta cambia, concluyendo que los estados de madurez influyen los factores de acidez, color y la textura.
4. Las características para una cosecha adecuada, con respecto al fruto de árbol de pan de acuerdo a la madurez intermedia es una textura blanda, el color del fruto sea amarillo- café (pintón), el fruto aún se encuentre en el árbol, color de

las semillas sea café y se las pueda retirar con facilidad concluyendo que la textura y el color intervienen en los estados de madurez.

5. En el análisis físico químico para la semilla se obtiene que T2 tiene 9,27 % de proteínas; 1,80% de azúcares reductores y 0,86% de contenido de almidón el cual son cantidades considerables para el momento de la fritura mismo que tienen las características adecuadas para el proceso del snack.
- 6.
7. En el La temperatura de fritura, el espesor de las hojuelas, influyen en el rendimiento y el peso final del snack de fruto de pan. Esto quiere decir que a mayor temperatura y menor espesor de las hojuelas el peso del snack se verá disminuido, debido a la pérdida de agua, pero su rendimiento será mayor, y consecuentemente se obtendrá un producto con características de un snack.
8. En la disminución del volumen de aceite y el contenido de humedad, se demuestra que el mejor tratamiento es T10 (aceite de girasol, 1mm de espesor, 160 °C), tiene menor disminución de aceite y contenido de humedad. De tal manera que delgados espesores de 1mm, y la calidad del aceite de girasol que presenta una buena resistencia y estabilidad a las altas temperaturas determinan la cantidad de aceite que se incorpora al momento de la fritura, ya que a menor cantidad de aceite menor retención de agua, se obtiene también un bajo contenido de humedad mismos que si influyen en el deshidratado del snack de fruto de pan.
9. Para la variable masticabilidad y tiempo, T10 es el tratamiento con mayor masticabilidad y con menor tiempo de fritura, muestras deshidratadas tienen menor tiempo de fritura y mayor crocancia, concluyendo que menor tiempo de fritura menor costo de producción y una mayor masticabilidad influyen en la característica final del snack. análisis sensorial para la aceptabilidad, de las hojuelas de semillas de fruto de pan se obtuvo como mejor tratamiento a T10 (aceite de girasol, 1mm, 160 °C) de acuerdo al panel degustador.
10. El análisis químico, físico y microbiológico, realizado al mejor tratamiento T10 se tiene que sólidos totales 98,22%, con un recuento de mohos y levaduras <10 lo que se encuentra bajo los valores establecidos de acuerdo a la norma INEN 2561:2010, contenido de grasa (extracto etéreo) del snack de

futo de pan es de 14,20%, menor al contenido de snack derivados a partir de otros productos con alto contenido de almidón (raíces, tubérculos, cereales y otros), el cual es apto para su aceptabilidad. El contenido de proteína es de 16,60%, el contenido de fibra bruta es de 4,8% y el de almidón 63% del snack de fruto de pan a los cuales sus valores se los consideran mayores en comparación al porcentaje de proteína, y almidón de la semilla cruda, esto se da a la eliminación del agua en el proceso de la fritura originando una concentración de proteínas, fibra y carbohidratos, dando un producto apto y con características altamente aceptables de un snack.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

1. Realizar investigaciones de nuevos productos de las semillas del fruto de árbol de pan pudiendo considerarse la elaboración de harinas y deshidratados.
2. Realizar nuevos métodos de pelado que sean adecuados para la extracción de la cáscara y corteza de la semilla de fruto de pan, debido a que influyen en el contenido del almidón.
3. Probar con otros tipos de aceite el proceso de la fritura para comparar cambios en las variables ya establecida, debido a que influyen en las características sensoriales.
4. Debido a que es un producto nuevo se recomienda realizar una investigación de mercado para su aceptabilidad.
5. Probar los diferentes estados de madurez de la fruta de árbol de pan para beneficio de las semillas en un producto de cocción con la finalidad de observar los cambios en las diferentes variables establecidas, tanto en almidón como azúcares reductores.
6. Realizar un estudio sobre el manejo postcosecha de la fruta y las semillas.

## BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

### BIBLIOGRAFÍA

*Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá . (2006).*

Food and Agriculture Organization. (2011).

Aguilera, J. (2007). *Fritura de alimentos en temas en tecnología de alimentos*. Mexico.

Aguilera, J. y. (2000). *Factores que afectan la incorporación de Aceite en el Producto*.

Alvarez, A. (2003). *Estudio de la aptitud de la yuca fresca (Manihot esculenta Crantz): Efectos de las características de la materia prima en la calidad de chips de yuca. Tesis de grado. Universidad del Valle y Universidad Nacional de Colombia . . Santiago de Cali, Colombia.*

Aponte, A. (2007). *Alimentos que son medicina*.

Barbosa, C. y. (2000). *Deshidratación de alimentos*.

Bello, A. G. (2011). *Vacuum frying: an alternative to obtain high-quality dried products*. Valencia, España.

Bennett, F. (1987). *How many seeds in a seed BreadFruit, Artocarpus altilis*. New York.

Bertrand, M. (2006). *Utilization of high-oleic rapeseed oil for deep-fat frying of French fries compared to other commonly used edible oils*. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* Canada.

Bertrand, M. (2006). *Utilization of high-oleic rapeseed oil for deep-fat frying of French fries compared to other commonly used edible oils*. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* Canada.

Bouchon, & P.Pyle. (2005). *Modelling oil absorption during post-frying cooling II: Solution of the mathematical model, model testing and simulations*. *Food and Bioproducts Processing*. Jersey.

Bowler, B. a. (1987). Morphology and composition of starch". En *Starch*. 67.

Carrasco. (2008). *Árbol de pan*.

De Bravo, E. (1983). *Composition of the breadfruit*. Venezuela Carit.

- Delgado, H. (2006). *Tabla de composición de alimentos de Centro América*.
- Dobarganes, C. M.-R. (2000). *Interactions between fat and food during deep-frying. European Journal of Lipid Science and Technology*. EE.UU.
- Dueñas, J. (2009). *Fibra Cruda*. Mexico.
- FAO. (2006). *Organizacion de las Naciones Unidas*. Roma.
- Fellows, P. (1994). *Tecnología del procesamiento de alimentos principios y prácticas*. España.
- Fennema, O. (2000). *Química de los alimentos*. Mexico.
- Fernández, M. (2001). *Determinación de índices de cosecha en el cultivo de curuba (Passiflora mollissima Bailey)*. Bogotá, Colombia.
- Gamble M, R. P. (1987). *Relationship between oil uptake and moisture loss during frying of potato*. 233-241.
- Gill, A. (2010). *Tratado de Nutición Tomo II Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos*. Colombia.
- Guzmán, N. y. (2006). *Tecnología de frutas y hortalizas*. Bogotá.
- Hasbún, J. (2009). *Propiedades físico- químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa*. Costa Rica.
- Hasbún, J. E. (2009). *Propiedades físicoquímicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa*. Costa Rica.
- Hoyos, J. (1990). *Los arboles de caracas. Sociedad de ciencias natural la salle*. CARACAS.
- Kader. (1992). *Postharvest Technology of Horticultural Crops.2nd Edition*. California: UC Publication.
- Kader, A. (2002). *Postharvest, Biology and Technology An Overview in Postharvest Technology of Horticultural Crops*. California, USA.
- Kays, S. G. (2004). *Postharvest biology*. Exon Press, Athens. Georgia.
- Kita A., L. G. (2007). *The effects of oils and frying temperatures on the texture and fat content of potato crisps*. Canadá.
- Leon, J. V. (2004). *Manual de ultivos. Cultivos*. Quito.

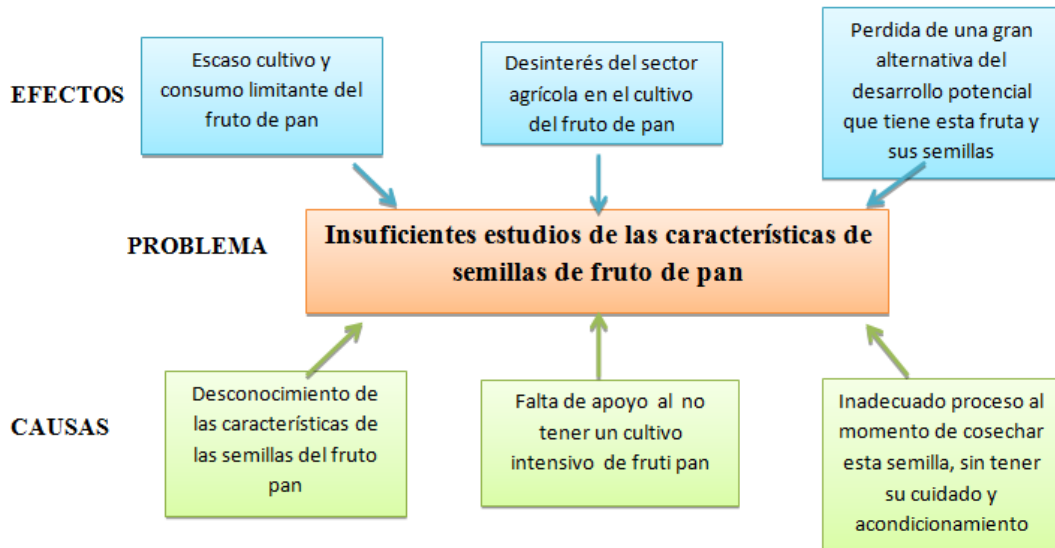
- Lopez, C. (2003). *Manua lpara preparación y venta de frutas y hortalizas. Del campo al mercado*. Argentina.
- Marcano J., L. R. (2010). *Influencia del proceso de fritura en profundidad sobre el perfil lipídico de la grasa contenida en patatas tipo "french"*. Santiago de Cali.
- Messina, M. (1999). "Legumes and soybeans: overview of their nutritional profile and health effects. 439-440.
- Moreira, R. (2001). *Deep-Fat Frying of Foods. En: Food Processing Operations Modeling*. New York.
- N. Kameswara Rao. (2007). *Manual para el manejo de semillas de germoplasma*.
- Parrotta, J. (1994). *Artocarpus altilis (S.Prark)*.
- Perez, J. A. (2006). *Frutas, verduras y salud*. BARCELONA: MASSON.
- Rimac-Brnčić S., L. V. (2004). *Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying*. Canadá.
- Salveao, F. (1984). *Fruit rot in bredfruit Artocarpus altilis caused by Phytophthora palmivora*.
- Sandhu, K., Singh, N., & Kaur, M. (2004). "Characteristics of the different corn types . *Journal of Food Engineering.*, 119-127.
- Sanz, T. (2007). *Characterization of crispness of French fries by fracture and acoustic measurements, effect of pre-frying and final frying time*. New York.
- Sisa, J. (1996). *Árbol de pan*.
- Taiwo, B. y. (2007). *Effects of pre-treatments on the shrinkage and textural properties of fried sweet potatoes*. New York.
- Vitrac, O. (2002). Trystram, G. y Raoult-Wack, A.-L. (2002). *Characterization of heat and mass transfer during deep-fat frying and its effect on cassava chip quality*. New York.
- Yamsaengsung, R. y. (2002). *Modeling the transport phenomena and structural changes during deep fat frying*.
- Zerega, N. (2005). *Limites de la sistematica de la especie de arbol de pan*.

Ziaifar A., A. N. (2008). *Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process*. New York.




## ANEXOS

### Anexo 1. Árbol de problemas



**Anexo 2.** Resultados de la caracterización física y química de las frutas de árbol de pan. Laboratorio de Análisis Físico, Químico y Microbiológico de la Universidad Técnica del Norte de la FICAYA.



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.  
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

### FICAYA

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°:	033 - 2016
Análisis solicitado por:	Srta. Gabriela Mesa
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	01 de febrero de 2016
Fecha de entrega informe:	14 de febrero de 2016
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura
Muestra:	Arbol de pan, 3 estados maduros
No. de Lote:	No aplica
No. Unidades Analizadas:	12

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Método de ensayo
		T1R1	T1R2	T1R3	T1R4	
Almidón (h.a.)	%	6,84	6,77	6,8	6,75	AOAC 906.03
Azúcares Reductores Libres (h.a.)	%	2,44	2,17	2,14	2,30	AOAC 906.03
Ácidos titulable como Ác. Clórico	mg/100 g	480	478	520	490	AOAC 954.07
Color	nm	567	561	586	566	Reflectancia
		R: 207 G: 255 B: 0	R: 189 G: 255 B: 0	R: 204 G: 255 B: 0	R: 204 G: 255 B: 1	
Saturación	%	8,4025	2,83	6,8994	6,9645	
Textura	N	19,54	19,34	20,13	21	Texturometro


Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Método de ensayo
		T2R1	T2R2	T2R3	T2R4	
Almidón (h.a.)	%	6,58	6,42	6,7	6,6	AOAC 906.03
Azúcares Reductores Libres (h.a.)	%	2,86	2,79	2,96	2,70	AOAC 906.03
Ácidos titulable como Ác. Clórico	mg/100 g	385	390	370	340	AOAC 954.07
Color	nm	564	567	557	560	Reflectancia
		R: 190 G: 255 B: 0	R: 207 G: 255 B: 0	R: 171 G: 255 B: 0	R: 182 G: 255 B: 0	
Saturación	%	6,45	7,51	2,45	2,33	
Textura	N	16,34	16,33	19,18	21,2	Texturometro


Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Método de ensayo
		T3R1	T3R2	T3R3	T3R4	
Almidón (h.a.)	%	4,16	4,10	4,32	4,2	AOAC 906.03
Azúcares Reductores Libres (h.a.)	%	1,70	4,09	3,32	4,00	AOAC 906.03
Ácidos titulable como Ác. Clórico	mg/100 g	320	345	330	300,00	AOAC 954.07
Color	nm	562	573	573	573	Reflectancia
		R: 189 G: 255 B: 0	R: 229 G: 255 B: 0	R: 229 G: 255 B: 0	R: 229 G: 255 B: 0	
Saturación	%	2,17	8,86	1,87	5,3844	
Textura	N	10,45	9,3	5,43	9,42	Texturometro

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Acreditación:




Ing. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



Av. 17 de Julio S-21 y José María  
Córdova, Barro El Olivo.

**Anexo 3.** Resultados de los análisis de las semillas de fruto de pan en sus tres estados de madurez. Laboratorio de Análisis Físico, Químico y Microbiológico de la Universidad Técnica del Norte de la FICAYA.



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.  
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

### FICAYA

*Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos*

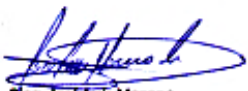
Informe N°:	045 - 2016
Análisis solicitado por:	Srta. Gabriela Mena
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	03 de marzo de 2016
Fecha de entrega informe:	09 de marzo de 2016
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura
Muestra:	Arbol de pan
No. de Lote	No aplica
No. Unidades Analizadas	3


Parámetro Analizado	Unidad	Resultados			Metodo de ensayo
		Madurez Fisiologica	Madurez Intermedia	Madurez Total	
Amidón	%	2,74	0,84	0,63	AOAC 967.21
Azúcares Reductores Libres	%	0,31	1,38	1,83	AOAC 906.03

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:



Blaq. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



**Anexo 4.** Tablas de datos de ADEVAS de la fruta de árbol de pan.

A continuación se detallan las tablas de los registros de datos tomados de las diferentes ADEVAS realizadas en las frutas de árbol de pan, en sus tres estados de madurez.

**Tabla 51.** Contenido de almidón (%) en la fruta de árbol de pan.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				$\Sigma$ Trat	$\bar{x}$
	I	II	III	IV		
T1	6,84	6,77	6,8	6,75	27,16	6,79
T2	6,58	6,42	6,7	6,6	26,3	6,58
T3	4,16	4,1	4,32	4,2	16,78	4,20
$\Sigma$ Rep	17,58	17,29	17,82	17,55	70,24	5,86

**Tabla 52.** Contenido de azúcares reductores (%) en la fruta del árbol de pan.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				$\Sigma$ Trat	$\bar{x}$
	I	II	III	IV		
T1	2,44	2,17	2,14	2,3	9,05	2,26
T2	2,86	2,79	2,36	2,7	10,71	2,68
T3	3,7	4,09	3,32	4	15,11	3,78
$\Sigma$ Rep	9	9,05	7,82	9	34,87	2,91


**Tabla 53.** Acidez titulable (como ácido cítrico mg/100g).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				$\Sigma$ Trat	$\bar{x}$
	I	II	III	IV		
T1	480	478	520	490	1968	492
T2	365	390	370	340	1465	366,25
T3	320	345	330	300	1295	323,75
$\Sigma$ Rep	1165	1213	1220	1130	4728	394

**Tabla 54.** Textura (N).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				$\Sigma$ Trat	$\bar{x}$
	I	II	III	IV		
<b>T1</b>	19,54	19,34	20,11	21	79,99	20
<b>T2</b>	18,34	18,33	19,18	21,2	77,05	19,26
<b>T3</b>	10,45	9,3	9,43	9,43	38,61	9,65
$\Sigma$ Rep	48,33	46,97	48,72	51,63	195,65	16,30

**Anexo 5.** Resultados de la caracterización física y química de las semillas beneficiadas (madurez intermedia). Laboratorio de Análisis Físico, Químico y Microbiológico de la Universidad Técnica del Norte de la FICAYA.



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.  
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

### FICAYA

*Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos*

Informe N°:	050 - 2016
Análisis solicitado por:	Sra. Gabriela Mena
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	11 de marzo de 2016
Fecha de entrega informe:	22 de marzo de 2016
Ciudad:	Iberra
Provincia:	Imbabura


#	Muestra	Lote
1	Semilla beneficiadas de árbol de pan	No aplica


Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Método de ensayo
Contenido de Agua	%	53,76	AOAC 925.10
Proteína	%	9,27	AOAC 920.87
Azúcares Reductores Libres	%	1,80	AOAC 906.03
Almidón	%	0,85	AOAC 908.04
Textura	N	50,54	Texturómetro
Color	nm	566	Reflectometría
	RGB	204,255,0	
	visual		

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:



BIOQ. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



Anexo 6. Resultados de los análisis de los snack de las semillas de fruto de pan.

Informe N°:		051 - 2016	
		Análisis solicitado por:	
Empresa:		Particular	
Muestreo:		Propietario	
Fecha de recepción:		11 de marzo de 2016	
Fecha de entrega informe:		22 de marzo de 2016	
Ciudad:		Ibarra	
Provincia:		Imbabura	
Muestra:		Snack semillas de árbol de pan	
No. de Lote		No aplica	
No. Unidades Analizadas		54	

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Método de ensayo
		A1B1C1	A1B1C1	A1B1C1	A1B1C2	A1B1C2	A1B1C2	
Contenido de humedad	%	2,08	1,97	1,96	2,02	2,05	1,98	AOAC 926.10
Masticabilidad (promedio)	N	42,87	42,58	42,90	42,71	42,79	42,80	Texturometro

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Método de ensayo
		A1B1C3	A1B1C3	A1B1C3	A1B2C1	A1B2C1	A1B2C1	
Contenido de humedad	%	2,00	1,99	2,00	1,95	2,00	2,04	AOAC 926.10
Masticabilidad (promedio)	N	42,00	42,47	42,66	42,52	42,66	42,76	Texturometro

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Método de ensayo
		A1B2C2	A1B2C2	A1B2C2	A1B2C3	A1B2C3	A1B2C3	
Contenido de humedad	%	2,01	2,04	1,95	1,95	1,97	1,95	AOAC 926.10
Masticabilidad (promedio)	N	42,08	42,76	42,52	42,60	42,56	42,52	Texturometro

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Método de ensayo
		A1B3C1	A1B3C1	A1B3C1	A1B3C2	A1B3C2	A1B3C2	
Contenido de humedad	%	3,05	2,98	3,00	3,10	3,04	3,05	AOAC 926.10
Masticabilidad (promedio)	N	45,46	45,26	45,33	45,60	45,44	45,54	Texturometro

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Método de ensayo
		A1B3C3	A1B3C3	A1B3C3	A2B1C1	A2B1C1	A2B1C1	
Contenido de humedad	%	3,02	3,00	2,94	1,08	0,98	0,92	AOAC 926.10
Masticabilidad (promedio)	N	45,36	45,33	45,17	40,20	39,68	38,77	Texturometro

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Método de ensayo
		A2B1C2	A2B1C2	A2B1C2	A2B1C3	A2B1C3	A2B1C3	
Contenido de humedad	%	1,19	1,23	1,15	1,10	1,12	1,15	AOAC 926.10
Masticabilidad (promedio)	N	40,48	40,00	40,36	40,25	40,23	40,31	Texturometro



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.

Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

**FICAYA**

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Método de ensayo
		A2B2C1	A2B2C1	A2B2C1	A2B2C2	A2B2C2	A2B2C2	
Contenido de humedad	%	2,94	3,00	2,96	3,00	2,97	3,07	AOAC 825.18
Masticabilidad (promedio)	M	45,17	45,33	44,65	45,33	45,25	45,52	Testarómetro

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Método de ensayo
		A2B2C3	A2B2C3	A2B2C3	A2B2C1	A2B2C1	A2B2C1	
Contenido de humedad	%	2,95	2,98	3,00	4,00	3,95	3,90	AOAC 825.18
Masticabilidad (promedio)	M	45,20	45,25	45,33	48,00	47,89	47,73	Testarómetro

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Método de ensayo
		A2B2C2	A2B2C2	A2B2C2	A2B2C3	A2B2C3	A2B2C3	
Contenido de humedad	%	3,94	3,90	3,90	4,03	3,97	4,00	AOAC 825.18
Masticabilidad (promedio)	M	47,84	47,73	47,85	48,08	47,92	48,00	Testarómetro

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas.

Atentamente:

José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio

#### Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucional.

Av. 17 de Julio 5-21 y José María  
Córdova (Barral) Oliva  
Teléfono: (06)2667800  
Fax: Ext. 7711  
Email: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador



**Anexo 7.** Tablas de datos de las ADEVAS en la elaboración del snack.

**Tabla 55.** Peso final del snack (g) de fruto de pan.

TRATAMIENTOS		REPETICIONES			$\Sigma$ TRAT	X
		I	II	III		
<b>T1</b>	A1B1C1	22	19	20	61	20,33
<b>T2</b>	A1B1C2	23	21	22	66	22
<b>T3</b>	A1B1C3	21	22	23	66	22
<b>T4</b>	A1B2C1	23	22	25	70	23,33
<b>T5</b>	A1B2C2	24	23	23	70	23,33
<b>T6</b>	A1B2C3	26	25	26	77	25,67
<b>T7</b>	A1B3C1	26	22	25	73	24,33
<b>T8</b>	A1B3C2	24	23	19	66	22
<b>T9</b>	A1B3C3	25	24	25	74	24,67
<b>T10</b>	A2B1C1	19	17	18	54	18
<b>T11</b>	A2B1C2	19	17	17	53	17,67
<b>T12</b>	A2B1C3	23	23	25	71	23,67
<b>T13</b>	A2B2C1	25	24	26	75	25
<b>T14</b>	A2B2C2	16	19	22	57	19
<b>T5</b>	A2B2C3	25	20	21	66	22
<b>T16</b>	A2B3C1	23	25	20	68	22,67
<b>T17</b>	A2B3C2	26	25	23	74	24,67
<b>T18</b>	A2B3C3	25	25	25	75	25
<b><math>\Sigma</math> REP</b>		415	396	405	1216	22,51

**Tabla 56.** Rendimiento del snack (g) de fruto de pan.

TRATAMIENTOS		REPETICIONES			$\Sigma$ TRAT	MEDIAS
		I	II	III		
<b>T1</b>	A1B1C1	44	38	40	122	40,67
<b>T2</b>	A1B1C2	46	42	44	132	44,00
<b>T3</b>	A1B1C3	42	44	46	132	44,00
<b>T4</b>	A1B2C1	46	44	50	140	46,67
<b>T5</b>	A1B2C2	48	46	46	140	46,67
<b>T6</b>	A1B2C3	52	50	52	154	51,33
<b>T7</b>	A1B3C1	52	44	50	146	48,67
<b>T8</b>	A1B3C2	48	46	38	132	44,00
<b>T9</b>	A1B3C3	50	48	50	148	49,33
<b>T10</b>	A2B1C1	38	34	36	108	36,00
<b>T11</b>	A2B1C2	38	34	34	106	35,33
<b>T12</b>	A2B1C3	46	46	50	142	47,33
<b>T13</b>	A2B2C1	50	48	52	150	50,00
<b>T14</b>	A2B2C2	32	38	44	114	38,00
<b>T15</b>	A2B2C3	50	40	42	132	44,00
<b>T16</b>	A2B3C1	46	50	40	136	45,33
<b>T17</b>	A2B3C2	52	50	46	148	49,33
<b>T18</b>	A2B3C3	50	50	50	150	50,00
<b><math>\Sigma</math> REP.</b>		830	792	810	2432	45,04

**Tabla 57.** Disminución del volumen del aceite (ml) de fruto de pan.

TRATAMIENTOS		REPETICIONES			$\Sigma$ TRAT	X
		I	II	III		
<b>T1</b>	A1B1C1	70,5	81,2	69,4	221,1	73,7
<b>T2</b>	A1B1C2	73,5	76,5	75,5	225,5	75,17
<b>T3</b>	A1B1C3	74,9	73	77,5	225,4	75,13
<b>T4</b>	A1B2C1	75,6	65,8	66	207,4	69,13
<b>T5</b>	A1B2C2	77,4	63,5	69,8	210,7	70,23
<b>T6</b>	A1B2C3	86,5	81	80,3	2471,8	82,60
<b>T7</b>	A1B3C1	86,5	79,5	79,2	245,2	81,73
<b>T8</b>	A1B3C2	71,5	73	71	215,5	71,83
<b>T9</b>	A1B3C3	80,5	79	71	230,5	76,83
<b>T10</b>	A2B1C1	66,5	68	68	202,5	67,50
<b>T11</b>	A2B1C2	72	70,5	71,5	214	71,33
<b>T12</b>	A2B1C3	71,5	70	70	211,5	70,50
<b>T13</b>	A2B2C1	75	73	73	221	73,67
<b>T14</b>	A2B2C2	69	66	69	204	68,00
<b>T15</b>	A2B2C3	74,5	76,4	75,6	226,5	75,50
<b>T16</b>	A2B3C1	76,5	73,3	74,5	224,3	74,77
<b>T17</b>	A2B3C2	88,7	71,5	85,5	245,7	81,90
<b>T18</b>	A2B3C3	87,5	79,5	84,5	251,5	83,83
<b><math>\Sigma</math> REP</b>		1378,1	1320,7	1331,3	4030,1	74,63

**Tabla 58.** Contenido de humedad (%) del fruto de pan.

TRATAMIENTOS		RPETICIONES			$\Sigma$ TRAT	X
		I	II	III		
T1	A1B1C1	2,08	1,97	1,98	6,03	2,01
T2	A1B1C2	2,02	2,05	1,98	6,05	2,02
T3	A1B1C3	2	1,93	2	5,93	1,98
T4	A1B2C1	1,95	2	2,04	5,99	2,00
T5	A1B2C2	2,01	2,04	1,95	6	2,00
T6	A1B2C3	1,98	1,97	1,95	5,9	1,97
T7	A1B3C1	3,05	2,98	3	9,03	3,01
T8	A1B3C2	3,1	3,04	3,08	9,22	3,07
T9	A1B3C3	3,02	3	2,94	8,96	2,99
T10	A2B1C1	1,08	0,96	0,92	2,96	0,99
T11	A2B1C2	1,19	1,23	1,15	3,57	1,19
T12	A2B1C3	1,1	1,12	1,15	3,37	1,12
T13	A2B2C1	2,94	3	2,86	8,8	2,93
T14	A2B2C2	3	2,97	3,07	9,04	3,01
T15	A2B2C3	2,95	2,98	3	8,93	2,98
T16	A2B3C1	4	3,96	3,9	11,86	3,95
T17	A2B3C2	3,94	3,9	3,98	11,82	3,94
T18	A2B3C3	4,03	3,97	4	12	4,00
$\Sigma$ REP		45,44	45,07	44,95	135,46	2,51

**Tabla 59.** Masticabilidad (crocancia) (N) del fruto de pan.

TRATAMIENTOS		REPETICIONES			$\Sigma$ TRAT	X
		I	II	III		
T1	A1B1C1	42,87	42,58	42,6	128,05	42,68
T2	A1B1C2	42,71	42,79	42,6	128,1	42,70
T3	A1B1C3	42,66	42,47	42,66	127,79	42,60
T4	A1B2C1	42,52	42,66	42,76	127,94	42,65
T5	A1B2C2	42,68	42,76	42,52	127,96	42,65
T6	A1B2C3	42,6	42,58	42,52	127,7	42,57
T7	A1B3C1	45,46	45,28	45,33	136,07	45,36
T8	A1B3C2	45,6	45,44	45,54	136,58	45,53
T9	A1B3C3	45,38	45,33	45,17	135,88	45,29
T10	A2B1C1	40,2	39,88	39,77	119,85	39,95
T11	A2B1C2	40,49	40,6	40,39	121,48	40,49
T12	A2B1C3	40,25	40,23	40,31	120,79	40,26
T13	A2B2C1	45,17	45,33	44,95	135,45	45,15
T14	A2B2C2	45,33	45,25	45,52	136,1	45,37
T15	A2B2C3	45,2	45,28	45,33	135,81	45,27
T16	A2B3C1	48	47,89	47,73	143,62	47,87
T17	A2B3C2	47,84	47,73	47,95	143,52	47,84
T18	A2B3C3	48,08	47,92	48	144	48,00
$\Sigma$ REP		793,04	792	791,65	2376,69	44,01

**Tabla 60.** Tiempo de fritura (min) del fruto de pan

TRATAMIENTOS		REPETICIONES			$\Sigma$ TRAT	X
		I	II	III		
<b>T1</b>	A1B1C1	3,27	3,38	3,28	9,93	3,31
<b>T2</b>	A1B1C2	2,57	2,38	2,15	7,1	2,37
<b>T3</b>	A1B1C3	2,59	3,11	3,55	9,25	3,08
<b>T4</b>	A1B2C1	3,19	3,23	3,34	9,76	3,25
<b>T5</b>	A1B2C2	3,17	3,1	3,05	9,32	3,11
<b>T6</b>	A1B2C3	2,24	2,06	2,34	6,64	2,21
<b>T7</b>	A1B3C1	3,16	3,22	3,04	9,42	3,14
<b>T8</b>	A1B3C2	2,18	2,11	2,31	6,6	2,20
<b>T9</b>	A1B3C3	2,28	2,17	2,5	6,95	2,32
<b>T10</b>	A2B1C1	2,15	2,11	2,13	6,39	2,13
<b>T11</b>	A2B1C2	2,14	2,11	2,33	6,58	2,19
<b>T12</b>	A2B1C3	2,22	2,43	2,19	6,84	2,28
<b>T13</b>	A2B2C1	3,54	3,44	3,25	10,23	3,41
<b>T14</b>	A2B2C2	3,09	2,44	2,07	7,6	2,53
<b>T15</b>	A2B2C3	2,53	2,19	2,15	6,87	2,29
<b>T16</b>	A2B3C1	2,16	2,15	2,32	6,63	2,21
<b>T17</b>	A2B3C2	2,58	2,59	2,59	7,76	2,59
<b>T18</b>	A2B3C3	3,23	3,19	3,33	9,75	3,25
<b><math>\Sigma</math> REP.</b>		48,29	47,41	47,92	143,62	2,66

**Anexo 8.** Tablas análisis de la varianza de la fruta de árbol de pan.

**Tabla 61.** Análisis de varianza almidón.

<b>F.d.V</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>SIG</b>	<b>F.Tabular</b>	
TOTAL	11	16,67		830	**	5%	1%
Trat.	2	16,6	8,3			4,07	7,59
E.Exp	9	0,07	0,1				

**Tabla 62.** Análisis de la varianza azúcares reductores.

<b>F.d.V</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>SIG</b>	<b>F.Tabular</b>	
TOTAL	11	5,64		42,33	**	5%	1%
Trat.	2	5,07	2,54			4,07	7,59
E.Exp	9	0,57	0,06				

**Tabla 63.** Análisis de la varianza acidez titulable.

<b>F.d.V</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>SIG</b>	<b>F.Tabular</b>	
TOTAL	11	40985		49,19	**	5%	1%
TRAT	2	37521,5	18760,75			4,07	7,59
E.EXP	9	3463,5	381,38				

**Tabla 64.** Análisis de la varianza textura.

<b>F.d.V</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>SIGN</b>	<b>F.Tabular</b>	
TOTAL	11	274,55		149,93	**	5%	1%
TRAT	2	266,55	133,28			4,07	7,59
E.EXP	9	8	0,89				

**Anexo 9.** Tablas análisis de la varianza de la elaboración del snack de semillas de fruto de pan.

**Tabla 65.** Análisis de la varianza peso final del snack.

F. de V	GL.	S.C	C.M	F.C	SIGN.	F.T	
						5%	1%
<b>TOTAL</b>	53	395,48				<b>5%</b>	<b>1%</b>
<b>Trat.</b>	17	298,81	17,58	6,55	**	1,93	2,53
<b>A</b>	1	16,67	16,67	6,21	*	4,12	7,41
<b>B</b>	2	104,48	52,24	19,45	**	3,27	5,26
<b>AXB</b>	2	16,78	8,39	3,12	N.S	3,27	5,26
<b>C</b>	2	52,92	26,46	9,85	**	3,27	5,26
<b>AXC</b>	2	5,45	2,73	1,01	N.S	3,27	5,26
<b>CXB</b>	4	33,41	8,35	3,11	*	2,64	3,91
<b>AXBXC</b>	4	69,11	17,28	6,43	**	2,64	3,91
<b>E.Exp</b>	36	96,67	2,69				

**Tabla 66.** Análisis de la varianza rendimiento del snack.

F.d.V	GL.	S.C	C.M	F.C	SIGN	F. T	
						5%	1%
<b>TOTAL</b>	53	1581,93				<b>5%</b>	<b>1%</b>
<b>Trat.</b>	17	1195,26	70,31	6,55	**	1,93	2,53
<b>A</b>	1	66,67	66,67	6,21	*	4,12	7,41
<b>B</b>	2	417,93	208,97	19,46	**	3,27	5,26
<b>AXB</b>	2	67,11	33,56	3,12	N.S	3,27	5,26
<b>C</b>	2	211,71	105,86	9,86	**	3,27	5,26
<b>AXC</b>	2	21,77	10,89	1,01	N.S	3,27	5,26
<b>CXB</b>	4	133,63	33,41	3,11	*	2,64	3,91
<b>AXBXC</b>	4	276,45	69,11	6,43	**	2,64	3,91
<b>E.Exp</b>	36	386,67	10,74				



**Tabla 67.** Análisis de la varianza disminución del volumen de aceite.

F.d.V	G.L	S.C	C.M	F.C	SIGN	F.T	
						5%	1%
<b>TOTAL</b>	53	1909,66					
<b>Trat.</b>	17	1318,75	77,57	4,73	**	1,93	2,53
<b>A</b>	1	14,62	14,62	0,89	<b>N.S</b>	4,12	7,41
<b>B</b>	2	409	204,50	12,46	**	3,27	5,26
<b>AXB</b>	2	155,46	77,73	4,74	*	3,27	5,26
<b>C</b>	2	207,98	103,99	6,34	**	3,27	5,26
<b>AXC</b>	2	41,85	20,93	1,27	<b>N.S</b>	3,27	5,26
<b>CXB</b>	4	177,63	44,41	2,71	*	2,64	3,91
<b>AXBXC</b>	4	312,21	78,05	4,76	**	2,64	3,91
<b>E.Exp</b>	36	590,91	16,41				

**Tabla 68.** Análisis de la varianza masticabilidad.

F.d.V	GL.	S.C	C.M	F.C	SIGN	F.T	
						5%	1%
<b>TOTAL</b>	53	330,97					
<b>Trat.</b>	17	330,44	19,44	1944	**	1,93	2,53
<b>A</b>	1	11,16	11,16	1116	**	4,12	7,41
<b>B</b>	2	243,55	121,78	12.178,00	**	3,27	5,26
<b>AXB</b>	2	75,05	37,53	3753	**	3,27	5,26
<b>C</b>	2	0,22	0,11	11,00	**	3,27	5,26
<b>AXC</b>	2	0,16	0,08	8,00	**	3,27	5,26
<b>CXB</b>	4	0,08	0,02	2,00	<b>N.S</b>	2,64	3,91
<b>AXBXC</b>	4	0,22	0,06	6,00	**	2,64	3,91
<b>E.Exp</b>	36	0,53	0,01				

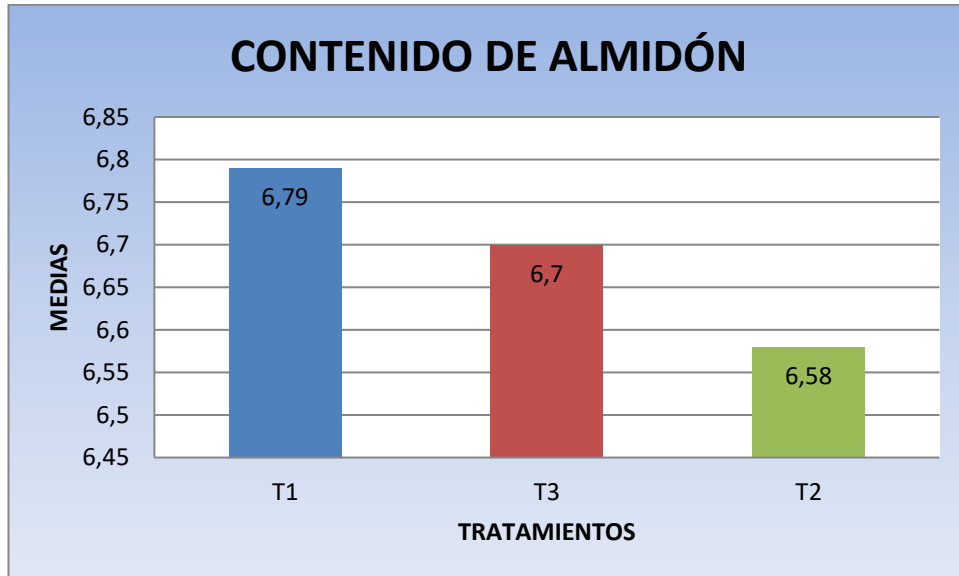
**Tabla 69.** Análisis de la varianza tiempo de fritura.

F.d.V	GL.	S.C	C.M	F.C	SIGN.	F. T	
						5%	1%
<b>TOTAL</b>	53	13,2					
<b>Trat.</b>	17	11,74	0,69	16,91	**	1,93	2,53
<b>A</b>	1	0,74	0,74	18,12	**	4,12	7,41
<b>B</b>	2	0,57	0,29	6,98	*	3,27	5,26
<b>AXB</b>	2	1,72	0,86	21,06	**	3,27	5,26
<b>C</b>	2	1,72	0,86	21,06	**	3,27	5,26
<b>AXC</b>	2	1,26	0,63	15,43	**	3,27	5,26
<b>CXB</b>	4	2,98	0,75	18,24	**	2,64	3,91
<b>AXBXC</b>	4	2,75	0,69	16,84	**	2,64	3,91
<b>E.Exp</b>	36	1,47	0,04				

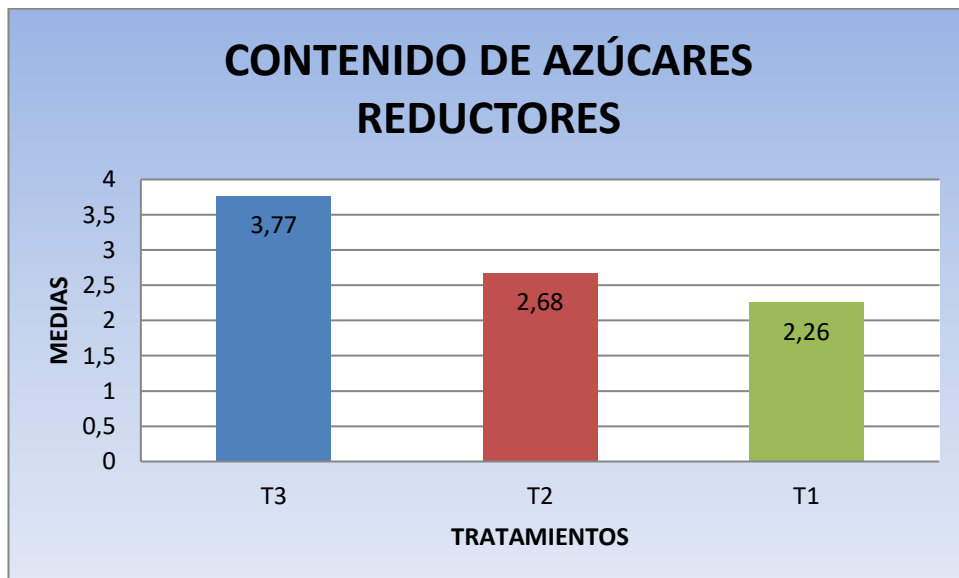
**Tabla 70.** Análisis de la varianza contenido de humedad.

F.d.V	GL.	S.C	C.M	F.C	SIGN	F. T	
						5%	1%
<b>TOTAL</b>	53	46,20					
<b>Trat.</b>	17	46,13	2,71	1.357,00	**	1,93	2,53
<b>A</b>	1	1,58	1,58	790,00	**	4,12	7,41
<b>B</b>	2	34,01	17	8.502.500,00	**	3,27	5,26
<b>AXB</b>	2	10,44	5,220	2.610,00	**	3,27	5,26
<b>C</b>	2	0,03	0,015	7,50	**	3,27	5,26
<b>AXC</b>	2	0,02	0,010	5,00	*	3,27	5,26
<b>CXB</b>	4	0,01	0,003	1,50	<b>N.S</b>	2,64	3,91
<b>AXBXC</b>	4	0,03	0,008	4,00	**	2,64	3,91
<b>E.Exp</b>	36	0,07	0,002				

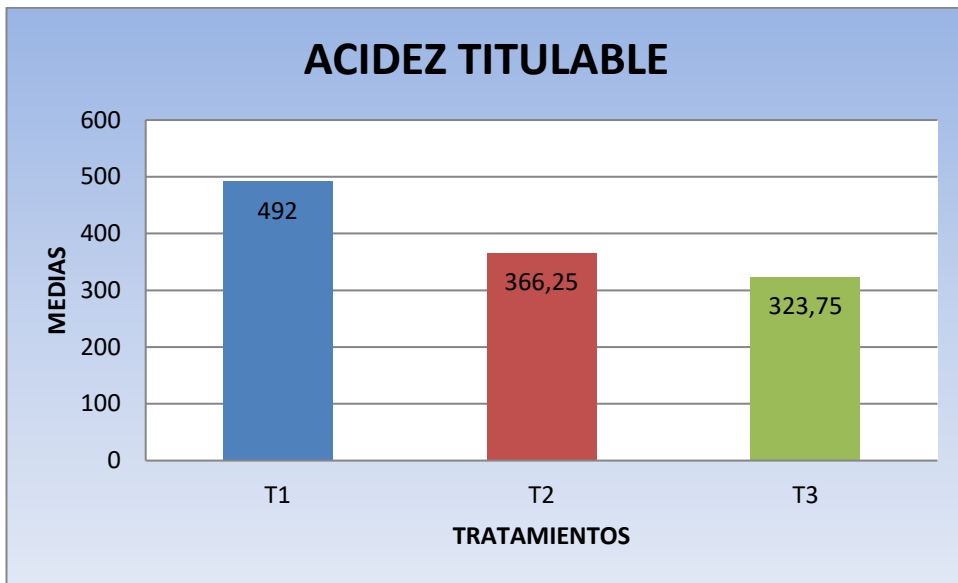
**Anexo 10.** Figuras de los tratamientos de las variables evaluadas.



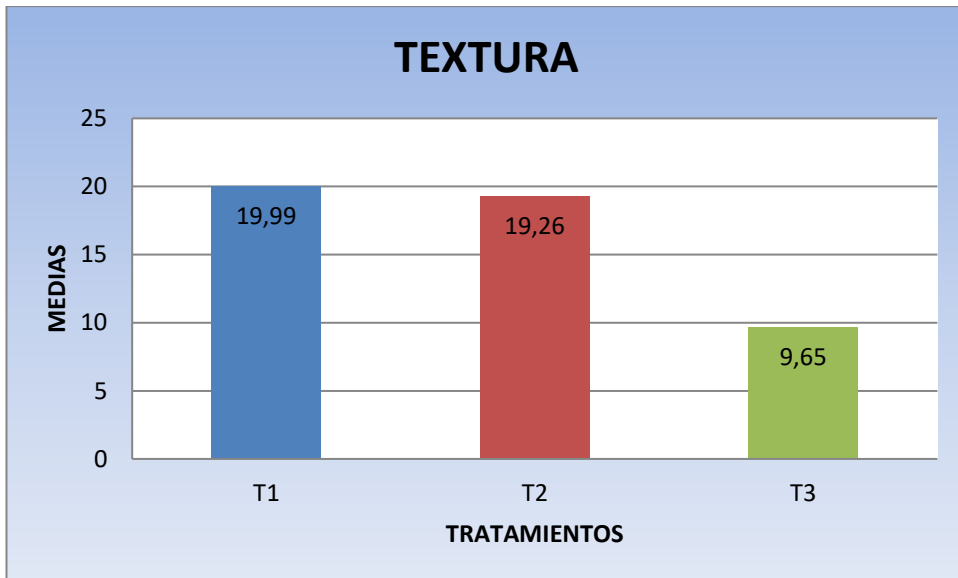
**Figura 7.** Representación gráfica del contenido de almidón (%) de la fruta del árbol de pan.



**Figura 8.** Representación gráfica del contenido de azúcares reductores (%) de la fruta de árbol de pan.



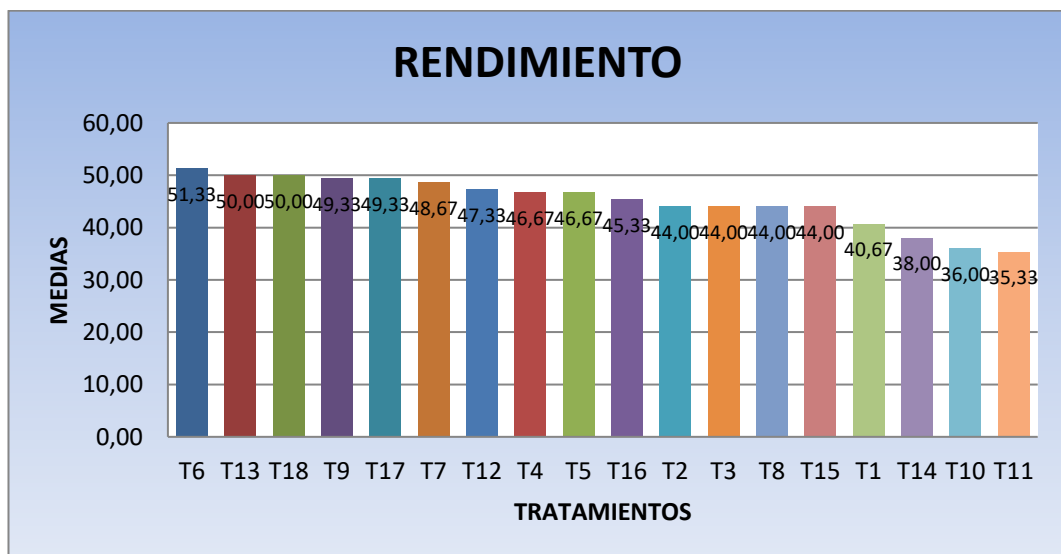
**Figura 9.** Representación gráfica de acidez titulable (como ácido cítrico mg/100g) de la fruta del árbol de pan.



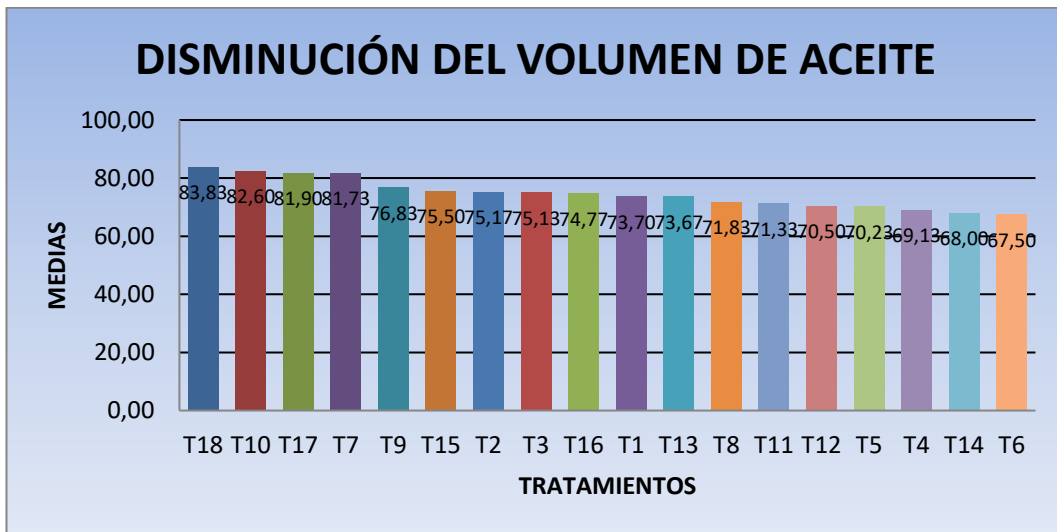
**Figura 10.** Representación gráfica de textura (N) de la fruta del árbol de pan.



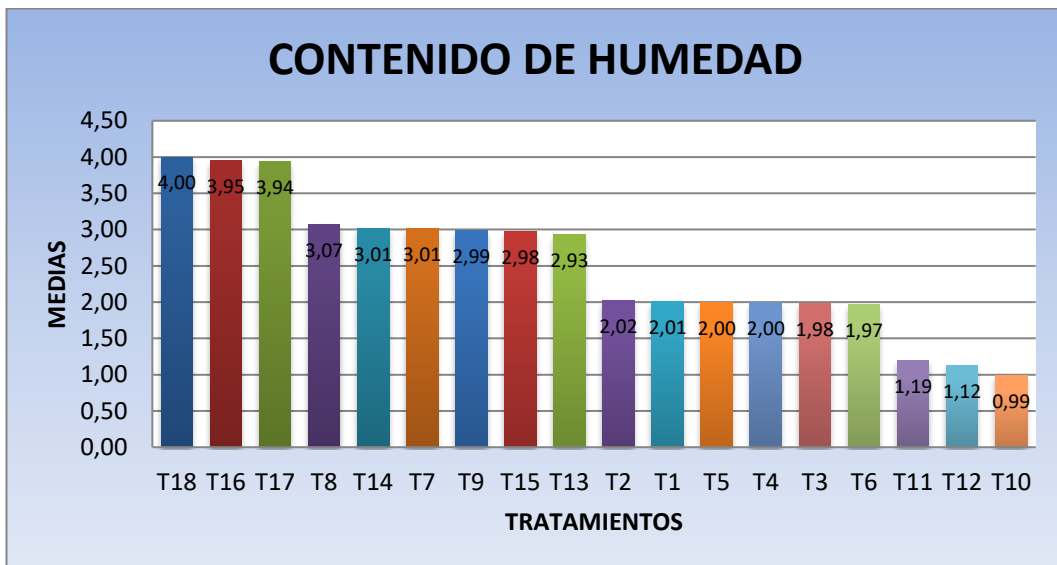
**Figura 11.** Representación gráfica del peso final (g) del snack de fruto de pan.



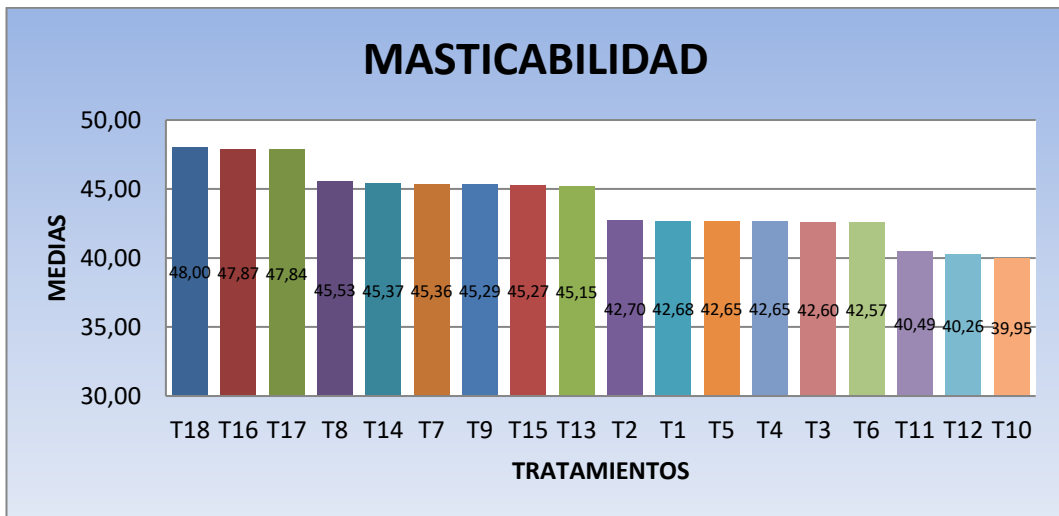
**Figura 12.** Representación gráfica del rendimiento (%) del snack de fruto de pan.



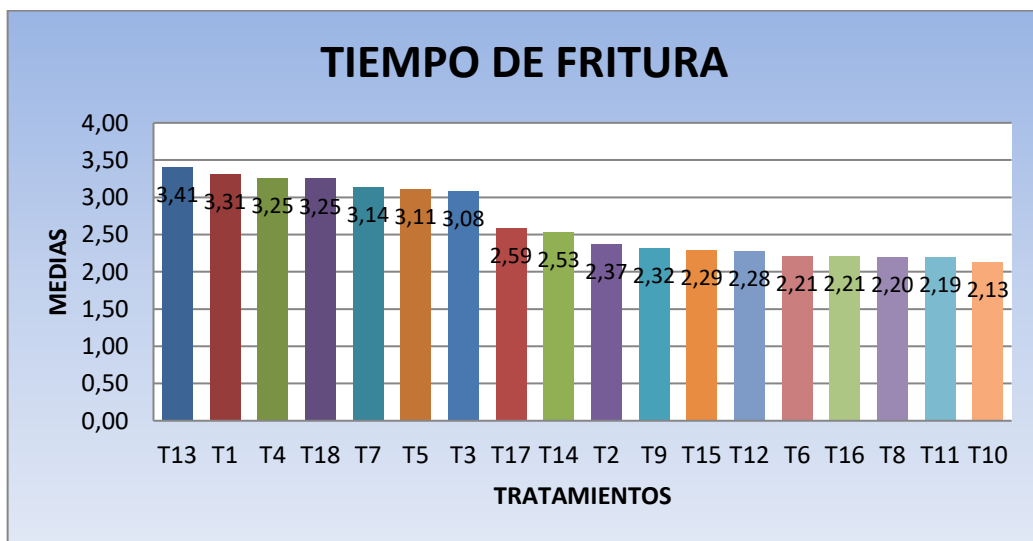
**Figura 13.** Representación gráfica del volumen del aceite (ml) del snack de fruto de pan.



**Figura 14.** Representación gráfica del contenido de humedad (%) del snack de fruto de pan.



**Figura 15.** Representación gráfica de masticabilidad (N) del snack de fruto de pan.



**Figura 16.** Representación gráfica de tiempo de fritura (seg) del snack de fruto de pan.

**Anexo 11.** Hoja de encuesta análisis sensorial.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**  
**ANÁLISIS DE TRES ÍNDICES DE MADUREZ DEL FRUTO DE PAN *Artocarpus altilis* PARA EL**  
**APROVECHAMIENTO DE SUS SEMILLAS EN LA ELABORACIÓN DE UN SNACK**

**HOJA PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL**

**MUY BUENOS DIAS LE PIDO MUY COMEDIDAMENTE ME AYUDE CON LA CATACIÓN DE LOS SNACKS DE**  
**FRUTO DE PAN**

**FECHA:**  
**CATADOR**

**NÚMERO DE**



**Instrucciones:**

Para la calificación del producto, tomarse el tiempo prudencial necesario analizando detenidamente cada una de las características que se detallan en el siguiente instructivo.

**De acuerdo a lo propuesto ¿Cómo califica usted al snack de fruto de pan?**

**SABOR:** Debe tener un sabor agradable, característico de la fruta de árbol

		TRATAMIENTOS																	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18
SABOR	EXCELENTE																		
	MUY BUENO																		
	BUENO																		
	REGULAR																		
	MALO																		

**OLOR:** Sin olores extraños ni desagradables, característicos de un snack.

		TRATAMIENTOS																	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18
OLOR	EXCELENTE																		
	MUY BUENO																		
	BUENO																		
	REGULAR																		
	MALO																		

**CROCANCIA:** Debe tener la característica de ser crujiente y fácil de masticar.

		TRATAMIENTOS																	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18
CROCANCIA	DEMASIADO CROCANTE																		
	MEDIANAMENTE CROCANTE																		
	CROCANTE																		
	POCO CROCANTE																		
	NADA CROCANTE																		

**ACEPTABILIDAD:** Criterio propio.

		TRATAMIENTOS																	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18
ACEPTABILIDAD	EXCELENTE																		
	MUY BUENO																		
	BUENO																		
	REGULAR																		
	MALO																		

**Anexo 12.** Rangos de las variables de la evaluación sensorial del snack de fruto de árbol de pan.

**Tabla 71.** Rangos de la variable sabor.

<b>PANELISTAS</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>	<b>T11</b>	<b>T12</b>	<b>T13</b>	<b>T14</b>	<b>T15</b>	<b>T16</b>	<b>T17</b>	<b>T18</b>	<b>SUMA</b>
<b>P1</b>	9	6	9	3	9	6	9	6	9	12	12	9	9	9	6	9	9	9	150
<b>P2</b>	6	9	6	6	9	9	6	9	9	12	9	12	9	12	6	9	6	6	150
<b>P3</b>	2	2	12	2	6	12	12	12	2	2	12	2	13	13	13	13	10	10	150
<b>P4</b>	3	3	3	3	9	9	12	12	3	3	12	3	13	13	13	12	12	12	150
<b>P5</b>	12	12	6	6	6	9	12	6	9	12	9	9	6	9	9	6	9	3	150
<b>P6</b>	8	13	8	1	0,5	1	8	8	13	8	13	8	13	13	13	13	8	0,5	150
<b>P7</b>	4	4	8	10	10	8	8	8	8	10	10	8	10	10	10	10	8	6	150
<b>P8</b>	9	6	12	12	6	6	6	6	9	6	12	12	12	12	3	6	6	9	150
<b>P9</b>	12	12	10	12	3	6	6	6	10	12	12	12	6	4	12	6	3	6	150
<b>P10</b>	14	10	6	10	8	14	6	6	14	6	6	8	6	8	6	10	6	6	150

**Tabla 72.** Rangos de la variable olor.

<b>PANELISTAS</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>	<b>T11</b>	<b>T12</b>	<b>T13</b>	<b>T14</b>	<b>T15</b>	<b>T16</b>	<b>T17</b>	<b>T18</b>	<b>SUMA</b>
<b>P1</b>	9	9	9	6	9	9	9	9	12	12	12	9	6	6	6	6	6	6	150
<b>P2</b>	6	6	6	12	9	9	6	9	9	6	9	9	12	12	6	9	9	6	150
<b>P3</b>	12	9	6	9	9	6	12	6	6	6	6	9	6	7	7	9	9	16	150
<b>P4</b>	5	5	5	5	10	10	10	10	5	9	9	9	11	11	10	10	10	6	150
<b>P5</b>	9	9	6	9	10	9	10	10	9	10	9	9	2,5	2,5	9	9	9	9	150
<b>P6</b>	9	10	9	5	9	7	7	9	10	10	9	7	9	9	9	9	5	8	150
<b>P7</b>	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	150
<b>P8</b>	9	6	11	11	7	4	4	4	11	11	11	11	11	7	7	7	7	11	150
<b>P9</b>	10	10	5	5	10	10	10	10	0,5	5	5	10	19	5	19	5	10	1,5	150
<b>P10</b>	12	5	5	10	10	12	0,5	5	12	12	5	10	0,5	12	10	12	5	10	150


**Tabla 73.** Rangos de la variable crocancia.

<b>PANELISTAS</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>	<b>T11</b>	<b>T12</b>	<b>T13</b>	<b>T14</b>	<b>T15</b>	<b>T16</b>	<b>T17</b>	<b>T18</b>	<b>SUMA</b>
<b>P1</b>	9	6	9	3	9	6	9	6	12	12	12	12	12	6	4	5	9	9	150
<b>P2</b>	6	9	6	6	9	9	3	3	3	12	12	13	9	13	6	9	16	6	150
<b>P3</b>	1,5	1,5	0,5	14	14	10	3	3	10	14	14	10	14	14	10	14	0,5	2	150
<b>P4</b>	3	3	3	3	9	9	12	12	3	3	12	3	13	13	13	12	12	12	150
<b>P5</b>	5	10	5	12	5	7	5	12	5	5	5	12	10	9	12	9	12	10	150
<b>P6</b>	15	15	9	9	4	4	3	3	15	14	15	2	9	3	9	15	2	4	150
<b>P7</b>	11	11	11	11	7	7	11	10	7	9	7	9	7	7	5	6	7	7	150
<b>P8</b>	9	9	9	9	8	8	9	9	8	8	9	9	8	8	4	8	9	9	150
<b>P9</b>	9	9	0,5	7	7	1,5	9	10	10	9	9	10	10	9	11	10	10	9	150
<b>P10</b>	14	10	10	6	10	14	4	6	14	6	3	3	6	8	9	9	9	9	150

**Tabla 74.** Rangos de la variable aceptabilidad.

<b>PANELISTAS</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>	<b>T11</b>	<b>T12</b>	<b>T13</b>	<b>T14</b>	<b>T15</b>	<b>T16</b>	<b>T17</b>	<b>T18</b>	<b>SUMA</b>
<b>P1</b>	9	9	9	7	9	9	9	9	11	11	11	11	6	6	6	6	6	6	150
<b>P2</b>	9	4	4	4	9	9	9	9	10	9	9	9	10	10	9	9	10	8	150
<b>P3</b>	9	4	10	5	10	4	9	5	9	10	10	9	9	10	9	10	9	9	150
<b>P4</b>	5	5	6	7	10	10	10	10	7	7	10	7	11	11	10	10	7	7	150
<b>P5</b>	8	8	11	5	5	11	11	5	5	18	11	5	5	11	11	10	5	5	150
<b>P6</b>	6	15	15	5	6	5	9	6	15	9	15	2	6	6	9	13	2	6	150
<b>P7</b>	7	7	7	7	7	8	10	10	10	9	9	9	9	9	8	8	8	8	150
<b>P8</b>	11	11	16,5	16,5	8	8	8	8	8	8	9	9	5	5	4	5	5	5	150
<b>P9</b>	4	10	10	10	4	4	10	4	10	10	9	10	10	5	11	11	9	9	150
<b>P10</b>	12	12	7	9	9	12	5	6	12	6	6	6	6	8	12	12	5	5	150

**Anexo 13.** Resultados de los análisis físicos y químicos del mejor tratamiento T10 del snack de fruto de árbol de pan.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.  
 Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13  
**FICAYA**  
*Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos*

Informe N°:	059-2016
Análisis solicitado por:	Sra. Georgeta Mena
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	17 de junio de 2015
Fecha de entrega informe:	21 de junio de 2015
Ciudad:	Ibama
Provincia:	Imbabura


#	Muestra	Lote
1	snack de semillas de: fruto de pan	T10


Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Método de ensayo
Sólidos Totales	%	98,22	AOAC 925.10
Proteína	%	16,60	AOAC 920.37
Almidón	%	63,00	AOAC 906.04
Extracto cítrico	%	14,20	AOAC 920.85
Fibra Bruta	%	4,30	AOAC 978.10
Recuento de mohos	UFM/g	<10	AOAC 997.02
Recuento de levaduras	UFL/g	<10	
Masticabilidad	N	40,20	Texturómetro

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:



**Ing. José Luis Moreno**  
Técnico de Laboratorio





**Anexo 14.** Norma INE BOCADITOS DE PRODUCTOS VEGETALES.

**INEN**

**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA** **NTE INEN 2 561:2010**

---

**BOCADITOS DE PRODUCTOS VEGETALES. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

**SNACKS. REQUIREMENTS.**

First Edition

**1001**

---

**DESCRIPTORES:** Tecnología de los alimentos, hortalizas y productos derivados, bocaditos, requisitos.  
AL: 02.02-406  
CDU: 642.2  
CEJ: 3115  
ICS: 67.080.20

USO EXCLUSIVO MARIA MENDEZ

Norma Técnica  
Ecuatoriana  
Voluntaria

**BOCADITOS DE PRODUCTOS VEGETALES.  
REQUISITOS.**

**NTE INEN  
2 561:2010  
2010-10**

**1. OBJETO**

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los bocaditos elaborados a partir de cereales, leguminosas, tubérculos o raíces tuberosas, semilla, frutas horneados o fritos listos para consumo.

**2. ALCANCE**

2.1 Esta norma se aplica a los productos fritos u horneados que se comercializan envasados, tales como: hojuelas, productos extruidos, granos y cereales dilatados.

**3. DEFINICIONES**

3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

3.1.1 **Bocadito.** Son los productos alimenticios que permiten mitigar el hambre sin llegar a ser una comida completa, se los conoce como pasabocas, snacks, botanas.

3.1.2 **Hojuelas.** Son las láminas de un tubérculo, raíz tuberosa, fruta, semillas que se forman por moldeo de una masa.

3.1.3 **Hojuelas fritas.** Son los productos que se obtienen de un proceso de fritura de las hojuelas con aceites comestibles a altas temperaturas.

3.1.4 **Extruidos.** Son los productos que se obtienen a partir de un proceso en el que el grano, harina o subproducto de éstos es forzado a fluir, bajo una o más variedades de mezclado, calentamiento y ozallamiento, a través de una placa/boquilla diseñada para dar forma o expandir los ingredientes.

3.1.5 **Cereales dilatados.** Son los productos que se expanden o incrementan su volumen por aplicación de calor.

**4. REQUISITOS**

**4.1 Requisitos específicos**

4.1.1 La elaboración del producto debe cumplir con el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública y además, se deben adoptar las medidas necesarias para reducir el contenido de acrilamida, tomando como base las indicadas en la CAC/RCP 67 - 2009 (Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos).

4.1.2 El producto debe presentar el color, olor, sabor y textura características.

4.1.3 Se permite la adición de los aditivos y colorantes establecidos en la NTE INEN 2 074.

4.1.4 Se permite la adición de especias y condimentos para conferir las características sensoriales deseadas.

4.1.5 No se permite la adición directa de antioxidantes y conservantes, su presencia se debe únicamente al efecto de transferencia.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, harinas y productos derivados, bocaditos, requisitos.

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17.471-3999 - Baquería Moreno B4-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción



4.1.6 Si se utiliza como ingrediente harina de trigo, está debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 616, en lo referente a fortificación.

4.1.7 Estos productos deben cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 1 y 2.

**TABLA 1. Requisitos bromatológicos**

Requisito	Máximo	Método de ensayo
Humedad, %	5	NTE INEN 518
Grasa, %	40	NTE INEN 523
Índice de peróxidos meq O <sub>2</sub> /kg (en la grasa extraída)	10	NTE INEN 277
Colorantes	Permitidos en NTE INEN 2 074	

**TABLA 2. Requisitos Microbiológicos**

Requisito	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento estándar en placa, ufc/g	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	NTE INEN 1 528-5
Mohos ufc/g	5	2	10	10 <sup>2</sup>	NTE INEN 1 528-10
E coli ufc/g	5	0	< 10	-	NTE INEN 1 529-7

4.1.8 En los productos a base de maíz, el contenido máximo de aflatoxina será de 20 µg/kg.

4.1.9 El límite máximo de plaguicidas es el que establece el Codex alimentarius CAC/LMR 1.

4.1.10 El límite máximo de contaminantes para estos productos será el que establece el documento Codex CXS 193, Contaminantes de los alimentos.

#### 4.2 Requisitos complementarios

4.2.1 Estos productos se pueden comercializar solos o en mezcla de productos.

4.2.2 El producto se debe expender de acuerdo con la Ley del sistema Ecuatoriano de la Calidad.

### 5. INSPECCIÓN

5.1 Muestreo. El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN ISO 2859-1.

5.2 Aceptación o rechazo. Se acepta el producto si cumple con los requisitos establecidos en esta norma, caso contrario se rechaza.

### 6. ENVASADO Y EMBALADO

6.1 El material de envase debe ser de grado alimentario, que proteja al producto, y no altere sus características.

### 7. ROTULADO SE APRUEBA

7.1 El rotulado del producto debe cumplir con lo establecido en el RTE INEN 022.

(Continúa)

## APÉNDICE Z

## Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 277	Grasa y aceites. Determinación del índice de peróxido
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 518	Harinas de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 523	Harinas de origen vegetal. Determinación de la grasa
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616	Harina de trigo. Requisitos
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-5	Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos, REP
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-7	Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-10	Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra a profundidad
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 074	Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN ISO 2859-1	Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1 Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados
CXS 193-195 (Enm. 2009)	Norma general del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos
CAC/MRL 1	Lista de Límites Máximos para Residuos de Pesticidas, Programa conjunto FAO/OMS
CAC/RCP 67 - 2009	Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos.
Ley 2007-76	Sistema Ecuatoriano de la Calidad Registro Oficial No. 26 de 2007-02-22
Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para alimentos procesados. Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002.	

## Z.2 BASES DE ESTUDIO

NTE INEN 187 Grano y cereales. Maíz en grano. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito, 1995.

Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile DTO. 977/96, Actualizado a abril del 2009.

**Anexo 15.** Costos de producción del snack de fruto de pan.

**Costos directos**

MATERIA PRIMA					
1 LIBRA: 453,59					
DESCRIPCIÓN	LB	\$/LB	LB/GR	\$/GR	PRECIO UNITARIO DE 30GR
SEMILLAS DE ÁRBOL DE PAN	50	\$ 20	90718	\$ 0	\$ 0,02

**Costos indirectos de producción**

COMBUSTIBLE	Unidad	\$/PRECIO	Horas de trabajo	Costo / hora	COSTO UNITARIO
Gas	Kg	\$ 2,50	8	\$ 0,31	\$ 0,39
SUB TOTAL					\$ 0,39

MAQUINARIA Y EQUIPOS	Cantidad	Precio unitario	Precio total	Vida útil (años)	Depreciación (años)	Depreciación (horas)	COSTO TOTAL
Cortadora- Rebanadora	1	\$ 25	\$ 25	5	\$ 5	0	0
Sarten industrial	1	\$ 20	\$ 20	4	\$ 5	0	0
Termómetro	1	\$ 10	\$ 10	3	\$ 3	0	0
Balanza digital	1	\$ 30	\$ 30	3	\$ 10	0	0
Cronómetro digital	1	\$ 25,50	\$ 25,50	3	\$ 8,50	0	0
SUB TOTAL							0,01

### Costos de elaboración de los snacks de las semillas de fruto de pan

COMPOSICIÓN DE 30GR				
RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTOS
Materia prima (semillas de fruto de pan)	g	30	0,001	0,03
Aceite comestible (palma, girasol)	cm3	8	0,02	0,16
Mano de obra directa	U	1	0,02	0,02
Empaque de 30 gramos	U	1	0,02	0,02
Costo variable total de 30gr del snack				0,23

RENDIMIENTO	SEMILLAS DE FRUTO DE PAN
COSTOS * GRAMOS DE SNACK	0,005
COSTO DE CADA UNIDAD DEL SNACK DE 30 GRAMOS	0,23
PRECIO VENTA AL PÚBLICO	0,3