

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA
DE ALIMENTOS



ELABORACION Y CARACTERIZACION DE ROSQUILLAS DE
ALMIDÓN DE YUCA (*Manihot esculenta crantz*), ENVASADO AL
VACÍO

Tesis

Para optar el Título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

VERAMENDI MONTES, HELENS

PROMOCIÓN 2008 - II

Tingo María - Perú

2010

Q02

V46

Veramendi Montes, Helens

Elaboración y Caracterización de Rosquillas de Almidón de Yuca (*Manihot esculenta crantz*), Envasado al Vacío. Tingo María 2010

101 h.; 23 cuadros; 12 fgrs.; 79 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Industrias Alimentarias) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

MANIHOT ESCULENTA CRANTZ / ELABORACIÓN / CARACTERIZACIÓN
/ ENVASADO-VACÍO / ROSQUILLAS / ALMIDON-YUCA / METODOLOGÍA
/ TINGO MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Av. Universitaria s/n. Teléfono (062) 561385 – Fax (062) 561156

Apart. Postal 156 Tingo María E.mail; fia@unas.edu.pe

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 30 de Marzo de 2010, a horas 7:00 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, para calificar la tesis presentado por la Bach. **VERAMENDI MONTES, Helens**, titulada:

“ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ROSQUILLAS DE ALMIDÓN DE YUCA (*Manihot esculenta crantz*) ENVASADO AL VACÍO”

Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO** en consecuencia la Bachiller, queda apta para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el Art. 22° de la Ley Universitaria 23733; los artículos 51° y 52° del Estatuto Actualizado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 30 de Marzo de 2010

Ing. Mg. Jorge E. Castro Gracey
Presidente

Ing. Raida Matos Bustamante
Miembro

Ing. Jaime E. Basilio Atencio
Miembro

Ing. Alipio A. Ortega Rodríguez
Asesor

DEDICATORIA

A Dios por permitirme conocer una nueva vida en él y alcanzar muchas metas y privilegios, dándome la fuerza y el entendimiento necesario.

A mi madre MARILU MONTES

PINCHI, por vivir para amarme,
por sus sacrificios, por ser el
motivo y la causa de mi lucha
para salir adelante.

A mi hermana ROSANA VERAMENDI

MONTES, y mis sobrinos Marilú,
Ángel, Natalia, por sus apoyo moral a
seguir desarrollándome como persona
y como futuro profesional.

A la memoria de mi sobrino

EDUARDO ALEXANDER PEREDA
VERAMENDI.

AGRADECIMIENTO

Al ingeniero Ortega Rodriguez Alípio, patrocinador del presente trabajo de investigación.

A los ingenieros Eduardo Cáceres Almenara y Caleb Leandro Lagunas por sus enseñanzas, amistad orientaciones sabios consejos y por confiarme la realización de esta investigación, por su buena disposición y colaboración con sus conocimientos y con el material bibliográfico por su ayuda desinteresada durante el desarrollo de algunas de las técnicas empleadas en la realización de este trabajo.

A los técnicos de los laboratorios: Celidorio, Lucas, Juan, Glelia, y Richard por su gran ayuda en esos pequeños, pero importantes detalles que facilitaron el trabajo de investigación.

A mis compañeros y amigos, y todos aquellos que colaboraron en la evaluación del trabajo así como en la culminación de este documento.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades de la yuca (<i>Manihot esculenta Crantz</i>).....	3
2.1.1. Clasificación taxonómica de la yuca.....	5
2.1.2. Composición química.....	5
2.2. Generalidades del almidón de yuca.....	6
2.2.1. Estructura molecular.....	7
2.2.1.1. Amilosa.....	8
2.2.1.2. Amilopectina.....	9
2.2.2. Propiedades fisicoquímica.....	11
2.2.2.1. Aspectos microscópicos y tamaño del granulo.....	11
2.2.2.2. Solubilidad y poder de hinchamiento.....	12
2.2.2.3. Temperatura de gelatinización de almidones.....	13
2.2.2.4. Viscosidad de la pasta de almidón.....	15
2.2.3. Composición química.....	15
2.2.4. Utilización del almidón de yuca.....	15
2.2.4.1. Industria de alimentos.....	16
2.2.4.2. Industria de papel y cartón.....	16
2.2.4.3. Industria textil.....	17
2.2.4.3. Industria de adhesivos.....	17
2.2.4.3. Industria farmacéutica.....	17

2.2.5. Almidones nativos.....	18
2.3. Envases flexibles.....	18
2.3.1. Polietileno.....	19
2.4.3. Polipropileno.....	20
2.4. Envasado al vacío.....	21
2.5. Conservación al vacío.....	23
2.6. Rancidez en alimentos.....	24
2.6.1. Peróxidos.....	25
2.6.2. Malonaldehídos.....	25
2.6.3. Autooxidación.....	25
2.6.3.1. Iniciación.....	26
2.6.3. 2. Propagación.....	26
2.6.3.3. Terminación.....	27
III. MATERIALES Y METODOS.....	29
3.1. Lugar y fecha de ejecución.....	29
3.2. Materia prima.....	29
3.3. Materiales, equipos y reactivos.....	30
3.3.1. Materiales de laboratorio y/o proceso.....	30
3.3.1.1. Insumos.....	30
3.3.1.2. Materiales de vidrio.....	30
3.3.1.3. Materiales de plástico y papel.....	31
3.3.1.4. Materiales de metal y otros utensilios.....	31
3.3.2. Equipos e instrumentos.....	31
3.3.3. Reactivos.....	32

3.4. Métodos.....	33
3.4.1. Caracterización de la materia prima.....	33
3.4.2. Pruebas preliminares.....	34
3.4.3. Pruebas finales de las rosquillas de almidón de yuca.....	44
3.4.4. Pruebas finales en el almacenamiento.....	49
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
4.1. Caracterización químico proximal de la materia prima.....	51
4.2. De las pruebas preliminares.....	53
4.2.1. Dosificación de los ingredientes.....	54
4.2.2. En la precocción.....	60
4.2.3. En el horneado.....	61
4.2.4. En el envasado al vacío.	66
4.3. De las pruebas finales de las rosquillas de almidón de yuca.....	71
4.3.1. Descripción de las operaciones para el proceso de elaboración de las rosquillas de almidón de yuca.....	71
4.3.1.2. Recepción.....	71
4.3.1.2. Pesado.....	72
4.3.1.3. Mezclado.....	72
4.3.1.4. Amasado.....	75
4.3.1.5. Moldeado.....	76
4.3.1.6. Precocción.....	76
4.3.1.7. Enfriado I.....	77
4.3.1.8. Oreado.....	77
4.3.1.9. Horneado.....	77

4.3.1.10. Enfriado II y envasado.....	78
4.3.2. Evaluación fisicoquímica.....	79
4.3.3. Evaluación químico proximal.....	80
4.4. De las pruebas finales en el almacenamiento.....	82
4.4.1. Evaluación microbiológica.....	82
4.4.2. Rancidez.....	84
V. CONCLUSIONES.....	88
VI. RECOMENDACIONES.....	90
ABSTRACT.....	91
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
ANEXOS.....	102

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Composición química de la yuca.....	6
2. Contenido de amilosa y amilopectina de almidones.....	11
3. Márgenes de gelificación de diferentes almidones alimenticios: temperatura a la que pierde su birrefringencia.....	14
4. Composición química del almidón de yuca.....	15
5. Características generales de los polietilenos.....	20
6. Características generales de los polipropileno.....	21
7. Formulación para la manteca vegetal.....	37
8. Formulación para la manteca cerdo.....	37
9. Formulación para aceite de sachá inchi.....	37
10. Resultados de la composición químico proximal del almidón.....	51
11. Evaluación sensorial para el atributo textura, color, sabor y apariencia general, para el factor: Tipo de lípido.....	54
12. Evaluación sensorial para el atributo textura, color, sabor y apariencia, para el factor: % de lípido.....	57
13. Evaluación sensorial para el atributo textura, color, sabor y apariencia, para el factor: % de huevo.....	58
14. Determinación del tiempo de precocción de las rosquillas de almidón de yuca.....	60

15. Resultados de la evaluación sensorial del atributo textura de las rosquillas.....62

16. Resultados de la evaluación sensorial del atributo color de las rosquillas.....63

17. Resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor de las rosquillas.....65

18. Resultados de la evaluación sensorial del mejor empaque para el envasado de las rosquillas.....67

19. Resultados de la mejor presión de peso para rosquillas de almidón de yuca.....70

20. Resultados de la composición fisicoquímico de las rosquillas.....79

21. Resultados de la composición químico proximal de las rosquillas.....80

22: Análisis microbiológico de las rosquillas de almidón de yuca (*Manihot esculenta crantz*) durante el almacenamiento.....83

23. Resultados del índice de peróxido de las rosquillas.....84

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Estructura molecular de la amilosa.....	9
2. Estructura de una porción de amilopectina.....	10
3. Diseño experimental para la dosificación de la cantidad de ingredientes para las rosquillas de almidón de yuca.....	35
4. Flujograma de operaciones tentativa para la elaboración de rosquillas de Almidón de yuca.....	36
5. Diseño experimental para la determinación del tiempo de horneado.....	41
6. Diseño experimental utilizado para evaluar el mejor empaque y presión....	43
7. Flujograma definitivo para el proceso de elaboración de rosquillas de Almidón de yuca.....	45
8. Análisis sensorial para los tres tipos de lípidos.....	55
9. Análisis sensorial para los porcentajes de lípidos.....	57
10. Análisis sensorial para los porcentajes de huevo.....	59
11. Flujograma definitivo para el proceso de elaboración de rosquillas de Almidón de yuca.....	74
12. Índice de peróxidos de las rosquillas de almidón de yuca.....	85

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los ambientes de la panadería la UNAS y los laboratorios de: Análisis de Alimentos, Análisis Sensorial, Química y Microbiología de la Universidad Nacional Agraria de Selva, ubicado en la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, con la finalidad determinar los parámetros tecnológicos para la elaboración de rosquillas de almidón de yuca. Se empleó análisis de varianza con diseño completo al azar (DCA) y la prueba de Tukey ($p < 0.05$). La mejor concentración de tipo de lípido es de 20% de manteca de cerdo y 23% de huevo, calificado por los panelistas mediante los atributos color, sabor y textura. La precocción se empleó 3 minutos, donde las rosquillas empiezan a flotar y a aumentar de volumen. El tiempo de horneado fue de 35 minutos. El mejor empaque es el polipropileno envasado a vacío a 250 mbar. Las características químico proximal, fisicoquímico y sensorial del producto elaborado presenta: 3,84% de humedad, 3,02% de proteína, 16,3% de grasa, 0,39% de fibra total, 6,92% de ceniza y 69,53% de carbohidratos; pH de 5,3 y 0,09% de acidez titulable expresado en ácido oleico y 0,45 g/cm³ de densidad. Las características microbiológicas e índice de peróxidos del producto final envasado al vacío durante el almacenamiento después de 30 días presentó ausencia de mohos y levadura y microorganismos aerobios

viales (MAV), se encontró 6×10^3 ufc/g. En cuanto a la rancidez, se reportó 2,54 de índice de peróxido almacenado en cámara oscura.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, la yuca (*Manihot esculenta Crantz*) representa un recurso valioso como alimento, es una de las mayores fuentes de carbohidratos que consume una gran parte de la población. Sus raíces, tanto frescas como en forma de harina, se emplean en la alimentación humana y animal, como aditivo o materia prima principal, en productos industriales, ya sean alimentos, farmacéuticos, papelería, textiles o adhesivos impartiendo características bien diferenciadas al producto al que haya sido adicionado, vislumbrándose un gran potencial agroindustrial y posibilidades de exportación.

En el ámbito industrial el producto más importante de la yuca es el almidón que es panificable parcialmente, teniendo como función la de expandirse durante el horneado. Por tal efecto en el mercado de snacks es importante en la elaboración de productos típicos como, el pan de yuca, las rosquillas y otros productos de reciente aparición en el mercado.

El uso de los almidones nativos en el procesamiento de los alimentos esta limitado principalmente por su tendencia a retrogradarse y presentar sinéresis, debido a esto se han desarrollado procesos de modificación física y química de los almidones nativos, permitiendo cubrir los requerimientos del procesamiento tecnológico de alimentos.

Las rosquillas de la selva es un bocadillo agradable que ésta presente en la mesa del poblador desde el desayuno, y actualmente se puede apreciar su venta en la costa y sierra del Perú.

Con el presente trabajo de investigación se opto convertir las rosquillas elaboradas artesanalmente en un producto que tenga parámetros confiables envasado en envases flexibles al vacío con los siguientes objetivos:

Determinar los parámetros tecnológicos para la elaboración de rosquillas de almidón de yuca. Determinar las características químico proximal, fisicoquímico y sensorial del producto elaborado. Evaluar las características microbiológicas e índice de peróxidos del producto final envasados al vacío durante el almacenamiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz)

CARTAY (2004), menciona que la yuca es uno de los cultivos mas difundidos en el mundo aunque su comercialización a nivel mundial es reducida. Es básicamente un producto vegetal de autoconsumo en los países productores, casi en su totalidad en países del tercer mundo, se ha convertido en la base de la dieta de amplias poblaciones de África central y de países en desarrollo, debido a las facilidades de producción y procesamiento.

CEBALLOS (2002), indica que la yuca es una planta originaria de América tropical; alcanza de uno a cuatro metros de altura, su tallo y ramas se subdividen; su sistema radical es incipiente y consta de raíces fibrosas y tuberosas (reserva de almidones). Estas varían en tamaño, forma y peso debido a la variedad y al medio ambiente donde se encuentra. Su diámetro varía entre 4 y 12 cm y su longitud de 20 a 58 cm. La dirección del sistema radical esta influenciada por la posición de la semilla al momento de sembrarla.

El cultivo se adapta a un rango de temperatura entre 17°C y 32°C, con un óptimo de 24°C. Una de las principales ventajas de la planta es que resiste periodos prolongados de sequia. Las variedades crecen en lugares

donde el promedio de lluvias va desde 500 mm hasta 4000 mm anuales. La planta se adapta a diversos tipos de suelo, desde arenosas hasta arcillosas. Para facilidades de cosecha son preferibles los suelos livianos arenosos y sueltos, sin embargo, en suelos pesados se logra, en general, mayor rendimiento. Además presenta un periodo amplio de cosecha.

LÓPEZ (2001), indica que la yuca es uno de los cultivos más antiguos del Perú. Aunque se encuentra mayormente en la Selva.

Es un cultivo que se siembra por pequeños agricultores para autoconsumo y para venta de excedentes en los mercados. Su área de cultivo en el año 2000 fue de 80, 754 Has.

Según YACOVLEFF y HERRERA (1994); la yuca apareció en la costa peruana alrededor de 6,000 y 4,200 años a. C., se encontraron muestras de yucas en tumbas prehispánicas en el Valle del Chillón y la península de Paracas. Desde comienzos de la agricultura la yuca fue un alimento utilizado intensamente en ritos fúnebres y actos mágicos.

WHEATLEY *et al.* (1982), indica que la parte más importante de una raíz de yuca es la pulpa o parénquima que esta constituido básicamente de haces xilógenos, vasos de xilema distribuidos en forma de estrías, en los cuales se concentra el almidón de la raíz. En el centro de la raíz se encuentra el xilógeno fibroso central; mientras que en la periferia de la raíz se localiza la corteza o cáscara constituida por capas superpuestas de tejidos corchosos, fibras esclerenquimatosas, vasos con látex y cambium.

2.1.1. Clasificación taxonómica de la yuca

Según MONTALDO (1985), la yuca es conocida con diferentes nombres vulgares; según el país: casava (Holanda), Cassava (Estados Unidos), caxcamote (Guatemala), mandioca (Argentina, Uruguay, Paraguay y Brasil) y manioc (Francia y Alemania).

Su clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino	:	Vegetal
División	:	Phanerogamas
Sub-división	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledóneas
Sub-clase	:	Choripetales
Orden	:	Geraniales
Sub-orden	:	Tricoccear
Familia	:	Euphorbiaceae
Sub-familia	:	Crotonidae
Tribu	:	Manihoteae
Género	:	Manihot
Especie	:	<u>Manihot esculenta</u> , Crantz

2.1.2. Composición química

BITRAGO (1990), menciona que todas las partes de la planta de yuca (raíz, follaje y tallo) son utilizadas en la alimentación humana, animal y en usos no alimentarios a excepción del follaje. Los productos y subproductos de la yuca son esencialmente energéticos (124 Kcal/100g) debido a su alto

contenido de almidones y su bajo nivel de proteínas. La raíz es rica en vitamina C, calcio, potasio y contiene niveles aceptables del complejo B. Como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química de la yuca.

Componente	Cantidad	Componente	Cantidad
Agua	61,8g	Hierro	0,4mg
Proteína	0,8g	Vitamina A	3,0µg
Grasa	0,1g	Tiamina	0,04mg
Cenizas	0,9g	Riboflavina	0,03mg
Carbohidratos	36,4g	Niacina	0,5mg
totales			
Calcio	27,0mg	Vitamina C	30,0mg
Fósforo	35,0mg	Energía	150,0kcal

Fuente: FAO (2002)

2.2. Generalidades del almidón de yuca

MONTOYA (2007), indica que el almidón puede hallarse en la naturaleza como pequeños gránulos depositados en semillas, tubérculos y raíces de distintas plantas; es una mezcla de dos polímeros, amilosa y amilopectina que es ramificada cuya proporción relativa en cualquier almidón, así como el peso molecular específico y el tamaño de los gránulos, lo cual determinan sus propiedades fisicoquímicas y su aprovechamiento en ciertos procesos agroindustriales.

BADUI (1994), menciona que el almidón, químicamente es una mezcla de dos polisacáridos muy similares y se encuentra en el endospermo de los cereales, tubérculos y en algunas frutas como polisacáridos de reserva de energía, en forma de pequeños corpúsculos discretos, redondeados o poliédricos, que reciben el nombre de gránulos.

SWINKELS (1996), menciona que el almidón es el único producido universalmente en pequeños gránulos sintetizados en los aminoplastos, están formados por capas concéntricas o excéntricas de distintos espesores y tienen tamaño (2-150 μm), su distribución de tamaño y forma esta relacionado con el sistema biosintético de las plantas y por condiciones físicas impuestas por el entorno del tejido. El 70% aproximadamente de la masa de un grano de almidón se considera amorfo y el 30% aproximadamente cristalino. En las zonas amorfas se localiza la mayor parte de la amilosa aunque también una fracción considerable de amilopectina. Las zonas cristalinas están formadas predominantemente por amilopectina.

OCHOA *et al.* (1999), menciona que el almidón es un polvo fino de color blanco, con aproximadamente un 13% de humedad como máximo y un pH cercano a 6. El almidón natural necesita de la aplicación de calor para que se hidrate. El grado de hidratación depende del pH, temperatura y tiempo.

2.2.1. Estructura molecular

FENNEMA (1993), manifiesta que el almidón se compone de dos tipos de moléculas de polisacáridos. Una lineal (amilosa), y otra ramificada (amilopectina). Ambos son homoglicanos de D-glucosa. En el almidón natural

estas moléculas están íntimamente asociadas en gránulos estructuras microscópicas. Los gránulos suelen contener ambos tipos de moléculas de almidón.

2.2.1.1. Amilosa

BADUI (1994), menciona que la amilosa es el producto de la condensación de D-glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos α (1,4), que establece largas cadenas lineales con 200-2500 unidades y pesos moleculares hasta de un millón; es decir, la amilosa es una α -D- (1,4)-glucana, cuya unidad repetitiva es la α -maltosa. Tiene la facilidad de adquirir una conformación tridimensional helicoidal. En la que cada vuelta de la hélice consta de seis moléculas de glucosa. Como se muestra en la figura 1

FENNEMA (1993), menciona que las unidades de D-glucosa condensadas se presentan como anillos de pirano unidos en enlaces α (1,4) así pues, la unidad de disacáridos que se repite es la maltosa, se supone que la fracción de amilosa del almidón es completamente lineal. El peso molecular varía según su origen botánico, el cuidado puesto en su aislamiento y el método utilizado. Se considera que los valores válidos para la amilosa son 1,1 a 1,9 millones de Daltons. En general, parece que las amilosas de las raíces y tubérculos tienen pesos moleculares mayores que los cereales. Tienden a formar estructuras helicoidales capaces de incluir a otras moléculas como ácidos grasos o hidrocarburos.

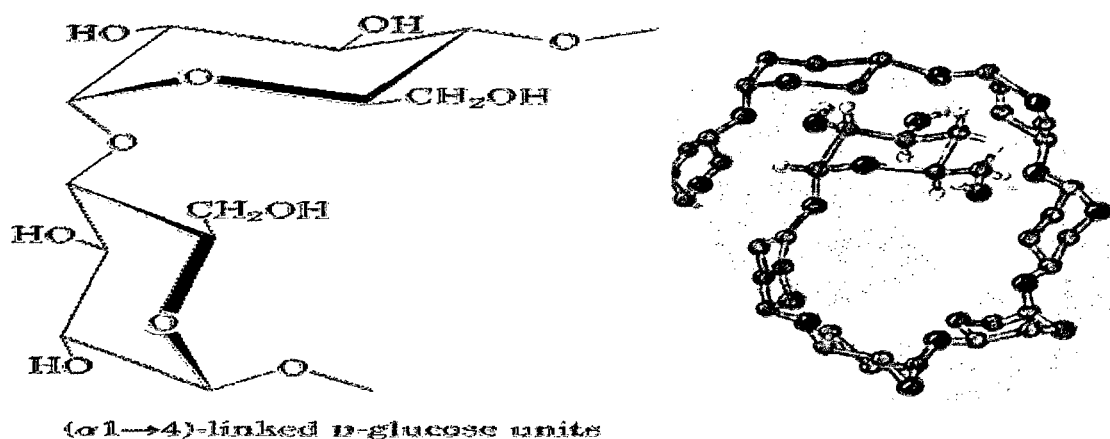


Figura 1. Estructura molecular de la amilosa.

Fuente: UAM (2005)

2.2.1.2. Amilopectina

BADUI (1994), menciona que la amilopectina se diferencia de la amilosa en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular similar a la de una árbol; las ramas están unidas al tronco central (semejante a la amilosa) por enlaces α -D- (1,6), localizadas cada 15-25 unidades lineales de glucosa (Figura 2). Su peso molecular es muy alto ya que algunas fracciones llegan a alcanzar hasta 200 millones de daltones.

SWINKELS (1996), menciona que la amilopectina es un glucano ramificado. En las cadenas lineal esta unido por enlaces α (1-4) y α (1-3), y en los puntos de ramificación esta unido por enlaces α (1-6); existe un punto de ramificación cada 15-30 restos de glucosa. Por cada 400 unidades de glucosa aproximadamente aparece uno de fosfato.

La amilopectina, por calentamiento en agua, proporciona soluciones claras y de alta viscosidad que son además filamentosas y cohesivas. Al contrario que la amilosa no tiene casi tendencia a la retrogradación, no presenta envejecimiento, ni formación de geles, aunque la concentración sea alta. La viscosidad decrece sin embargo fácilmente en medio, ácido en tratamiento en autoclave o por fuerte agitación mecánica.

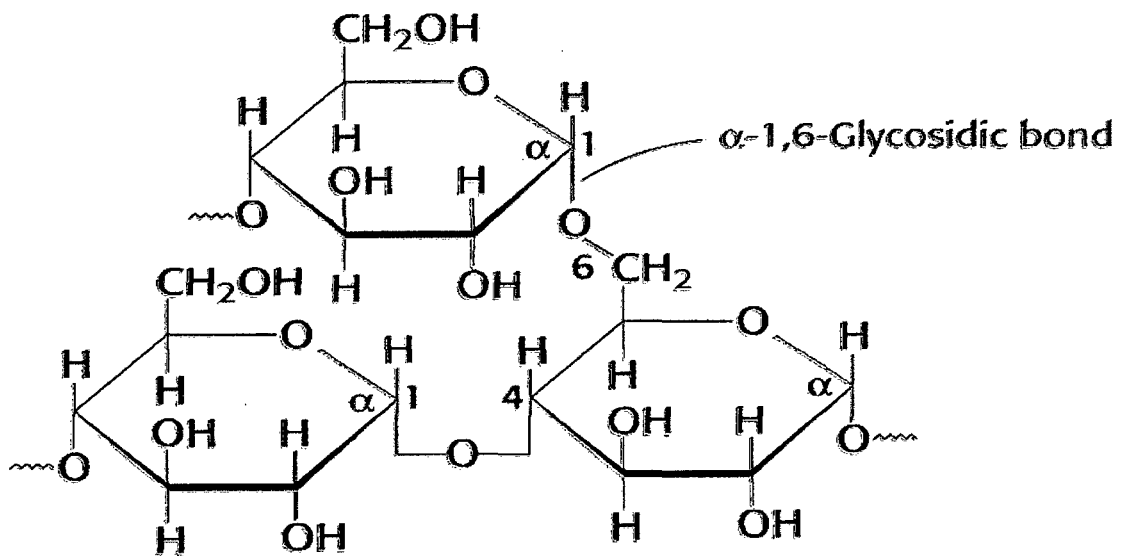


Figura 2. Estructura de una porción de amilopectina

Fuente: BERMUDEZ (1999)

BOSTER (1985), puntualiza que es extremadamente heterogéneo el peso molecular y probablemente el grado de ramificación de la amilopectina. Las mejores valoraciones de peso molecular de la amilopectina (por difracción) son de 10 a 200 millones de Daltons. En el cuadro 2 se indica los contenidos de amilosa y amilopectina de almidones.

Cuadro 2. Contenido de amilosa y amilopectina de almidones.

Almidones	Amilosa (%)	Amilopectina (%)
Papa	23	77
Yuca	20	80
Trigo	20	80
Arroz	15 - 35	65 - 85
Maíz	25	75
Maíz céreo	0	75
Plátano	17	83

Fuente: CHEFTEL (1989)

2.2.2. Propiedades fisicoquímicas

Dentro de las propiedades físicas y químicas los más importantes son: el aspecto microscópico y el tamaño del gránulo, solubilidad y poder de hinchamiento, temperatura de gelatinización, viscosidad y actividad enzimática.

2.2.2.1. Aspectos microscópicos y tamaño del granulo

BADUI (1994), menciona que la estructura rígida de los gránulos esta integrada por capas concéntricas de amilosa y amilopectina distribuidas radialmente que permanecen inalterables durante la molienda, el procesamiento y la obtención de los almidones comerciales. Estos cuerpos son birrefringentes, es decir tienen dos índices de refracción, por lo cual cuando se

irradian con luz polarizada desarrollan la típica “cruz de malta”; esto se debe a que dentro del gránulo se localizan zonas cristalinas de moléculas de amilosa ordenadas paralelamente a través de puentes de hidrógeno, así como zonas amorfas causadas principalmente por amilopectina que no tienen la posibilidad de asociarse entre sí o con la amilosa. Por esta razón, los gránulos que contienen una proporción grande de la fracción ramificada no presentan birrefringencia; esta característica, al igual que su espectro de rayos X, se pierde cuando los gránulos alcanzan la gelatinización.

2.2.2.2. Solubilidad y poder de hinchamiento

BERK (1980), indica que el almidón en el estado natural es insoluble en agua fría, pero absorbe cerca de 25 a 30% de agua y no se hincha apreciablemente. Con la elevación de la temperatura las ligaduras de hidrogeno que tienen estructuras micelares están unidos a las moléculas del solvente.

Las pequeñas moléculas se disocian a un nivel de energía más alto y pueden saturar la estructura del almidón. Durante el hinchamiento, las moléculas libres de amilasa y algunas moléculas libres de amilopectina de bajo poder de disolvente abandonan el gránulo por difusión.

El rompimiento de la estructura del gránulo del almidón cuando se somete al calor en solución acuosa, tiene lugar a tres fases diferentes. En la primera fase absorbe agua lenta y reversiblemente; se aprecia en el hinchamiento limitado y el granulo se hincha repentinamente, aumenta su volumen muchas veces, absorbe agua en cantidad y pierde su birrefringencia;

aquí se observa un incremento rápido de su viscosidad, y una vez enfriados y secos se observa cambios.

En la segunda fase del hinchamiento el gránulo se hincha repentinamente aumentando su volumen, muchas veces absorbe agua en cantidad y pierde su birrefringencia; aquí se observa un incremento rápido de su viscosidad y una vez enfriado los gránulos se alteran en su apariencia y muchos de ellos pierden su estructura y birrefringencia.

La tercera fase tiene lugar cuando se aumenta la temperatura, los gránulos se vuelven como bolsas sin forma; la parte más soluble del almidón está lleno de gránulos hinchados, que cuando se enfrían forman un gel rígido.

2.2.2.3. Temperatura de gelatinización de almidones

FENNEMA (1993), denomina así, a aquella temperatura en la cual el gránulo comienza a hincharse rápidamente y pierde su birrefringencia, se llama también “margen de gelificación”.

CEBALLOS y DE LA CRUZ (2002), mencionan que cuando una suspensión en agua de almidón es sometida a calentamiento, los gránulos lentamente absorben agua y aumentan de tamaño. Inicialmente, los gránulos retienen sus propiedades ópticas, incluyendo la habilidad para refractar la luz polarizada (birrefringencia), lo cual se debe a la alineación de las moléculas en los gránulos de almidón. Se ha observado que los gránulos de almidón de yuca tienen baja birrefringencia a temperatura entre 58 - 64 °C.

SWINKELS (1996), menciona que al calentar la suspensión de almidón, las moléculas vibran rigurosamente, rompiendo enlaces

intramoleculares y permitiendo así la formación de puentes de hidrogeno con el agua, lo cual origina una serie de modificaciones irreversibles a partir de una temperatura que es característica para cada almidón. Los gránulos absorben de 20-40 g de agua/g de almidón y la viscosidad de la disolución aumenta notablemente. A la vez, una parte de la amilosa se difunde fuera del granulo y pasa a disolución. Finalmente el granulo explota sus cristales se funden y forman una red polimérica, esta fase es llamada gelatinización. Mediante una nueva agitación los gránulos son fácilmente desintegrados, provocando una disminución en la viscosidad.

En el cuadro 3 se muestran algunos márgenes de gelificación de diferentes almidones.

Cuadro 3. Márgenes de gelificación de diferentes almidones alimenticios: temperatura a la que pierde su birrefringencia.

Origen	inicio	Medio	Final
Maíz	62	66	70
Maíz con alto contenido de amilosa (55%)	67	80	100
Sorgo	68	73,5	78
Cebada	51,5	57	59,5
Arroz	68	74,5	78
Centeno	57	61	70
Trigo	59,5	62,5	64
Papa	65	71	77
Yuca	52	59	64

Fuente: FENNEMA (1993)

2.2.2.4. Viscosidad de las pastas de almidón

FENNEMA (1993), manifiesta cuando la temperatura de suspensión del almidón supera el margen de gelificación. Los gránulos continúan hinchándose si hay suficiente agua. En algunos casos la fricción llega a ser tan grande que los gránulos ahora tan frágiles se rompen en fragmentos que originan reducción de la viscosidad.

2.2.3. Composición química

Cuadro 4. Composición química del almidón de yuca.

	Almidón de yuca	Almidón calentado en microonda	Almidón pregelatinizado
Humedad (%)	10,21c	9,73b	8,4a
Cenizas (%)	0,11a	0,14b	0,16c
Proteína cruda (%)	ND	ND	ND
Grasa cruda (%)	0,12c	0,01 ^a	0,07b
Fibra cruda (%)	0,28a	0,19 ^a	0,28a
Azúcares reductores (%)	0,02a	0,07b	ND
Azúcares no reductores (%)	ND	0,02 ^a	0,05b

Fuente: GONZÁLEZ y PÉREZ (2003)

2.2.4. Utilización del almidón de yuca

El almidón es utilizado en diversos sectores, como la industria de alimentos, la industria de papel y cartón, la industria textil, la industria de adhesivos, la industria farmacéutica, entre otros.

2.2.4.1. Industria de alimentos

BALAGOPALAN *et al.* (1988), indican que el almidón nativo se usa solo o mezclado, en la elaboración de macarrones y de diversas harinas; con estas se preparan budines, pasteles, galletas, obleas, bizcochos, cremas , helados, sopas, ensaladas, embutidos, y otros productos alimenticios. Los cuales son elaborados de diversa formas, tamaño y composición, integrados fundamentalmente por harinas, féculas, azúcares, grasas comestibles y otros productos alimenticios.

ALARCÓN y DUFOUR (1998), indican que se emplean en la elaboración de productos horneados como pan de bato, pan de yuca y bocadillos tales como (rosquillas y besitos).

2.2.4.2. Industria de papel y cartón

ALARCON y DUFOUR (1998), menciona que la elaboración de papel y de cartón consta de varias etapas, en las cuales se adiciona almidón nativo y almidones modificados al producto final para darle las propiedades y diferente calidad.

La industria del papel exige tres características básicas en el almidón nativo de yuca: blancura, bajo contenido de fibra y pocas impurezas. Puede tener el almidón otras características físicas o químicas, las cuales afectan el proceso de elaboración del papel o la formación de la pasta que le da origen. El almidón ayuda a unir las fibras de celulosa del papel y forma una capa superficial que reduce la pelusa y aumenta la consistencia, la solidez y la durabilidad de las hojas de papel. Esta capa delgada da también mayor

resistencia mecánica al cartón. Además como adhesivo en el laminado de ciertos papeles, de cajas corrugadas (para empapelar), de tubos de cartón y de otros artículos.

2.2.4.3. Industria textil

ALARCON y DUFOUR (1998), menciona que el almidón es usado en esta industria, para engomar los hilos de la urdimbre y de la trama en la elaboración de telas, y también es usado como engomante para almidonar tejidos blancos en la industria de lavandería.

2.2.4.4. Industria de adhesivos

ALARCON y DUFOUR (1998), menciona que se utilizan para fabricar materiales de embalaje, etiquetas, papel de envoltura y cinta pegante son muy útiles para las empacadoras y etiquetadoras de alta velocidad, por dos razones: costo relativamente bajo y gran velocidad de adhesión.

2.2.4.5. Industria farmacéutica

ALARCON y DUFOUR (1998), indica que se emplea en farmacia para diluir, aglutinar, lubricar o desintegrar diversos productos sólidos. Este actúan también como absorbente, da viscosidad y sirve de vehículo a sustancias pastosas, líquidas o semisólidas en la elaboración de cremas y lociones de uso dermatológico. Se emplean además para fabricar polvos faciales finos, polvos compactos y polvos nutritivos y como soporte en la fabricación de obleas.

2.2.5. Almidones nativos

MONTOYA (2007), menciona que el almidón nativo es aquella que sigue el proceso de producción de almidón sin pasar por una fermentación, lo que se realiza es una hidrólisis ya sea parcial con ácidos y total acida o enzimática.

Este almidón tiene diversos usos; sus propiedades como espesante, aglutinante, estabilizante y mejorador de textura le dan una demanda potencial que tiende a crecer mundialmente.

2.3. Envases flexibles.

BUREAU y MULTON (1991), mencionan que los plásticos utilizados en el envasado de alimentos, además de dar protección contra el polvo y microorganismos, actúan como barrera frente a la humedad, oxígeno, dióxido de carbono y nitrógeno. El término polímero de barrera implica propiedades de impermeabilidad a los gases. Se pueden clasificar de acuerdo a su barrera al O₂ y CO₂ en:

Barrera nula: poliestireno (PS); polietileno (PE), polipropileno (PP).

Barrera media: tereftalato de polietileno (PET), poliamida (PA), policloruro de vinilo (PVC).

Barrera alta: policloruro de vinilideno (PVDC), copolímero etilenoalcohol vinílico (EVOH), poliacrilonitrilo (PAN); poliamida amorfa, copolímero acrílico –imida. El mismo autor, sostiene que frente a la humedad, el polietileno de baja densidad (LDPE), el polipropileno (PP) y el (PVC) rígidos son buenas barreras.

FELLOWS (1994), indica que las películas flexibles pueden utilizarse solas; también apilando varios tipos de polímeros por laminados o por co-extrusión (en la co-extrusión, varios polímeros en forma de gránulos son difundidos y extruidos a presión para obtener una lamina o tubo). Con estas combinaciones y variando el tipo de grosor de la película pueden obtenerse materiales con distinta permeabilidades características mecánicas y térmicas optimas.

2.3.1. Polietileno.

ROCA (2005), menciona que el Polietileno es un polímero sintético termoplástico que se obtiene por polimerización del etileno. Es un material parcialmente cristalino y parcialmente amorfo, de color blanquecino y translucido. Los diversos tipos de Polietileno que se encuentran en el mercado son el resultado de las diferentes condiciones de operación, llevadas a cabo en la reacción de polimerización.

GALLO *et al.* (1998), menciona que el polietileno de baja densidad (LDPE), se obtiene de la polimerización del gas etileno bajo alta presión (1000 – 3000 atm.). Su estructura básica es: $\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$

GALLO *et al.* (1998), afirma que el polietileno de alta densidad (HDPE), es un plástico preparado a baja presión (cerca ala atmosférica) y a temperatura de 50 - 70°C es mas resistente, mas grueso, mas quebradizo y mas impermeable a los gases y vapor de agua, que el LDPE; pero es menos flexible que el anterior.

Cuadro 5. Características generales de los polietilenos.

	PEBD	Densidad Media	PEAD
Densidad (g/cm ³)	0,910 – 0,925	0,926 – 0,940	0,941- 0,965
Resistencia a la tracción (kg/cm ²)	1500 - 3000	2000 - 3500	2400 - 6100
Resistencia al rasgamiento (g/μm)	4 - 6	2 - 12	0,08 - 12
Temperatura de soldadura (°C)	124 - 170	127 - 154	135 - 154
Permeabilidad al vapor de agua (g/m ² 24hrs a 38EC/90HR) film de 25μ	18	6 - 15	0,5 - 10
Permeabilidad de gases cm ³ 25μ/m ² 24hrs.atm	O2 4000 - 13000 CO2 7700 - 77000	2600 - 5000 7700 - 13000	520 - 3900
Máxima temperatura en uso (°C)	66	82 - 104	110
Mínima temperatura de uso (°C)	-50	-50	-50

Fuente: DANTAS (1983)

PEBD = Polietileno de baja densidad.

PEAD = Polietileno de alta densidad.

2.3.2. Polipropileno

CHICA Y OSORIO (2003), mencionan que el polipropileno se produce a partir de petróleo o gas natural por un proceso de polimerización,

donde cadenas cortas de productos químicos (llamadas monómeros) se unen en presencia de un catalizador que posibilita la formación de cadenas largas llamadas polímeros. Estos polímeros son termoplásticos sólidos que pueden ser procesados de dos maneras principales: por extrusión y por moldeo o inyección.

Cuadro 6. Características de los polipropileno.

	No orientados	Orientados
Densidad (g/cm ³)	0,9	0,9
Resistencia a la tracción (kg/cm ²)	211 - 422	1757 - 2109
Alargamiento (%)	200 - 500	70 - 100
Resistencia al rasgamiento (g/μm)	1,57 – 12,91	1,06 - 0,24
Temperatura de soldadura (EC)	163 - 204	Req. revestimiento
Permeabilidad al vapor de agua (g/m ² 24hrs a 38EC/90HR) film de 25μ	0,8 – 10	4
Permeabilidad de gases cm ³ 25μ/m ² 24hrs.atm		
O ₂	1300 - 6400	2400
CO ₂	7700 - 21000	8400
Máxima temperatura en uso (°C)	121	135
Mínima temperatura de uso (°C)	No< 0°C	-60
Termo encogimiento	no	algunos tubos

Fuente: DANTAS (1983)

2.4. Envasado al vacío

Según Envapack (2006), el envasado al vacío consiste en la eliminación total del aire del interior del envase sin que sea reemplazado por

otro gas. En el envasado al vacío, existe una diferencia de presión entre el exterior y el interior del envase. Por tanto, cuando el envase es rígido, el efecto de la diferencia de presión podría acarrear el ingreso de aire o microorganismos.

BRODY (1996) indica que el envasado al vacío es la eliminación del aire que rodea al alimento, reduciendo por tanto degradaciones del alimento por parte del oxígeno, así como dificultando el crecimiento de muchos microorganismos. Es uno de los métodos que se emplea para envasar productos como el café, arroz o las especias.

Los productos envasados al vacío, tienden a seguir evolucionando con sus actividades respiratorias el cual produce una disminución del porcentaje de oxígeno, con lo que aumenta el vacío y se produce un aumento en la concentración de dióxido de carbono y vapor de agua.

ENVASE DE ALIMENTOS (2002), se menciona que este método de envase se previene la condensación dentro del empaque, se reduce la pérdida de peso, y en el caso de utilizar un material de barrera, aunque tenga efectos especialmente de prevenir la alteración de la calidad por la alteración del contenido de agua, teniendo en cuenta que el vacío daña el producto por la presión atmosférica, debe prestarse suficiente atención en la selección del material de empaque debido a que tiende a producirse la rotura del material de empaque por las puntas del producto, siendo propenso a producir punciones.

Es el método más sencillo de modificar la atmósfera en el interior de un envase. Como ya se ha señalado supone únicamente la eliminación del aire y el sellado del envase pero en el caso de tejidos animales y vegetales, la

baja permeabilidad de las películas y la respiración tisular y microbiana determinan que al cabo de cierto tiempo el oxígeno residual sea sustituido por CO_2 .

ICMSF (1980), menciona que este tipo de envasado ofrece ventajas tales como:

Química: puede impedir el paso del agua, oxígeno y de otros gases o actúa de forma selectiva, permitiendo solo el paso de algunos gases.

Física: el envasado puede proteger de la luz, polvo y la suciedad, de las pérdidas de peso y de los daños mecánicos.

Biológica: el empaquetado puede impedir el acceso al alimento de microorganismos e insectos, afectar el modo de velocidad de alteración o de la supervivencia o crecimiento de los gérmenes patógenos que pudieran haber en el alimento.

BRODY (1996), indica que en el envasado al vacío con película adherida, el producto se envasa para que no exista espacio de cabeza en el interior del envase, es decir el envase está en íntimo contacto con el producto independientemente de la forma del mismo.

2.5. Conservación al vacío.

JAY (1994), menciona que el envasado al vacío se consigue introduciendo el producto en bolsas de plásticos, seguida de la eliminación del aire (envasado al vacío) y del cierre de la bolsa mediante un soldador térmico. Si bien antes del cierre del envase no todo el O_2 es eliminado, parte de él que queda es consumida por la flora aerobia y por el propio producto lo que da

como resultado un aumento en la concentración de CO₂, que es inhibidor de la flora microbiana existente en el alimento. La vida útil de los alimentos envasados al vacío es inversamente proporcional a la permeabilidad de la película que recubre al alimento.

GARCÍA *et al.* (2006), manifiestan que es un método poco recomendable para productos de textura blanda o frágil, con formas irregulares y para aquellos en los que su presentación es de gran importancia porque pueden deformarse de manera irreversible con el vacío.

PRICE y SCHWEIGERT (1994), señalan que con una barrera apropiada contra el oxígeno, excluya el aire y el oxígeno del envase, inhibiendo consecuentemente el crecimiento de algunos organismos alterantes, y extendiendo la vida útil del producto. Las pruebas realizadas indican que es necesario un mínimo de 610 mmHg de vacío en el envase para obtener la protección suficiente del producto.

GARCÍA *et al.* (2006), manifiestan que en ocasiones, la formación excesiva de arrugas en el material de envasado dificulta la visualización del producto y su presentación final resulta menos agradable. En algunos casos, se ha observado la acumulación de exudado en productos envasados al vacío durante periodos de tiempo prolongados.

2.6. Rancidez en alimentos

CRAVERO (2004), reporta que el deterioro oxidativo de grasas o autooxidación se da por algunos factores como exposición a temperaturas, aire y luz originando compuestos químicos como peróxidos y malonaldehído (MDA)

que producen cambios perjudiciales en el alimento (pérdida del valor nutritivo, desarrollo de sabores u olores extraños).

2.6.1. Peróxidos

CRAVERO (2004), indica que los peróxidos son producidos por el ataque del oxígeno sobre algunos componentes de los alimentos generando radicales libres que destruyen vitaminas liposolubles y reaccionan con uniones sulfhídrido de las proteínas, reduciendo así el contenido de aminoácidos azufrados.

2.6.2. Malonaldehídos

Según CRAVERO (2006), el malonaldehído es un dialdehído volátil generado por descomposición de hidroperóxidos, aldehídos y otros derivados carbonílicos. La susceptibilidad de las diferentes grasas a la rancidez oxidativa varía dependiendo del grado de insaturación de los ácidos grasos, presencia de metales (hierro o cobre) y disponibilidad de antioxidantes. Los factores que aceleran la oxidación son la temperatura, luz, absorción de oxígeno y cierto tipo de envases ya que ejercen influencia sobre la estabilidad de las grasas.

2.6.3. Autooxidación

DE MAN (1999), mencionan que la oxidación de ácidos grasos insaturados por oxígeno es conocida como autooxidación. La cual es una reacción de radicales libre que involucra fases de iniciación, propagación (reacción en cadena) y terminación.

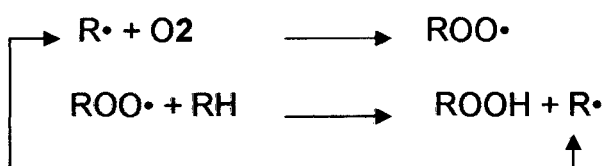
2.6.3.1. Iniciación

DE MAN (1999), indica que en la etapa de iniciación el hidrogeno es removido de un compuesto olefinico para producir un radical libre, como lo ilustra la reacción de abajo. La remoción del hidrogeno toma lugar en el carbono adyacente a un doble enlace (carbono alílico) y forma un radical libre alílico o algún compuesto radical.



2.6.3.2. Propagación

DE MAN (1999), dice que la formación de un hidroperóxido depende de la producción de radicales libres ($R\cdot$) de moléculas lipídicas (RH) por su interacción con el oxígeno en presencia de un catalizador. Su iniciación puede ocurrir por fuentes de energía externa tales como calor, luz, alta energía de radiación o por iniciadores químicos que incluyen iones metálicos o metaloproteínas. Una vez se ha formado el radical, éste se combina con el oxígeno atmosférico para formar un radical peróxido, el cual a su vez puede remover un hidrógeno de un carbono alílico de otra molécula insaturada, dando lugar a la formación de un hidroperóxido y otro radical alílico. Esta reacción se repite y resulta en una reacción en cadena.



DE MAN (1999), indica que los hidroperóxidos formados en la propagación son los productos primarios de la oxidación. Estos compuestos son inestables y se descomponen en productos secundarios de la oxidación, los cuales incluyen una gran variedad de compuestos, dentro de los cuales están los compuestos carbonilos, los más importantes. Los productos secundarios incluyen además de ácidos carboxílicos, alcanos, alquenos, hidrocarburos y aldehídos (malonaldehído, nonanal, octanal, pentanal y Hexanal), los cuales son responsables del mal olor y mal sabor ("off flavors") de los alimentos y los productos terciarios (radicales libres, cetonas y alcoholes).

2.6.3.3. Terminación

DE MAN (1999), menciona que la terminación ocurre cuando radicales libres reaccionan con ellos mismos para generar productos no reactivos y más estables por ejemplo las cetonas. Otra vía que puede concluir la autooxidación es que cualquier clase de radical libre alquílico ($R\cdot$) reaccione con un radical libre peroxi ($RO\cdot$) dando lugar a una especie relativamente estable, no-iniciadora y no-propagadora. De forma similar dos radicales libres alquílicos $R\cdot$ pueden unirse también (como se exhibe en las siguientes reacciones:

Debido a las características desagradables y al acortamiento de la vida útil del producto, causado por la rancidez oxidativa, la industria de alimentos ha evaluado y utiliza muchos compuestos antioxidantes que ayuden a prevenir la oxidación por oxígeno. Los métodos para determinar la oxidación de lípidos han sido divididos en aquellos que miden los productos primarios y

los que miden los productos secundarios (GRAY *et al.*, 1992). Entre los productos primarios de la oxidación que se miden se encuentran los hidroperóxidos y los dienos conjugados. La concentración de peróxidos se mide en la oxidación de lípidos; sin embargo, los peróxidos se descomponen fácilmente en productos secundarios y éste valor puede resultar en una sobreestimación del grado de oxidación (GRAY *et al.*, 1992).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución

El presente trabajo se realizó en los ambientes de la panadería la UNAS y los laboratorios de: Análisis de Alimentos, Análisis Sensorial, Tecnología de carnes, Química y Microbiología de la facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, de la Universidad Nacional Agraria de Selva, ubicado en la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Región Andrés Bello Cáceres, situada a 660 m.s.n.m con una humedad relativa de 84% promedio anual y temperatura promedio anual de 24 °C. El estudio experimental se llevó a cabo en el periodo comprendido entre los meses de Julio a Diciembre del 2009.

3.2. Materia prima

Para los experimentos preliminares, definitivos y validación de la elaboración y caracterización de las rosquillas, se utilizó almidón nativo de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) proveniente del mercado de abastos de Tingo María.

3.3. Materiales, equipos y reactivos

3.3.1. Materiales de laboratorio y /o procesos

3.3.1.1. Insumos

- Huevo de gallina
- Aceite de sachá inchi marca (Estevia)
- Manteca de cerdo
- Manteca vegetal
- Sal yodada de mesa
- Agua potable

3.3.1.2. Materiales de vidrio

- Probetas 50, 100, 250 ml. Fisher Brand, Germany
- Vasos precipitados 50, 100, 200, 500 ml. Kimax, U.S.A
- Pipetas 2, 5, 10 ml. Fisher Brand, Germany.
- Balones de digestión. Pirex, U.S.A.
- Crisoles de porcelana. Haldenwanger, Berlín.
- Placas petri (Kimax, U.S.A).
- Tubos de ensayo 10 ml. Venogel.
- Fiolas 25, 50 y 100 ml. Pirex U.S.A.
- Buretas 25, 50 y 100 ml. Fortura, Germany.
- Campana de desecación marca Pirex, U.S.A.
- Perla de vidrio marca Ducan

3.3.1.3. Materiales de plástico y papel

- Bolsas flexibles de polietileno y polipropileno
- Jarras 500, 1000 ml.
- Tablas de operaciones.
- Papel filtro wathman número 42 y papel filtro de pasada rápida

3.3.1.4. Materiales de metal y otros utensilios

- Gradillas.
- Pinzas.
- Mecheros.
- Asa de siembra.
- Cucharas.
- Espátula.
- Rejilla metálica.
- Ollas de acero inoxidable.
- Platos.
- Cuchillos inoxidables.

3.3.2. Equipos e instrumentos

- Horno panificador
- Estufa con circulación de aire caliente, "precisión" serie 10AS/5,
- Mufla Heracus. Type 170. Hasta 1000°C. 220V. U.S.A.
- Selladora al vacío. Multivac. Tip. A3000/16. Germany.
- Balanza decagramo Galaxy Ohaus Electronic, modelo 6161, capacidad 500g, U.S.A

- Equipo de Soxhlet. Pyrex, U.S.A.
- Digestor de proteínas. Micro Kjeldahl. Pyrex, U.S.A.
- Digestor de fibra con refrigerante para fibra. Labconco, U.S.A.
- Balanza analítica, Galaxy Ohaus Electronic, modelo 6161, capacidad 500g, U.S.A.
- Centrifuga Marca Hettich-modelo MIRKO22R de 15000 rpm
- Cocina a gas propano. American (Surge), balón de 15 lbs
- Cuenta colonias. Québec
- Equipo de destilado. Fortuna. Germany
- Equipo de titulación
- Refrigeradora Coldex. Modelo: Ip 10b
- pHmetro, Marca ATC.
- Termometro de 0 - 200 °C

3.3.3. Reactivos

- Acido sulfúrico Q: P; 1.25%, 0.1N. EM Science, Germany
- Hexano absoluto Q.P. EM Science, Germany
- NaOH Q.P; 0.1N; 1.25% Riedel de Haen, Germany
- Etanol 96° GL induquímica S.R. Ltda.. Perú
- Metanol al 50%. Sigma, Germany
- Fenoltaleina al 1% L & H Chemical Products, U.S.A
- Agua destilada
- Agar plate count. Merk, Germany
- Verde de bromocresol al 1%

- Rojo de metilo al 0,1%
- Acido acético glacial
- Cloroformo
- Solución saturada de IK
- Solución de tiosulfato de sodio 0.1N
- Indicador de almidón al 1%.

3.4. Métodos

La metodología seguida para el desarrollo del presente trabajo de investigación se indica a continuación.

- Caracterización de la materia prima.
- Pruebas preliminares: dosificación, precocción, horneado, envasado.
- Pruebas finales de las rosquillas de almidón de yuca: proceso de elaboración, evaluación fisicoquímica, evaluación químico proximal.
- Pruebas finales en el almacenamiento: microbiológicos y índice de peróxidos.

3.4.1. Caracterización de la materia prima

3.4.1.1. Análisis químico proximal del almidón de yuca y del producto final

- Proteína: Método 920.87 recomendado por la AOAC (1990).
- Grasa: Método 935.60 recomendado por la AOAC (1990).
- Humedad: Método 925.10 recomendado por la AOAC (1990).
- Ceniza: Método 923.03 recomendado por la AOAC (1990).

- Fibra: Método 920.86 recomendado por la AOAC (1990).
- Carbohidratos por diferencia, restando de 100 los porcentajes de humedad, proteína y ceniza (AOAC, 1990).

Los resultados fueron expresados como promedio de tres repeticiones.

3.4.2. Pruebas preliminares

Se realizó con el propósito de determinar los parámetros adecuados para la obtención de las rosquillas. Para ello se elaboro el diagrama de flujotentativo como se muestra en la figura 4. Realizando las siguientes operaciones para la dosificación de los ingredientes de rosquillas de almidón de yuca (*Manihot esculenta crantz*).

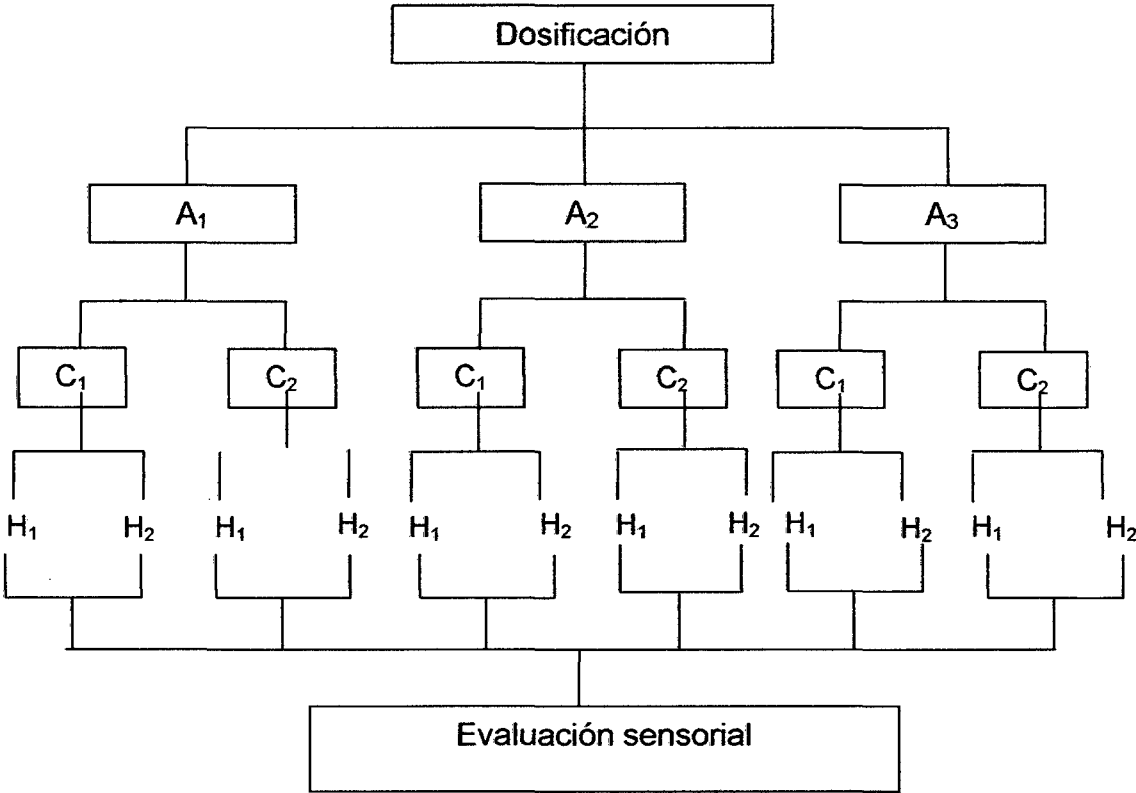
3.4.2.1. Dosificación de los ingredientes

Para la dosificación de los ingredientes se trabajo siguiendo el diseño experimental mostrado en la Figura 3. Para determinar la cantidad de ingredientes se realizo la formulación para 1 kg de masa utilizando los tipos de lípidos y sus porcentajes como también los porcentajes de huevos como se muestra en el cuadro 7, 8 y 9 se procedió a preparar las rosquillas siguiendo el flujograma tentativo de la figura 4.

3.4.2.1.1. Operaciones para el proceso de elaboración de las rosquillas de almidón de yuca

3.4.2.1.1.1. Recepción

Se realizó con la finalidad de verificar el buen estado tanto de la materia prima como de los insumos y se almacena hasta el momento de empezar con el proceso.



Donde:

A = Tipo de lípidos	C = Concentración	H = Huevo
A ₁ = aceite de sachá inchi	C ₁ = 20%	H ₁ = 23%
	C ₂ = 25%	H ₂ = 30%
A ₂ = manteca vegetal	C ₁ = 20%	H ₁ = 23%
	C ₂ = 25%	H ₂ = 30%
A ₃ = manteca de cerdo	C ₁ = 20%	H ₁ = 23%
	C ₂ = 25%	H ₂ = 30%

Figura 3. Diseño experimental para la dosificación de la cantidad de ingredientes para las rosquillas de almidón de yuca.

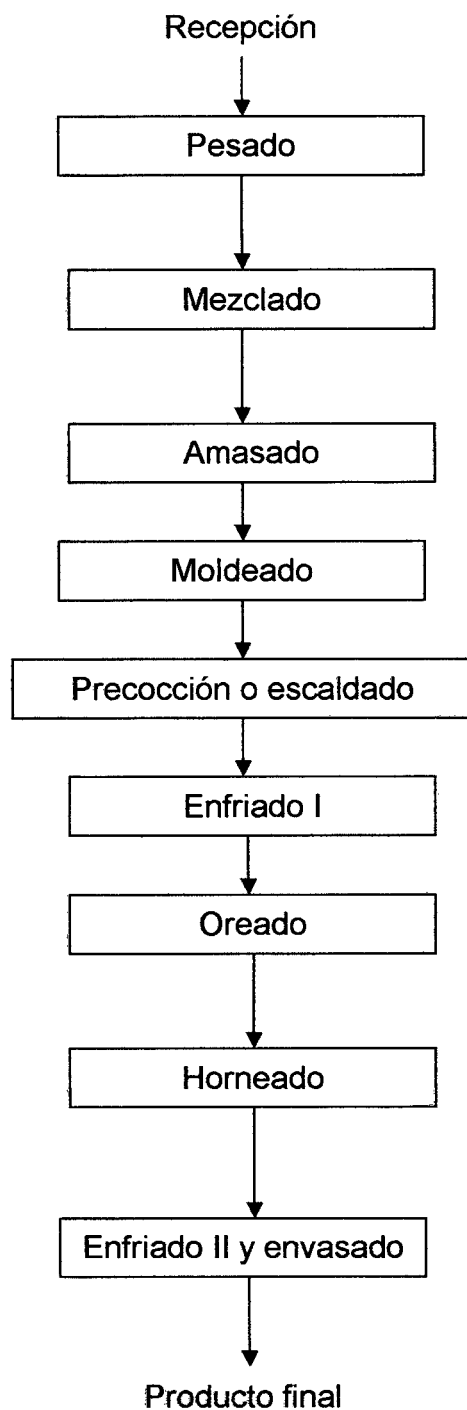


Figura 4. Flujograma de operaciones tentativa para la elaboración de rosquillas de Almidón de yuca.

3.4.2.1.1.2. Pesado

Se realizó el pesado de los ingredientes. Según el diseño experimental de la figura 3 se realizo la formulación para 1 kg de masa, el cual se muestra en los cuadros 7, 8 y 9.

Cuadro 7. Formulación para la manteca vegetal

Ingredientes	Niveles probados (%)			
Almidón de yuca	41	36	34	29
Manteca vegetal (%)	20	25	20	25
Huevo (%)	23	23	30	30
Sal (%)	1	1	1	1
Agua (%)	15	15	15	15

Cuadro 8. Formulación para la manteca de cerdo

Ingredientes	Niveles probados (%)			
Almidón de yuca	41	36	34	29
Manteca cerdo (%)	20	25	20	25
Huevo (%)	23	23	30	30
Sal (%)	1	1	1	1
Agua (%)	15	15	15	15

Cuadro 9 Aceite de sachá inchi

Ingredientes	Niveles probados (%)			
Almidón de yuca	41	36	34	29
Aceite de sachá inchi (%)	20	25	20	25
Huevo (%)	23	23	30	30
Sal (%)	1	1	1	1
Agua (%)	15	15	15	15

3.4.2.1.1.3. Mezclado

El proceso consiste en mezclar y distribuir todos los ingredientes homogéneamente hasta formar una masa. Los componentes de la rosquilla deben ser mezclados de manera homogénea para lograr una completa incorporación y garantizar la ausencia de grumos. Los ingredientes sólidos son mezclados, y una vez obtenida una mezcla homogénea se adiciona paulatinamente el agua, que proporciona a la masa sus características de elasticidad y extensibilidad conferidas por el gluten en formación.

3.4.2.1.1.4. Amasado

Se realizó el amasado después de mezclar todos los ingredientes homogéneamente hasta que la masa adquiriera un carácter suave y semielástica y sea moldeable.

3.4.2.1.1.5. Moldeado

Se realizó manualmente tomando 30 g de masa el moldeado formando una cinta de aproximadamente 10 cm la cual se une a los extremos, formando una rosca.

3.4.2.1.1.6. Precocción o escaldado

Se sometieron las rosquillas a precocción, colocándolas en una olla de acero inoxidable con agua a temperatura de ebullición hasta que la rosquilla flote.

3.4.2.1.1.7. Enfriado I

Las rosquillas después de la precocción se colocaron en una olla de acero inoxidable con agua fría e inmediatamente se colocó a orear.

3.4.2.1.1.8. Oreado

Se colocaron en un recipiente para eliminar el agua superficial y luego colocarlas en bandejas de aluminio formando 8 filas y 6 columnas. Para su horneado respectivo.

3.4.2.1.1.9. Horneado

Se efectuó con el calentamiento energético de las rosquillas provocando el cocimiento de la parte interna de las rosquillas provocando así la inactivación de algunos microorganismo y de las enzimas presentes, se realiza a una temperatura de 220°C.

3.4.2.1.1.10. Enfriado II y envasado

Después de ser horneados las rosquillas, estos se dejan enfriar a temperatura ambiente por un tiempo de 1 a 3 horas para luego ser envasado.

3.4.2.1.2. Análisis sensorial

Las pruebas se realizaron en el laboratorio de análisis sensorial. Para este estudio se contó con un grupo de 21 panelistas semientrenados de la región selvática del Perú, los cuales evaluaron las rosquillas elaboradas con diferentes tipos de lípidos, % de lípido y % de huevo, se realizó por tres días

consecutivos. A cada panelista se le proporcionó las muestras previa identificación con números de tres cifras escogidos al azar, con 4 tratamientos para el primer día, para el segundo día se tomó de igual manera pero con diferente codificación y así sucesivamente para el tercer día. Se les proporciono agua, rosquillas de almidón de yuca, servilletas, y el material para realizar la evaluación. Se hizo un análisis afectivo de aceptación, mediante una escala hedónica de 5 puntos (de 1 a 5 de menor a mayor aceptación). Los atributos medidos fueron: apariencia, color, sabor y textura recomendados por UREÑA *et al.* (1999). Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de las rosquillas de almidón de yuca en estudio fueron evaluaron con el programa estadístico STATGRAPHICS, versión 5.1, mediante el diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial de 3x2x2, para los niveles donde existió significancia estadística se empleó la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Cuya puntuación varía de 1 a 5 puntos, los mismos que se describen a continuación:

- 5 Me agrada mucho
- 4 Me agrada
- 3 Me es indiferente
- 2 Me desagrada
- 1 Me desagrada mucho

3.4.2.2. La precocción o escaldado

Las rosquillas se colocaron en una olla de acero inoxidable con agua a temperatura de ebullición. En esta etapa se evaluaron tres tiempos de precocción de 1, 2 y 3 minutos. Contados a partir de la ebullición del agua, con

la finalidad de determinar el tiempo de precocción óptima para la precocción de las rosquillas. El cual fue evaluado por inspección visual y por degustación.

3.4.2.3. En el horneado

3.4.2.3.1. Diseño experimental

Para el efecto se realizó el horneado siguiendo el diseño experimental de la figura 5. Se hace ingresar al horno las rosquillas a una temperatura de 220°C por un tiempo de 30, 35 y 40 minutos.

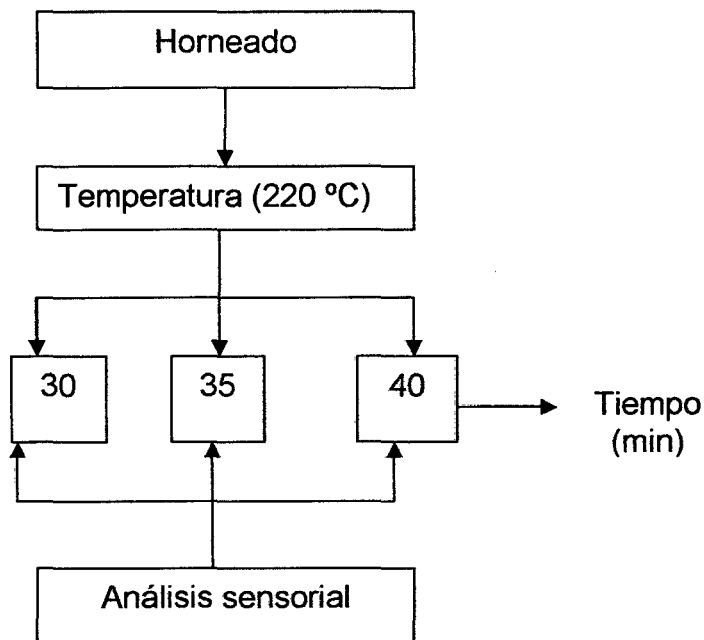


Figura 5. Diseño experimental para la determinación del tiempo de horneado.

3.4.2.3.2. Análisis sensorial

Se realizó la evaluación sensorial de los atributos textura, color y sabor después de 3 horas de enfriado, se utilizó la prueba diseño completo al

azar (D.C.A). La evaluación sensorial a seguir fue mediante la escala hedónica recomendados por UREÑA *et al.* (1999). Y las escalas fueron:

- 5 Muy agradable
- 4 Agradable
- 3 Ni agrada ni desagrada
- 2 Desagradable
- 1 Muy desagradable

3.4.2.4. Estudio del mejor empaque en el producto terminado

3.4.2.4.1. Diseño experimental

Se envasaron las rosquillas siguiendo el diseño experimental de la figura 6, que obtuvieron mejor porcentaje de ingredientes en dos tipos de envases polietileno y polipropileno en un sistema de vacío a presiones de 200,250 y 300 mbares.

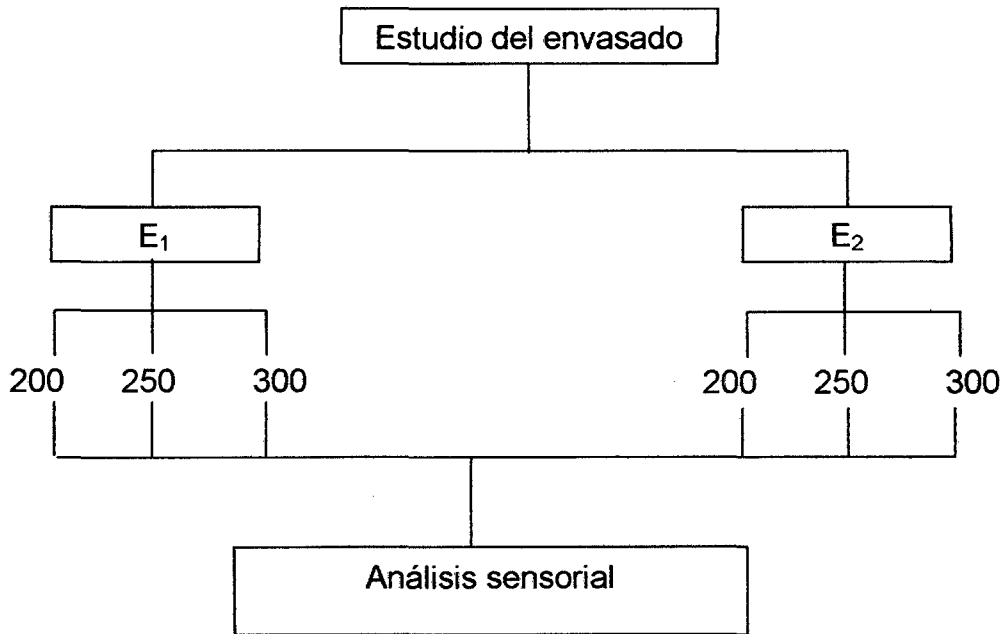


Figura 6. Diseño experimental utilizado para evaluar el mejor empaque y presión.

Donde:

E = Tipos de envases

E₁ = Polietileno

E₂ = Polipropileno

P = Generación de vacío

P₁ = 200 mbar

P₂ = 250 mbar

P₃ = 300 mbar

3.4.2.4.2. Análisis sensorial

Se realizó la evaluación sensorial después de 30 días de elaborado las rosquillas de los dos tipos de empaques y las tres presiones los atributos son; textura y sabor mediante la prueba de diseño completo al azar (D.C.A.) con arreglo factorial de 2x3. La evaluación sensorial a seguir fue mediante la escala hedónica recomendados por UREÑA *et al* (1999). Y las escalas tomadas son:

- 5 Excelente
- 4 Muy bueno
- 3 Bueno
- 2 Regular
- 1 Malo

3.4.3. Pruebas finales de las rosquillas de almidón de yuca

Las pruebas finales se realizaron de acuerdo con los resultados de las pruebas preliminares, siguiendo el Flujograma de operaciones de la figura 9. En esta etapa se realizó lo siguiente:

3.4.3.1. Flujograma de operaciones definitivo

El Flujograma definitivo se muestra en la figura 7, cuyas operaciones detallamos a continuación:

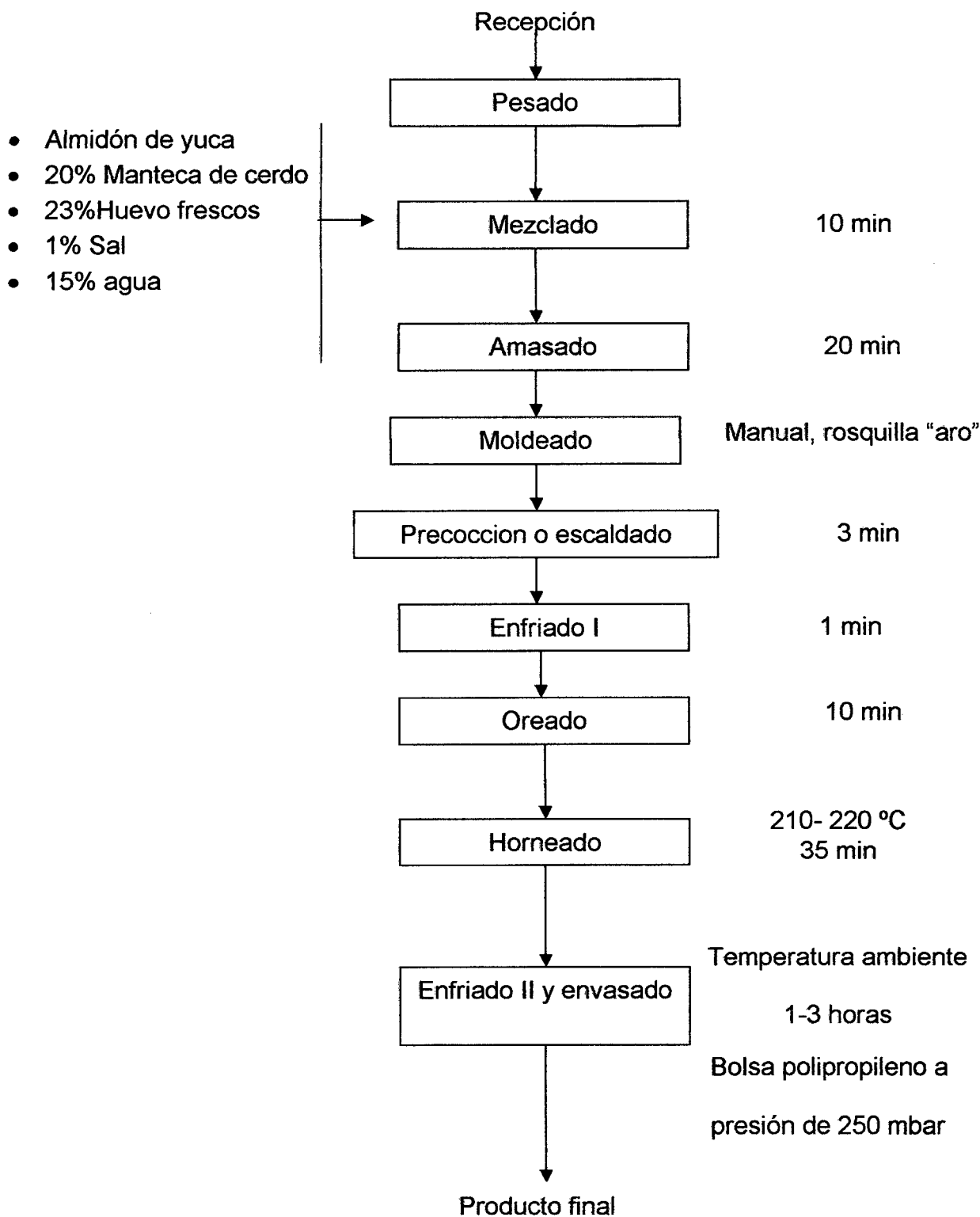


Figura 7. Flujograma definitivo para el proceso de elaboración de rosquillas de Almidón de yuca.

3.4.3.1.1. Recepcion

Se recepcionó la materia prima (almidon de yuca) y los insumos (manteca de cerdo, huevo, sal y agua) y se almacenó hasta el momento de empezar con el proceso.

3.4.3.1.2. Pesado

Se efectuó con la finalidad de establecer una formulación balanceada para el proceso .Es necesario realizar un pesado correcto de las materias primas según la formulación del mayor puntaje elegido por los panelistas para ello se utilizo balanza comercial decagramo tipo reloj.

3.4.3.1.3. Mezclado

El proceso consiste en mezclar y distribuir por 10 minutos el almidón de yuca con los siguientes ingredientes:

Sal: se agrego el 1% del peso del almidón de yuca y se mezcló paulatinamente, se uso con la finalidad de potenciar el sabor y para que la masa sea más fácil de trabajar sin que se vuelva pegajosa.

Manteca de cerdo: se mezcló un 20% de manteca con el almidón de yuca con la finalidad dar a la masa estructura y volumen al producto mejorando las características de la masa.

Huevo: se agregó 23% a la masa para hacerla más suave y húmeda.

Agua: se agregó un 15% para poder disolver todos los ingredientes sólidos y facilitar la incorporación.

3.4.3.1.4. Amasado

Se realizó con la masa ya debidamente mezclada homogéneamente. Esta operación se realiza en forma manual con el propósito de lograr la dispersión uniforme de todos ingredientes por un tiempo promedio de 20 min, hasta observar que la masa del almidón pierda gradualmente su apariencia húmeda y pegajosa y adquiera un aspecto mas moldeable, suave y bien pulida.

3.4.3.1.5. Moldeado

Se realizó manualmente sobre la mesa de labranza el moldeado formando una cinta de aproximadamente 10 cm lo cual se une a los extremos, formando una rosca. Para efectos de uniformidad se pesaron 30 g de masa para formar la rosca.

3.4.3.1.6. Precocción y Escaldado

Se coloca las rosquillas moldeadas en una olla de acero inoxidable con agua a temperatura de ebullición por un espacio de 3 minutos donde se observa que las rosquillas flotan en el agua en ebullición esto se debe a que el almidón y el huevo tienden a gelificarse a temperaturas altas.

3.4.3.1.7. Enfriado I

Se realizó inmediatamente después de la precoccion y escaldado se coloca las rosquillas con una espumadera en agua fria por 1 minuto con la finalidad que la parte externa gelificadas de las rosquillas ya tiendan a

coagularse por el frío y sea liza y así facilitar el oreado y las rosquillas no tiendan a deformarse su estructura y pegarse unas a otras.

3.4.3.1.8. Oreado

Se colocó en un recipiente para eliminar el agua superficial y luego colocarlas en bandejas de aluminio formando 8 filas y 6 columnas. Para su horneado respectivo.

3.4.3.1.9. Horneado

Las rosquillas fueron colocadas al horno a una temperatura de 220°C por un periodo de 35 minutos.

3.4.3.1.10. Enfriado II y envasado

Se realizó a temperatura ambiente por un espacio de 1 a 3 horas en la cual se procede a envasar en empaque de polipropileno a una presión de 250 mbar las rosquillas para sus posteriores evaluaciones y análisis respectivos.

3.4.3.2. Evaluación fisicoquímica

3.4.3.1.2. pH

En una solución filtrada de 10g de rosquillas de almidón en 100ml de agua destilada se midió el pH utilizando el pHmetro (AOAC, 1990).

3.4.3.1.3. Acidez titulable

La determinación de la acidez de las rosquillas se realizó por el método recomendado por la AOAC (1990).

3.4.3.1.4. Densidad

Se realizó utilizando una probeta de 100 ml con agua destilada el cual se sumergió las rosquillas y se midió la densidad por pesada directa utilizando la fórmula P/V (relación entre peso/volumen) utilizada por ORDOÑEZ (1983).

3.4.3.3. Evaluación químico proximal

Los análisis químicos proximales fueron los mismos que los efectuados a la materia prima.

3.4.4. Pruebas finales en el almacenamiento

3.4.4.1. Evaluación microbiológica

Se utilizaran los métodos para el análisis microbiológico de:

3.4.4.1.1. Numeración de Mohos y Levaduras

Se realizó una siembra en superficie en el medio OGGA (Oxidotetraciclina gentamicina –glucosa-extracto de levadura) se incubó a temperatura 22 °C/3 a 5 días, cumplido este tiempo se realizó el recuento correspondiente. Según el método (FAO, ICMSF, 1980).

3.4.4.1.2. Numeración de microorganismo aeróbios viables

Se peso 10 g de la muestra mezclada asépticamente, y se añadió 225 ml de agua peptonada, se tomo 1 ml con una pipeta y se vertió en cada placa petri después de la incubacion se contaron las colonias. Recomendado por ICMSF (1980).

3.4.4.2. Rancidez de las rosquillas

Se determinó el índice de peróxido según la metodología recomendado por la AOAC de 1990. El índice de peróxido de las rosquillas se determinó cada 10 días de 0 a 30 días.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Caracterización químico proximal de la materia prima

En el cuadro 10, se indica los resultados de la composición químico proximal del almidón de yuca la misma que se analizó con lo recomendado por la AOAC (1990).

Cuadro 10. Resultados de la composición químico proximal del almidón.

Componentes	Cantidad (%)
Humedad	11,56
Proteína (N x 6.25)	0,35
Grasa	0,21
Fibra total	0,58
Ceniza	0,16
Carbohidratos	87,14

Estos valores representan promedios de tres repeticiones para cada análisis.

Como se puede apreciar el contenido de humedad del almidón de yuca es de 11,56%. INDECOPI (1974), indica que los valores de humedad para almidón de yuca se encuentran entre 10,5 – 13%, los valores encontrados en la investigación se encuentran dentro del rango establecido por INDECOPI. En tanto BREKELBAUM (1991), menciona que el almidón es un polvo fino de

color blanco, con aproximadamente un 13% de humedad, donde se afirma que lo reportado está próximo a la realidad.

El porcentaje de proteína es de 0,35% este valor es normal en los almidones debido a que contiene gran cantidad de carbohidratos. Según INDECOPI (1974), indica que los valores de proteína para almidón de yuca tienen un máximo de 0,50%, lo que nos indica que el valor encontrado de proteína se encuentra dentro del rango permitido.

ZAJAC (1989), manifiesta que los contenidos bajos de proteína cruda de los almidones de makal, camote y yuca (0,16, 0,22 y 0,06%, respectivamente, se encuentran dentro del nivel permitido por la FDA. En los almidones de maíz (0,35%), los hacen factibles para la producción de jarabes con alto contenido de glucosa, evitándose así las reacciones de Maillard que se pueden presentar durante el proceso de producción de estos productos.

El contenido de grasa es de 0,21% los gránulos de almidón de yuca contienen un pequeño porcentaje de sustancia grasa comparado con los de los cereales. HURTADO (1997), menciona que esta composición favorece al almidón de yuca, ya que estos lípidos forman un complejo con la amilosa, lo cual tienden a reprimir el hinchamiento y la solubilidad de los granos por esta razón se necesitan temperaturas altas ($>125^{\circ}\text{C}$) para romper así la estructura amilosa-lípido y solubilizar la fracción de amilosa.

No existe autores que respalden la cantidad de lípidos en el almidón de yuca; sin embargo en el presente estudio se encontró 0.21% de grasa.

El porcentaje de fibra del almidón se encontró 0,58%. GRANITO *et al.* (2003), mencionan que en el experimento no encontraron fibra en el almidón de yuca. La cantidad encontrada se estima que fue por la calidad de almidón adquirida.

La ceniza del almidón representa el 0,16%, INDECOPI (1974), indica que los valores de ceniza para almidón de yuca tiene un máximo de 0,50%. En tanto HURTADO (1997), manifiesta que encontró 0.2% en ceniza de almidón de yuca. Asimismo MESTRES (1996), menciona que en general, el contenido de cenizas en el almidón no debe exceder de 0,12 % ya que puede proveer una estimación de la calidad del almidón, altos niveles de cenizas indican contaminación.

Finalmente la cantidad de carbohidratos encontrado en el almidón de yuca es de 87,14% esto se realizó por diferencia entre los otros componentes. GRANITO *et al.* (2003), mencionan que el contenido de carbohidratos hallados en su trabajo de investigación fue 88,70%. MESTRES (1996), menciona que el contenido de materia seca de los almidones debe estar entre 87-90%; por lo que se puede confirmar que la cantidad encontrada está dentro de los valores estudiados.

4.2. De las pruebas preliminares

CABELLOS *et al.* (2004), menciona que la dosificación de ingredientes en un producto será la responsable de sus características sensoriales. En el presente trabajo de investigación se tomó referencialmente las cantidades de los ingredientes para la formulación, de las prácticas

artesanales existentes en la actualidad por los pobladores de la región de la selva peruana desde los tiempos no precisados de antigüedad; como el 20 y 25% de lípidos diferentes, tal como se indicó en los cuadros 7, 8 y 9.

4.2.1. Dosificación de los ingredientes

4.2.1.1. De la evaluación sensorial

4.2.1.1.1. Tipo de lípido

En esta evaluación del trabajo de investigación se evaluó la muestra de rosquillas con mayor preferencia. La prueba que se utilizó el diseño completamente al azar (D.C.A.) con arreglo factorial de 3x2x2 y la escala hedónica de cinco puntos. El tratamiento estadístico que se utilizó fue el análisis de varianza y prueba de significación de Tukey. Como se reporta en el cuadro 11 los valores promedios (21 panelistas), asignados al color, sabor, textura y apariencia general.

Cuadro 11. Evaluación sensorial para el atributo textura, color, sabor y apariencia general, para el factor: Tipo de lípido.

Tipo de lípido	Escala hedónica			
	Color	Sabor	Textura	Apariencia
Manteca vegetal	3.52±0.065 ^a	3.44±0.064 ^a	3.49±0.071 ^a	3.53±0.068 ^a
Manteca de cerdo	3.61±0.065 ^a	3.47±0.064 ^a	3.49±0.071 ^a	3.59±0.068 ^a
Aceite sachá inchi	3.46±0.065 ^a	3.38±0.064 ^a	3.48±0.071 ^a	3.51±0.068 ^a

Los datos son promedio de 3 repeticiones (p<0,05).

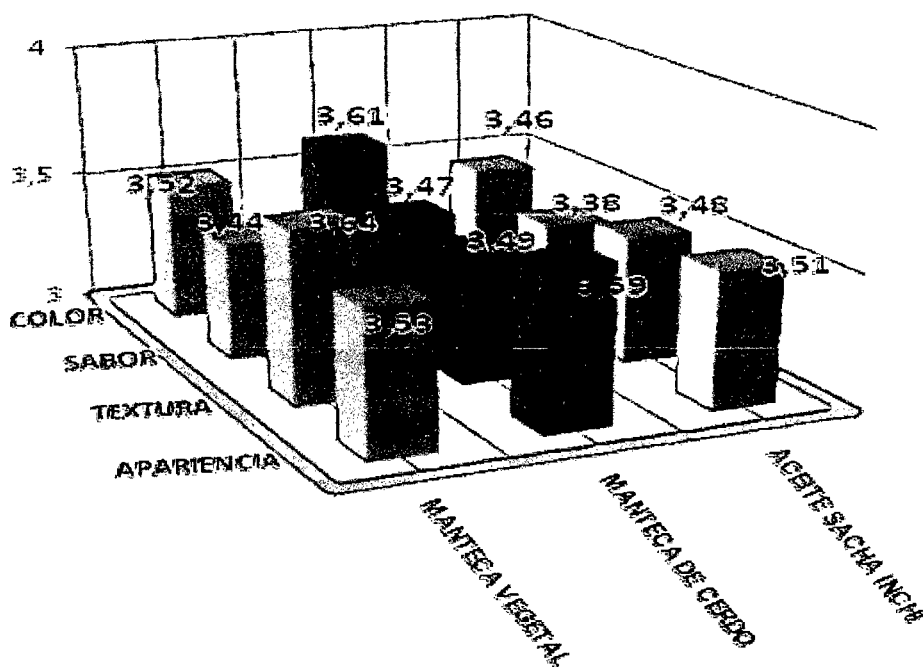


Figura 8. Análisis sensorial para los tres tipos de lípidos.

En cuadro 11 y figura 8, en cuanto al color proporcionado por tipos de lípidos dieron como resultado de los panelista a las rosquillas una calificación promedio 3,52; 3,61 y 3,46 y esto equivale según la escala hedónica me es indiferente y me agrada, se realizó el análisis estadístico (Anexo II), se encontró que no existe diferencia significativa entre los lípidos, comparando los promedios mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$), Por lo tanto, el color de las rosquillas no varía según el tipo de lípido utilizado.

Los tipos de lípidos no presentan ninguna influencia en cuanto al sabor de las rosquillas la evaluación refleja una aceptación entre me es indiferente y me agrada de esta característica (cuadro 11). Confirmando que si las condiciones y niveles de ingredientes fueron similares, en cada tipo de

lípidos no existe diferencia significativa ($p < 0,05$); por lo tanto el que tuvo mayor puntaje fue la manteca de cerdo con un promedio de 3,47.

El panelista evaluó esta característica como me es indiferente, sin haber diferenciado ($p < 0,05$) entre los tipos de lípidos. El factor determinante de la textura de las rosquillas es el tiempo de horneado, donde la humedad es reducida hasta casi un 3%, si este nivel no es alcanzado, la rosquilla no presenta la propiedad de crujencia esencial para su aceptación.

El panelista evaluó la apariencia, tomando en cuenta el conjunto de características que hacían atractivo al producto, tales como: forma, uniformidad de color y tamaño. La evaluación de esta característica fue más indiferente para todas las rosquillas elaboradas con tres tipos de lípidos (cuadro 11). Si se toma en cuenta que las rosquillas fueron elaboradas en la misma forma y manteniendo el horneado uniforme, se justifica que la apariencia no tenga diferencia significativa en cada tipo de lípido.

4.2.1.1.2. % de lípido

La evaluación de los cuatro atributos se realizó utilizando la ficha del Anexo I y los resultados se presentan a continuación.

Cuadro 12. Evaluación sensorial para el atributo textura, color, sabor y apariencia, para el factor: % de lípido.

% de lípido	Escala hedónica			
	Color	Sabor	Textura	Apariencia
20%	3.55±0.053 ^a	3.5±0.052 ^a	3.63±0.058 ^a	3.57±0.055 ^a
25%	3.59±0.053 ^a	3.37±0.052 ^a	3.45±0.058 ^b	3.51±0.055 ^a

Los datos son promedio de 3 repeticiones (p<0,05).

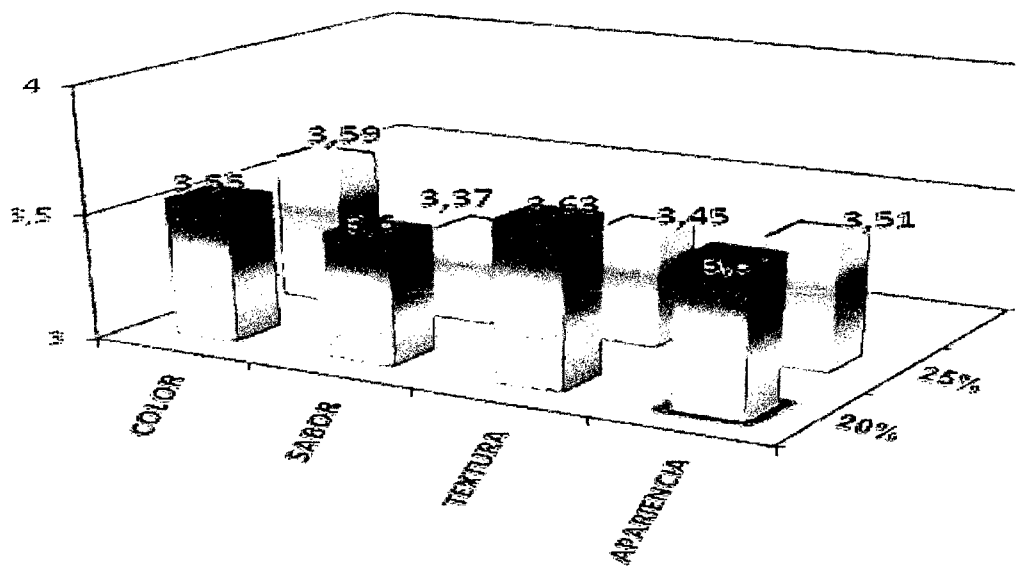


Figura 9. Análisis sensorial para los porcentajes de lípidos.

En cuanto porcentaje de lípido utilizado en el cuadro 12 y en la figura 9 se observa que no existe diferencia significativa entre los porcentajes (20 y 25%) en cuanto al color se obtuvo un promedio de (3,55 y 3,59) obteniendo un mayor puntaje el porcentaje de 25%. En el sabor el promedio fue de (3,5 y 3,37) el mejor puntaje fue del 20%, en la textura se puede apreciar un promedio (3,63 y 3,45) lo que indica que existe una diferencia significativa entre el 20 y 25% es mejor en cuanto a la textura y

por último la apariencia se obtuvo un puntaje (3,57y 3,51) esto demuestra que los resultados en cuanto al porcentaje de lípido el mejor puntaje obtenido es al 20% en cada tipo de atributo dicho resultado concuerda con lo indicado por EDEL, (2007), que los productos como los bocaditos el nivel de grasas varía entre el 5 y el 20%.

La inclusión de grasas genera productos con un alveolado muy fino y homogéneo (BROOKER 1996), a la vez que incrementa el volumen de las piezas y retrasa su endurecimiento, aunque este efecto dependerá del porcentaje de sólidos totales presentes en la formulación indicado por SMITH y JOHANSSON (2004). TEJERO (2002), utilizó en su proceso de bollería congelada la cantidad de grasa 25 a 30 % sobre su masa. Por todo ello, el lípido utilizado determina la calidad del alimento, así como las condiciones del proceso y la composición del producto.

4.2.1.1.3. % de huevo

La evaluación de los cuatro atributos se realizó utilizando la ficha del Anexo I y los resultados se presentan a continuación.

Cuadro 13. Evaluación sensorial para el atributo textura, color, sabor y apariencia, para el factor: % de huevo.

% de huevo	Escala hedónica			
	Color	Sabor	Textura	Apariencia
23%	3.68±0.053 ^a	3.48±0.052 ^a	3.54±0.058 ^a	3.59±0.055 ^a
30%	3.46±0.053 ^b	3.39±0.052 ^a	3.52±0.058 ^a	3.49±0.055 ^a

Los datos son promedio de 3 repeticiones ($p < 0,05$).

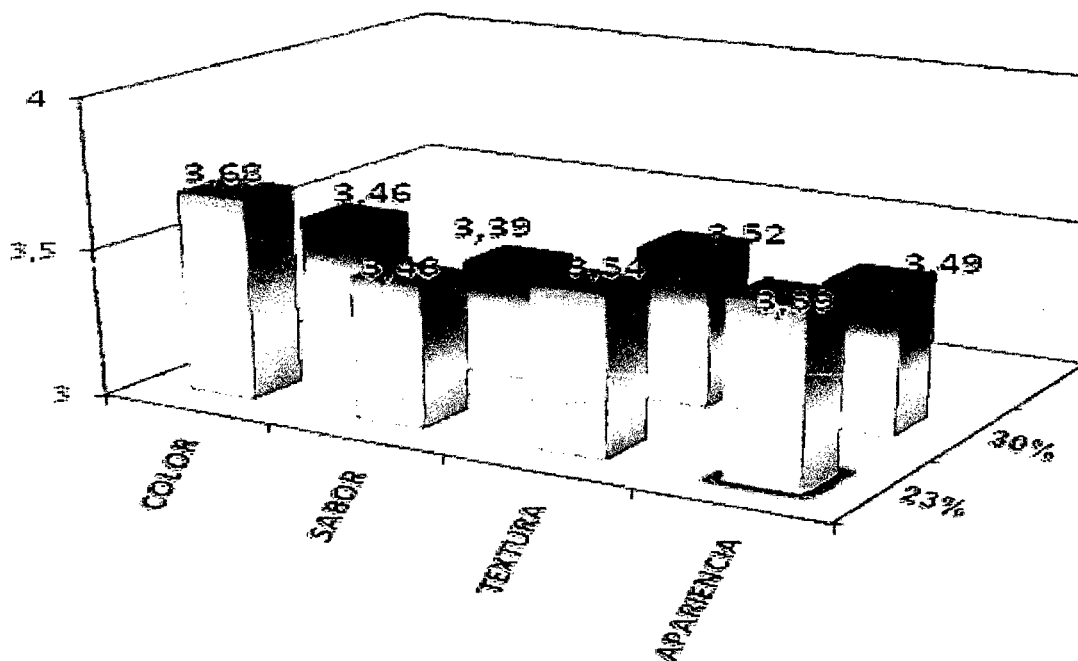


Figura 10. Análisis sensorial para los porcentajes de huevo.

En el cuadro 13 y figura 10 se señalan los rangos medidos para cada uno de los parámetros evaluados en la evaluación sensorial con respecto al porcentaje de huevo, observándose que existe diferencia significativa en el atributo color y en los demás atributos estudiados no existe diferencia significativa entre la aceptabilidad de las características organolépticas de las rosquillas con un $p < 0.05$. Basándonos en la comparación de medias se puede afirmar que el 23% de huevo fue la que obtuvo un mayor calificativo en cuanto a las características sensoriales que el de 30%, esto en cuanto al porcentaje de huevo, en otro producto como el pan se han utilizado 18 % de huevo según ROJAS (1991) Color Atractivo: debido a la lecitina actúa como emulsificantes.

De las pruebas preliminares de formulación de las rosquillas, se seleccionó la receta que obtuvo mayor preferencia y mejores características

sensoriales. Posteriormente se evaluó el tiempo de precocción y horneado adecuado para la rosquillas.

4.2.2. En la precocción

En el cuadro 14 se presenta los resultados de la pruebas de precocción de las rosquillas, en el cual podemos apreciar que en un tiempo de 3 minutos las rosquillas empiezan a flotar y a aumentar de volumen. También se tuvo en cuenta la textura de las rosquillas precocidas, como un aspecto secundario.

Cuadro 14. Determinación del tiempo de precocción de las rosquillas de almidón de yuca.

Tiempo (min)	Características
1	No flota
2	No flota
3	Flota

Estos valores representan promedios de tres repeticiones para cada análisis.

Según BILIADERIS, (1992) los gránulos pierden su cristalinidad, absorben gran cantidad de agua, provocando el hinchamiento y un aumento en su volumen. En la cocción las proteínas presentes se desnaturalizan total o parcialmente, el almidón se gelatiniza, la amilosa emigra de los gránulos de almidón y estos pierden su estructura cristalina hidratándose.

CABELLOS *et al.* (2004), indica que en el proceso de precocción se producen diversos efectos sobre las masas. Se aumenta la digestibilidad de los ingredientes, se modifican los caracteres organolépticos y se incrementa su

estabilidad y durabilidad al eliminarse los microorganismos; por otro lado BELITZ (1988), menciona que el aparente hinchamiento y gelatinización de los gránulos de almidón que ocurre por encima de 50 °C, favorece la fijación de los lípidos.

MORGAN (1970), menciona que los gránulos de almidón suelen hincharse progresivamente y los polímeros mas cortos se disuelven cuando se calienta en agua a 60°C aproximadamente y a temperaturas mas altas los gránulos se gelatinizan y pierden su poder de birrefringencia, se desintegra y forma una pasta según el origen y concentración del almidón. El rompimiento de la estructura del almidón por calentamiento en agua se asume en tres etapas. En la primera, se produce una absorción de agua en forma lenta y reversible a la vez que se produce un ligero hinchamiento de los gránulos, la viscosidad de la suspensión no aumenta notoriamente y el granulo retiene su apariencia y birrefringencia. La segunda etapa se basa en el hinchamiento notorio del gránulo incrementándose rápidamente la viscosidad de la suspensión, los gránulos se alteran, varían en su aspecto interno y pierden su estructura y birrefringencia. Durante la tercera etapa de hinchamiento, los gránulos se transforman en sacos deformados.

4.2.3. En el horneado

4.2.3.1. Evaluación sensorial

El análisis sensorial del tiempo de horneado de las rosquillas se realizó después de obtener la mejor dosificación, los atributos evaluados fueron: textura color y sabor.

4.2.3.1.1. Atributo textura

La evaluación del atributo textura se realizó utilizando la ficha Anexo XII y los resultados se presentan a continuación.

Cuadro 15. Resultados de la evaluación sensorial del atributo textura de las rosquillas.

Tiempo	Textura	Calificativo	Sig. (P < 0,05)
30	3,44	Ni agrada ni desagrada	*
35	4,87	Muy agradable	*
40	4,22	Agradable	*

Los datos son promedio de 3 repeticiones (p<0,05).

La evaluación de la textura se realizó una escala a 5 puntos, los resultados se presenta en el cuadro 15 y anexo XII.

Las rosquillas sometidas a diferentes tiempos de horneado se tuvieron calificativos que indican que existe diferencia estadística; se puede apreciar que también existe diferencia estadística teniendo el tiempo de 30 minutos un menor calificativo “ni agrada ni desagrada” 3,44, en cuanto al tiempo de horneado de 35 minutos las rosquillas tiene una textura 4,87 teniendo un calificativo “muy agradable” y el de 40 minutos de horneado obtuvo un puntaje de 4,22. FELLOWS (1994), dice que al momento del horneado las superficies se secan y la textura se hace crujiente y dura, formándose una

costra por coagulación, degradación y pirolisis parcial de las proteínas, menciona también que en los cereales y derivados la textura características de la corteza se produce la gelatinización, deshidratación y cambios en la textura granular del almidón. Según BADUI (1994), esto puede deberse a que las propiedades reológicas como la textura, reacciones químicas, enzimáticas dependen de la actividad acuosa. DESROSIER (1963), indica que el calentamiento degrada constituye el sabor y textura del alimento. Así mismo, FENNEMA (1993), aduce que la actividad del agua está relacionada con la textura de los alimentos.

4.2.3.1.2. Atributo color

La evaluación del atributo color se realizó utilizando la ficha Anexo XIII y los resultados se presentan a continuación en el cuadro 16.

Cuadro 16. Resultados de la evaluación sensorial del atributo color de las rosquillas.

Tiempo	Color	Calificativo	Sig. (P < 0,05)
30	3,44	Ni agrada ni desagrada	*
			*
35	4,64	Muy agradable	
40	4,0	Agradable	*

Los datos son promedio de 3 repeticiones (p<0,05).

Los resultados con respecto al atributo color en el horneado de las rosquillas se presentan en el cuadro 16, de esos resultados analizados estadísticamente se encontró que existe diferencia significativa entre los tiempos de horneados determinando que el menor puntaje correspondió al tiempo de 30 minutos con 3,44, por el contrario para el tiempo de 40 minutos se obtuvo un puntaje de 4, por lo que el mejor color se dio a un tiempo de horneado de 35 minutos.

Los calificativos obtenidos fueron desde “ni agrada ni desagrada, muy agradable, agradable” que es sólo en el tiempo de 35 minutos de horneado de las rosquillas dio “muy agradable” en otros productos como la galleta según IPIALES (2003), determinaron experimentalmente el tiempo de horneado por observaciones hasta que las galletas adquieran color característico de la corteza.

En este caso el tiempo para todos sus tratamientos se encuentran en un rango de 6-10 minutos con temperatura de 200°C. FELLOWS (1994) menciona que el color marrón dorado característico de los productos horneados se debe a la reacción de Maillard.

4.2.3.1.3. Atributo sabor

La evaluación del atributo sabor se realizó utilizando la ficha Anexo XI y los resultados se presentan a continuación.

Cuadro 17. Resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor de las rosquillas.

Tiempo	Sabor	Calificativo	Sig. (P < 0,05)
30	3,44	Ni agrada ni desagrada	*
35	4,82	Muy agradable	*
40	3,82	Agradable	*

Los datos son promedio de 3 repeticiones (p<0,05).

En el cuadro 17 y anexo XI se presenta los resultados de la evaluación sensorial del tiempo de horneado de las rosquillas, realizando la evaluación sensorial a 30 minutos se puede indicar que las rosquillas horneadas a ese tiempo presentó un valor de 3,44 que corresponde a una escala de evaluación de “ni agrada ni desagrada” mientras que las rosquillas horneadas a un tiempo de 35 minutos tuvo un calificativo de 4,82 que corresponde a “muy agradable” y en cuanto a las rosquillas que estuvieron 40 minutos de horneado obtuvo un calificativo de 3,82, por lo que se puede determinar que el mejor tiempo de horneado evaluado por los panelista es de 25 minutos. En otro producto como el pan HENAO *et al.* (2009), determinó que el tiempo y temperatura fue de 30 minutos de cocción (en horno a 240 °C, 20 min y 280 °C, 10min), con el fin de optimizar la formulación del panificado.

CABELLOS *et al.* (2004), indica que principalmente en el horneado, se utilizan tratamientos térmicos con temperaturas generalmente superiores a 200 °C durante periodos superiores a 15 minutos. La parte externa

de los productos alcanza temperaturas superiores a los 100 °C, pero en el interior, el proceso de evaporación del agua refrigera el producto, no alcanzándose temperaturas superiores a 100 °C. Estas temperaturas son suficientes para la inactivación de las formas vegetativas de la mayoría de los microorganismos.

FELLOWS (1994), indica que el objetivo del horneado consiste en alterar las características organolépticas de los alimentos con el objetivo de mejorar su palatabilidad y de ampliar la variedad de sabores, color y texturas de la dieta. El horneo destruye las enzimas y microorganismos, reduciendo también, en cierto grado, la actividad de agua de los alimentos. Por todo ello, el alimento es más aceptable para el consumidor. Como los procesos térmicos, destruye bacterias, toxinas y ciertos enzimas, además de disminuir la humedad relativa del alimento (POKORNY, 1999; VARELA, 1994).

4.2.4. En el envasado al vacío

Se realizó en dos tipos de empaque (polietileno y polipropileno) tomando en cuenta las diferentes presiones (200, 250, 300 mbares) al cual fueron sometidas las rosquillas. Los resultados obtenidos fueron después de 30 días de almacenamiento.

4.2.4.1. En el empaque

Cuadro 18. Resultados de la evaluación sensorial del mejor empaque para el envasado de las rosquillas.

Empaque	Textura	Calificativo	Sabor	Calificativo	Sig. (P < 0.05)
Polietileno	2,93	Muy duro	2,77	bueno	*
polipropileno	4,07	Crujiente	4,27	Muy bueno	*

En el cuadro 18 se reporta los valores promedios de los 15 panelistas asignados que existe diferencia significativa en los dos tipos de empaque y con lo que respecta a la textura y sabor de las rosquillas envasadas en estos, los resultado obtenidos después de 30 días de almacenamiento se puede ver que el valor promedio obtenido del empaque polietileno como influye en cuanto a la textura y sabor de las rosquillas según la calificación de los panelistas fueron 2,93 y 2,77, equivalente según calificativo de los dos atributos (muy duro y bueno) entonces se puede decir que los resultados obtenidos de textura y sabor en cuanto al polietileno es debido a que este empaque tiene una intensidad de transmisión de oxígeno de 3000 a 3700 (cm³m⁻².día.atm) y su intensidad de transmisión de agua es de 12 (g/m².día) es una semibarrera y también se puede decir que al envasar al vacío a diferentes presiones en polietileno tiende a producir roturas en las puntas y además es propenso a producir punciones lo cual se puede afirmar

que el endurecimiento es debido al paso rápido de humedad y al aumento de peso lo cual hace que pierda la textura crocante como también el sabor es debido a la acción del oxígeno en la cual a tenido mayor contacto, por lo tanto JETRO (2007), dice que al utilizar un material de barrera como el polietileno, previene la alteración de la calidad por el contenido de agua, pero tiende a ser muy débil al someterlo a la presión de vacío teniendo en cuenta que el vacío daña el producto por la presión atmosférica, debe prestarse suficiente atención en la selección del material de empaque. Y por consiguiente el polietileno no es el adecuado para envasar al vacío las rosquillas.

En cuanto al envasado de rosquillas en polipropileno obtuvieron un promedio de (4,07 y 4,27), en cuanto a su textura y sabor ya que este empaque es resistente al envasado a vacío a diferentes presiones, lo afirma MENESES *et al.* (1994), que los polipropileno tiene mayores rangos de barrera frente al vapor de agua que el polietileno, también proporciona una mayor barrera a los gases -siete a diez veces-, teniendo además una excelente resistencia a las grasas. Además el polipropileno, es más rígido, fuerte y luminoso que el polietileno, tiene baja permeabilidad al vapor de agua, es estable a alta temperatura, buena barrera a las grasas, humedad y aromas, buena sellabilidad, y la película es orientada monoaxial, obiaxialmente, lo que incrementa la resistencia a la tensión y a la abrasión.

ESPINOZA *et al.* (2003), indica que el deterioro de los alimentos es debido al aumento de su humedad como es el caso de los alimentos secos que se endurecen o aglomeran con el aumento de

humedad cómo las galletas o snacks que pierden la crocancia, el sabor y el color como también efectos indeseables como el crecimiento de microorganismos. PRIMO (1997), indica que la acción del oxígeno atmosférico sobre las cadenas alifáticas poliinsaturadas de ácidos grasos y glicéridos, da lugar al sabor y olor típico fuertes y desagradables y a la formación de compuestos nocivos.

Además el polipropileno su calificativo de sus dos atributos está entre (crujiente y muy bueno). Esto significa que la mayor preferencia de los panelistas fue en las rosquillas empacadas en el empaque polipropileno. ÁLVAREZ (2006), menciona que la permeabilidad del empaque no es la misma cuando el empaque ha sido previamente manipulado ya sea arrugado o rayado, ya que esta aumenta permitiendo mayor ganancia de humedad y reduciendo el tiempo en percha del alimento en un 80%. La cantidad de volumen a empacar dentro de un empaque secundario tiene una influencia directa con el tiempo de vida útil, quedando demostrado que mientras mayor es el área de contacto del producto empacado dentro de un empaque secundario menor es la transferencia de vapor de agua a través de la película plástica; por lo tanto mayor será el tiempo de vida útil del producto.

4.2.4.2. En la presión

Cuadro 19. Resultados de la mejor presión de peso para rosquillas de almidón de yuca.

Presión	Textura	Calificativo	Sabor	Calificativo
200	3,72 ^a	crujiente	3,64 ^a	Muy bueno
250	3,81 ^{ab}	crujiente	3,82 ^{ab}	Muy bueno
300	2,98 ^b	Muy duro	3,11 ^b	Bueno

En el cuadro 19 se puede observar que existe diferencia significativa en las presiones de 250 y 300 mbar en cuanto a su textura se obtuvo un promedio calificativo (3,81 y 2,98) en la escala hedónica es (crujiente y muy duro), mientras que en la presión de 200 y 250 mbar, no existe diferencia significativa en la textura en tanto OLVERA (2006), menciona que durante el almacenamiento los bocaditos de maíz envasados en materiales flexibles van perdiendo su crujido debido a la ganancia de humedad del producto hasta un límite, a partir del cual el producto es rechazado por el consumidor por su textura dura.

En cuanto al sabor al sabor de las rosquillas existe diferencia significativa entre la presión de 250 a 300 mbar ya que obtuvieron como resultado calificativo de los panelistas (3,82 y 3,11), en tanto las presión de 200 y 250 mbar no existe diferencia entre los dos.

Se puede determinar que la mejor presión elegida por los panelistas en cuanto a los atributos de textura y sabor es la presión de 250 mbar ya que en esta presión se mantiene la textura (crujiente) y el sabor (muy bueno). ÁLVAREZ (2006), dice que el tiempo de vida útil de cada producto difiere debido al diferencial de presión que existe entre el ambiente circundante del empaque y la presión interna del alimento dentro del mismo, hasta su punto de Humedad crítica en el cual se ven afectados sus características organolépticas tal como se demostró en la evaluación sensorial, pruebas microbiológicas y físico-químicas.

4.3. De las pruebas finales de las rosquillas de almidón de yuca

Del análisis estadístico de la prueba sensorial se escogió el tratamiento que presento la mayor puntuación en la escala. Este tratamiento se proceso con los parámetros encontrados y se realizo su análisis fisicoquímico y químico proximal como se presenta en el Flujograma definitivo de la figura 13.

4.3.1. Descripción de las operaciones para el proceso de elaboración de las rosquillas de almidón de yuca

4.3.1.1. Recepcion

Se realizó con la finalidad de verificar el buen estado tanto de la materia prima como de los insumos y se almacenaron hasta el momento de empezar el proceso. a si mismo CABELLOS *et al.* (2004), indica que la

recepción de materias primas es una etapa determinante para la consecución de productos de calidad, no sólo desde un punto de vista comercial sino también higiénico sanitario.

4.3.1.2. Pesado

Se efectuó con la finalidad de establecer una formulación balanceada para el proceso. Es necesario realizar un pesado correcto de las materia prima e insumos según la formulación para su elaboración se peso todos los ingredientes para ello se utilizó balanza comercial decagramo tipo reloj.

4.3.1.3. Mezclado

El proceso consiste en mezclar y distribuir por 10 minutos el almidón de yuca con los siguientes ingredientes:

Sal: se agregó el 1% sobre el peso del almidón de yuca y se mezcló paulatinamente, se usó con la finalidad de potenciar el sabor y para que la masa sea más fácil de trabajar sin que se vuelva pegajosa, en tanto MANLEY (1989), menciona que la sal se utiliza en casi todas las recetas por su sabor. Su concentración más eficaz se sitúan alrededor de 1 – 1,5% del peso de la harina, pero a niveles superiores a 2,5% se hace desagradable. En la masas con mucho desarrollo de gluten, tipo cracker y semidulces, la sal endurece al gluten y produce masa menos adherente

BELITZ, (1988) indica que la adición de sal a la masa es de aproximadamente 1,5% el cual aumenta la estabilidad de la masa se da por supuesto que esto se debe a que los iones contrarrestan la repulsión de las

moléculas de proteína cargadas de gluten que tienen la misma carga; lo cual permite una aproximación suficientemente íntima de una molécula con otra, de tal modo que pueden ocurrir interacciones hidrofóbicas o hidrofílicas.

Manteca de cerdo: se mezcló 20% de manteca con el almidón de yuca con la finalidad dar a la masa estructura y volumen al producto, mejorando las características de la masa; así mismo para QUAGLIA (1994) el empleo de las grasas es como mejorante de las características de la masa y como conservante. Cuando el almidón se mezcla con agua y se calienta, la amilosa se disuelve poco a poco, con el enfriamiento forma un gel, la larga cadena de los ácidos grasos de los lípidos añadidos como emulsionantes se fija en la hélice de la amilosa, retardando por consiguiente el proceso de retrogradación del almidón. La formación de estos complejos (lartratos) explica el efecto de retardante de los lípidos sobre el endurecimiento y la mejora de las características de la masa.

O'BRIEN (1998), menciona que una función importante de las grasas es de proveer lubricación para prevenir que las partículas de gluten se adhieran unas a otras también afecta la retención de humedad de los productos.

Huevo: se agregó 23% a la masa para hacerla más suave y húmeda. PYLER (1988), manifiesta que los huevos proporcionan varias características a los productos tales como formación de estructura, humedad y a la vez actúan como suavizantes. La formación de la estructura es debida a la albúmina.

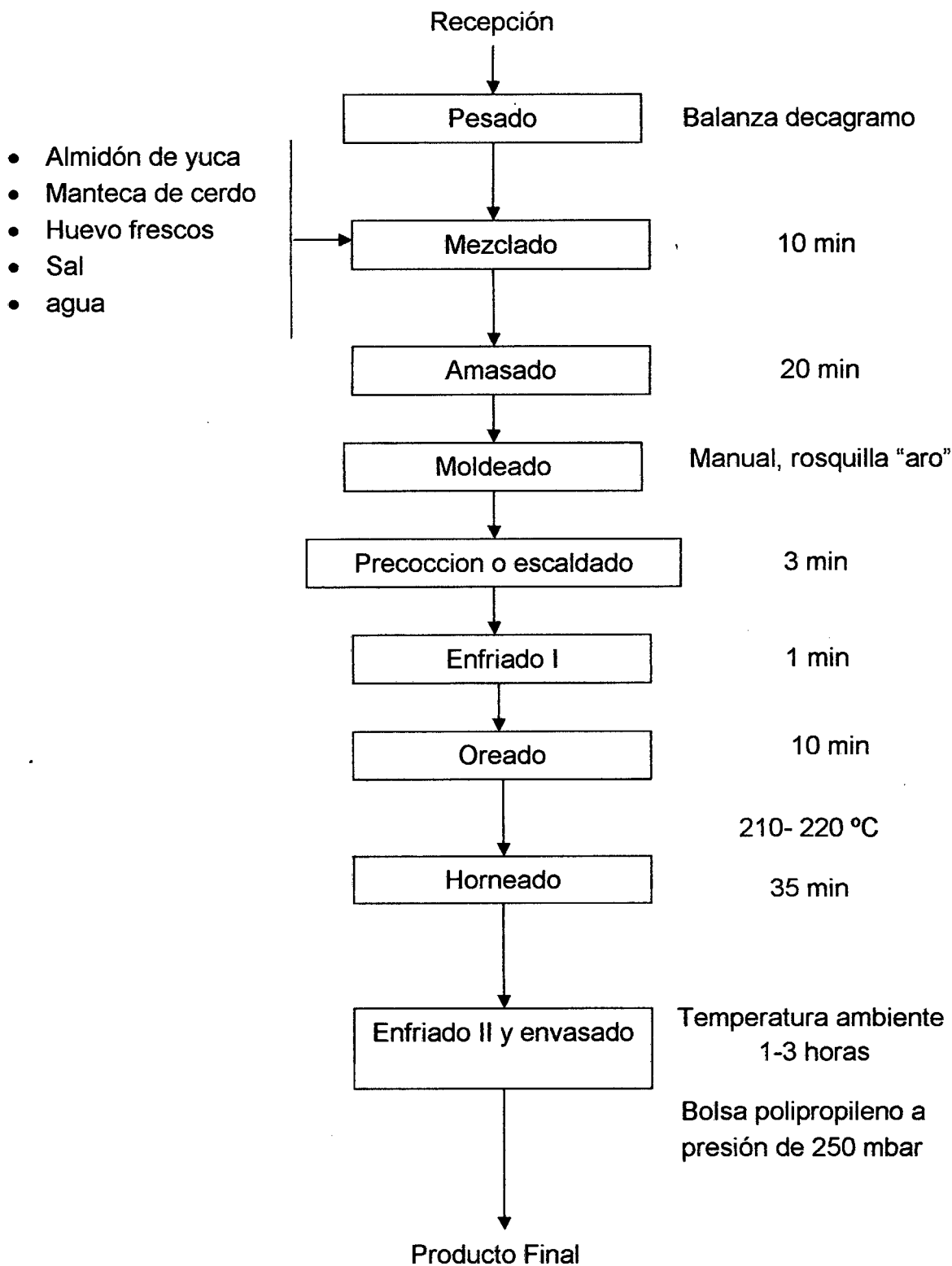


Figura 11. Flujograma definitivo para el proceso de elaboración de rosquillas de Almidón de yuca.

También son utilizados para espesar y dar riqueza a las mezclas al enlazar los ingredientes y GRANSETH (1981) dice que los huevos frescos son utilizados como humectantes y las yemas proporcionan color. Así mismo MATZ (1993), menciona que dentro de las propiedades físicas de mayor importancia de los huevos en la fabricación de productos de panadería se encuentra la capacidad de actuar como emulsificantes formar espuma y participar en la coagulación hacia un gel al aplicarles calor; por lo que tienen adecuadas propiedades espesantes y de unión.

Agua: se agrego un 15% con respecto al peso del almidón para poder disolver todos los ingredientes sólidos y facilitar la incorporación. Para QUAGLIA (1994) el agua es uno de los ingredientes fundamentales en la elaboración de productos horneados. El agua que se emplea en la industria de los productos horneados y en particular en la formación de la masa debe ser potable Kent-jones mencionado por CASTRO (1992), considera que la elaboración de la masa es imposible sin la participación de agua potable, es decir, sirve para preparar la masa, dependiendo de la cantidad a utilizar, la absorción de la harina, así como la clase de agua que se emplea. Básicamente el agua en panificación es necesaria para el desarrollo del gluten y permite la hidratación del almidón.

4.3.1.4. Amasado

Se realizó con la masa ya debidamente mezclada homogéneamente. Esta operación se realiza en forma manual con el

propósito de lograr la dispersión uniforme de todos ingredientes por un tiempo promedio de 20 min, hasta observar que la masa del almidón pierda gradualmente su apariencia húmeda y pegajosa y adquiera un aspecto mas moldeable, suave y bien pulida.

4.3.1.5. Moldeado

Se realizó manualmente sobre la mesa de labranza y el moldeado formando una cinta de aproximadamente 10 cm, lo cual se une a los extremos, formando una rosca. Para efectos de uniformidad se pesaron 30 g de masa para formar la rosca.

4.3.1.6. Precocción y Escaldado

Se coloca las rosquillas moldeadas en una olla de acero inoxidable con agua a temperatura de ebullición por un espacio de 3 minutos, donde se observa que las rosquillas flotan en el agua en ebullición esto se debe a que el almidón y el huevo tienden a gelificarse a temperaturas altas. Esta operación se realizó con la finalidad de aumentar el volumen de las rosquillas, darle resistencia y sea difícil de quebrarse, y para facilitar el horneado. (MATZ, 1993) El almidón al ser calentado con suficiente agua, se gelatiniza formando soluciones viscosas o gel rígidas y al enfriarse se vuelve más viscoso, razón por la cual que se utiliza en la manufactura de alimentos.

4.3.1.7. Enfriado I

Se realiza inmediatamente después de la precocción y escaldado se coloca las rosquillas con una espumadera en agua fría por 1 minuto con la finalidad de que la parte externa gelificada de las rosquillas tiendan a coagularse por el frío y sea liza y así facilitar el oreado y las rosquillas no tiendan a deformarse su estructura y pegarse unas a otras.

4.3.1.8. Oreado

Se colocó en un recipiente para eliminar el agua superficial y luego colocarlas en bandejas de aluminio formando 8 filas y 6 columnas. Para su horneado respectivo.

4.3.1.9. Horneado

Consiste en el cocimiento de la parte interna de las rosquillas provocando la inactivación de los microorganismos y de las enzimas presentes, se realiza a una temperatura de 210 -220°C por un periodo de 35 minutos. Estas condiciones pueden variar, dependiendo del tipo de horno, la calidad de aislamiento y la cantidad de producto que se procese. En hornos de barro el tiempo de cocción es mayor a 35 min ya dependerá a que temperatura se encuentra.

El resultado de este proceso se logra el mejor volumen el cambio de color de las rosquillas y la evaporación casi total del agua de la masa y por consiguiente el cambio de textura.

Las rosquillas toman un color crema, similar al que generalmente toman los productos horneados, para SERNA (1996), este cambio puede ser resultado de reacción de tipo Maillard, por la presencia de proteínas proporcionadas por el huevo y la manteca de cerdo.

El cambio textura de suave a crocante se debe principalmente a evaporarse casi total el agua dentro de la rosquilla. Así se verifica en el peso cuando sale del horno, donde de 30g se reduce a 12g en promedio.

4.3.1.10. Enfriado II y envasado

Se realizó a temperatura ambiente por un espacio de 1 a 3 horas, en la cual se procede a envasar las rosquillas para sus posteriores evaluaciones y análisis respectivos.

Además en el punto de enfriamiento la humedad del interior de la rosquilla sigue evaporándose durante algún tiempo después de haber salido del horno, SERNA (1996), manifiesta que es similar a lo que sucede con el horneado del pan, donde la costra se rehidrata con el vapor del interior del pan. Por esta razón el envasado se hace después de aproximadamente tres horas cuando las rosquillas están completamente frías. Para evitar la condensación de agua en los envases y la consiguiente rehidratación de las rosquillas y cambio de textura, que da como resultado un producto de baja calidad.

4.3.2. Evaluación fisicoquímico

En lo que respecta a los análisis fisicoquímicos efectuados a las rosquillas elaboradas con todos los parámetros encontrados 20% de manteca de cerdo y 23 % de huevo. Se muestra en el cuadro 20.

Cuadro 20. Resultados de la composición fisicoquímico de las rosquillas.

Componente	Cantidad
pH	5,3
Acidez titulable, expresado en acido oleico (%)	0,09
Densidad (g/cm ³)	0,45

Estos valores representan promedios de tres repeticiones para cada análisis.

Según el cuadro 20 en cuanto al pH se puede observar que tuvo un 5,3% en otros productos horneados similares según CALERO *et al.* (2004), en su estudio de la concentración de leudantes químicos en la fabricación de galleta estándar encontró que el pH de la galleta es de 5,6 este valor se ubica dentro del rango considerado como normal pues se encuentra entre 5,5- 9,5 según requisitos para galletas comunes. GARCÍA y PACHECO (2007), menciona el valor de pH de las galletas elaboradas con una harina compuesta de 12% de harina de arracacha y 88% de harina de trigo fue de 4,98 no presentó diferencias significativas con respecto al pH promedio de las galletas formuladas con 100% de harina de trigo (4,96).

En el cuadro 20 también observamos que el valor obtenido de la acidez de la rosquilla es de 0,09%.

En cuanto a la densidad, el valor encontrado en las rosquillas es de 0,45 (g/cm³) lo cual se puede decir que la densidad del agua utilizada como solvente es mayor, sin embargo esto puede ser explicado por ESPINOZA (2003), que si el producto flota es porque su densidad es menor que la densidad de la solución, la velocidad de inmersión también indica la diferencia relativa entre las densidades de la muestra y la solvente.

4.3.3. Evaluación químico proximal

En el cuadro 21 se presentan los resultados del análisis químico proximal de las rosquillas de almidón de yuca. Podemos observar que las rosquillas es un producto que tiene gran aporte de carbohidratos.

Cuadro 21. Resultados de la composición químico proximal de las rosquillas.

Componentes	Cantidad (%)
Humedad	3,84
Proteína (N x 6.25)	3,02
Grasa	16,3
Fibra total	0,39
Ceniza	6,92
Carbohidratos (por diferencia)	69,53

Estos valores representan promedios de tres repeticiones para cada análisis.

Según el cuadro 21 los resultados del contenido de humedad de las rosquillas de almidón de yuca fue 3,82%, manteniéndose estos resultados

dentro de los límites de INDECOPI (Norma 209.226. 1984), indica que los valores de humedad para los bocaditos se encuentran entre 3 a 6 %.

En otros productos horneados CALERO *et al.* (2004) estudiaron la concentración de leudantes químicos en la fabricación de galleta estándar el cual obtuvieron resultados en cuanto a la Humedad promedio de las galletas es de 3,4%, y manifestaron que este valor es común en productos secos y están dentro del requerimiento de la norma técnica ecuatoriana.

GARCÍA y PACHECO (2007) manifiesta que en encontró que el contenido de humedad promedio en la galleta fue de 3,10 y 3,09, mientras que OLVERA (2006), determinó el contenido de humedad de diferentes productos horneados como (cachito, tostito y cereal) cada uno de estos productos, obtuvo de porcentaje de humedad 2,098; 3,079 y 3,206%, respectivamente por lo cual se puede decir que las rosquillas de almidón por ser un producto horneado se encuentra dentro de estos valores.

El contenido de proteína fue 3,02% en las rosquillas de yuca debido al porcentaje de huevo agregado a la masa; mientras que OLVERA (2006), menciona que en otros productos como los bollos el aporte protéico es 1,7- 2,2 es principalmente del huevo y de la harina de trigo.

Con respecto al contenido de grasa, fue de 16,3%. MALDONA *et al.* (2000), en su estudio de elaboración de galleta con una mezcla de harina de trigo y de plátano verde reportó que el contenido de grasa de este producto fue de 13,23%.

Con respecto al contenido de fibra cruda fue de 0.39% respectivamente tomando en cuenta que los ingredientes de este producto son bajos en contenido de fibra.

En cuanto al contenido de cenizas el resultado que se reporta es de 6,92% mientras que INDECOPI (1974), indica que los valores de ceniza para bocaditos tiene un mínimo de 4,0%.

En cuanto al contenido de carbohidratos fue de 69,59%, GARCÍA y PACHECO (2007), en su evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha (*arracacia xanthorrhiza*) reportó 64.28% de carbohidratos.

4.3. De las pruebas finales en el almacenamiento

4.3.1. Evaluación microbiológica

Se realizó los análisis de numeración de mesófilos aerobios viables y la numeración de mohos y levaduras. Los resultados se presentan desde 0, 10, 20, 30, días de almacenado a presión de 250 mbar en cámara oscura y al sol las rosquillas, a continuación se muestra en el cuadro 22.

Cuadro 22: Análisis microbiológico de las rosquillas de almidón de yuca (*Manihot esculenta crantz*) durante el almacenamiento.

Índice microbiológico	0 días		10 días		20 días		30 días	
	Cámara oscura	Reflejo de sol	Cámara oscura	Reflejo de sol	Cámara oscura	Reflejo de sol	Cámara oscura	Reflejo de sol
Numeración de mesófilos aerobios viables	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	1×10^3 / g.	2×10^3 / g.	6×10^3 / g.	9×10^3 / g.
Numeración de mohos y levaduras	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	2×10^3 / g.

Las pruebas del análisis microbiológico de las rosquillas que se muestran en el cuadro 22, se realizaron cada 10 días. Con respecto a la numeración de mesófilos aerobios viables a entre los 0 días en cámara oscura y al reflejo del sol se tuvo ausencia total, a los 10 días los resultaron fueron iguales, pero a 20 días los resultados de cámara oscura fue de 1×10^3 / g y al sol fue 2×10^3 / g y por último a 30 días en cámara oscura el resultado fue de 6×10^3 / g y al reflejo del sol 9×10^3 / g, como se puede observar a medida que pasa el tiempo la cantidad va aumentando, según MOSSEL y MORENO (1982), mencionan que una numeración de microorganismos aerobios viables, refleja la calidad sanitaria de los productos analizados. Tasas superiores a 10^9 - 10^7 ufc/g suelen ser indicios de descomposición, lo que nos indicaría que las rosquillas evaluadas se encuentran en buenas condiciones.

Los resultados de la numeración de mohos y levaduras de las rosquillas presentados en el cuadro 22, en los 0, 10 y 20 días, indica ausencia

de mohos y levaduras tanto en cámara oscura y al reflejo del sol, si embargo a los 30 días presento un recuento de 2×10^3 / g en cámara oscura y 4×10^3 al reflejo del sol, al respecto, KOTULA y PANDYA (1985), menciona que el empaque es una barrera física con la que cuenta el producto para no contaminarse con los microorganismos en el ambiente.

4.3.2. Rancidez

Se realizó el índice peróxidos para determinar en qué tiempo el producto se rancio. Los resultados se presentan desde 0, 10, 20, 30, días de almacenado en cámara oscura y al reflejo del sol las rosquillas, a continuación se muestra en el cuadro 23.

Cuadro 23. Resultados del índice de peróxido de las rosquillas.

Días de almacenamiento	Cámara oscura. (meq/kg)	Reflejo del sol (meq/kg)
0	0	0
10	0,695	0,75224933
20	1,213	5,01424983
30	2,544	7,22039091

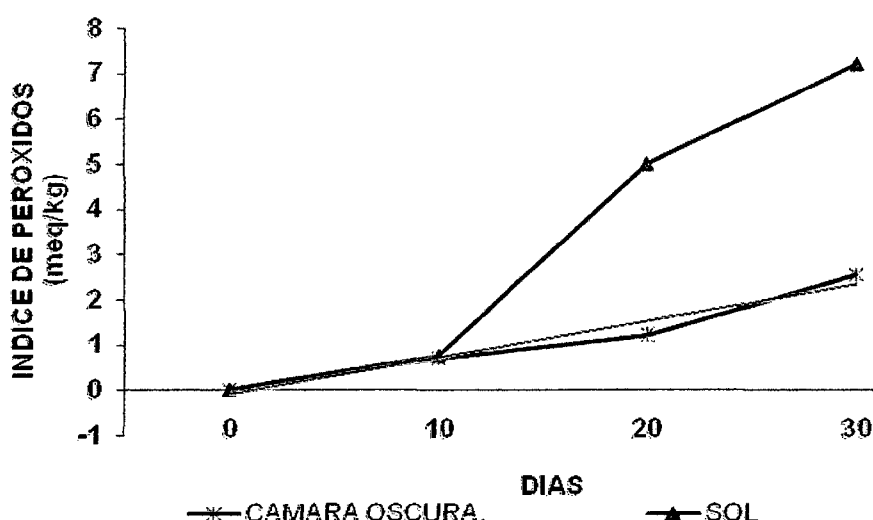


Figura 12. Índice de peróxidos de las rosquillas de almidón de yuca.

En el cuadro 23 y figura 12 se presenta los resultados realizados a cero días se puede indicar que las rosquillas sometidas a cámara oscura y al sol no contienen peróxidos pero transcurrido los días de almacenamiento de 10, 20 y 30 días va aumentando en (2.544 en cámara oscura y 7,22 al reflejo del sol). Según INDECOPI (1984), los valores de índice de peróxidos máximos en bocaditos son 5 meq/kg, lo cual las rosquillas en cámara oscura se encuentra en los límites permitidos, mientras que al reflejo del sol se encuentra fuera de rango debido a que este producto contiene 16,3% de grasa lo cual hace que a cámara oscura va aumentando una mínima cantidad; mientras que al exponerlo al sol aumenta debido a que la temperatura y la presión del ambiente acelera la oxidación de los lípidos.

CRAVERO (2006), reporta que el deterioro oxidativo de grasas o autooxidación se da por algunos factores como exposición a temperaturas, aire y luz originando compuestos químicos como peróxidos y malonaldehído (MDA) que producen cambios perjudiciales en el alimento (pérdida del valor nutritivo,

desarrollo de sabores u olores extraños). Los peróxidos son producidos por el ataque del oxígeno sobre algunos componentes de los alimentos generando radicales libres que destruyen vitaminas liposolubles y reaccionan con uniones sulfhidrilo de las proteínas, reduciendo así el contenido de aminoácidos azufrados.

PRIMO (1997), menciona que la luz y el calor favorece la oxidación, el grado de enranceamiento puede determinarse organolépticamente apreciando el sabor y aroma rancios sin embargo el empleo de catadores siempre tiene un índice de subjetividad y se buscan métodos objetivos basados en la determinación química. El cual el método organoléptico tiene dificultad, ya que al rancearse un producto con alto contenido de grasa tiene dos fases, la cual la primera se produce peróxidos que no dan sabor rancio, en la segunda se producen peróxidos y además se forman aldehídos, cetonas y otros compuestos que contribuyen al sabor y olor desagradable. Los peróxidos provenientes de grasas oxidadas.

MADRID *et al.* (2003), menciona que existen otros métodos como el de activación de oxígeno basado en el seguimiento de la evolución del índice de peróxidos en una muestra a temperatura próxima a 100°C y sometida al paso de una corriente de aire además sea considerado como el periodo necesario para que la grasa llegue a tener un índice de peróxido de 100meq/kg.

Según este autor dice que muchos autores prefieren hacer la comparación del tiempo necesario para llegar a 20 meq/kg valor para el que ya se percibe la rancidez de los productos de panadería, bollería y pastelería y los

problemas más graves que se plantean cuando se envasan con aire y cuando se expenden sin envasar: oxidación y enranceamiento de los componentes grasos, deformación del envase (disolución del CO_2 en el agua que contiene el envase) esto origina sabores anormales.

V. CONCLUSIONES

El desarrollo del presente trabajo de investigación, permitió establecer las siguientes conclusiones:

1. Los parámetros óptimos para la elaboración de la rosquilla de almidón de yuca fueron: En la dosificación fue de 20% de manteca de cerdo y 23% de huevo, calificado por los panelistas mediante los atributos propuestos. La precocción de las rosquillas fue de 3 minutos a temperatura de ebullición. El horneado fue de 210 -220 °C/ 35 minutos. El mejor empaque es el polipropileno envasado a vacío a 250 mbar.

2. Las características químico proximal del almidón de yuca fue de 11,56% de humedad, 0,35% de proteína, 0,21% de grasa, 0,58% de fibra total, 0,16% de ceniza y 87,14% de carbohidratos.

3. La composición química de las rosquillas de almidón de yuca fue de 3,84% de humedad, 3,02% de proteína, 16,3% de grasa, 0,39% de fibra total, 6,92% de ceniza y 69,53% de carbohidratos; las mismas que tuvo un pH de 5,3%, 0,09% de acidez titulable expresado en ácido oleico y 0,45 g/cm³ de densidad.

4. Se determinó el análisis sensorial de las rosquillas de almidón de yuca después de 30 días de almacenamiento despejado estadísticamente con la prueba de TUKEY ($p < 0,05$) con los atributos color, sabor y apariencia general. No se detectó rancidez alguna, se reportó 2,54 de índice de peróxido almacenado en cámara oscura. El análisis microbiológico se reportó ausencia de mohos y levaduras; mientras que los microorganismos aerobios viables (MAV), se encontró 6×10^3 /g, valor permisible para el consumo humano.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de vida en anaquel analizando la cinética de rancidez utilizando otros métodos vigentes.
- Realizar estudios para extender la vida útil, disminuyendo la velocidad de oxidación con el uso de antioxidantes.
- Realizar estudios de modificación de almidón nativo para fines de diversificación de productos a base de almidón modificado.
- Promover la producción a gran escala y la comercialización de las rosquillas de almidón de yuca y a la búsqueda de mercados tanto nacionales como del exterior.

ABSTRACT

The present research was developed in the of the bakery and laboratories of: Food analysis, Sensorial analysis, Chemical Analysis and Microbiology of the Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), located in Tingo Maria city, district of Rupa Rupa, province of Leoncio Prado, department of Huánuco, with the purpose of determining the technological parameters for the elaboration of manioc doughnuts. Variance analysis of with complete design at random (DCA) was used and the Tukey test ($p < 0,05$). The best concentration of type of lipid is of 20% of pig butter and 23% of egg, described by the panelists by means of the attributes color, flavor and texture, where the doughnuts begin to float and to increase of volume. The baking time was 35 minutes. The best packing is polypropylene packaging to 250 mbar vacuum. The chemical proximal characteristics, physico-chemical and sensorial of the final product were: 3.84% of humidity, 3.02% of protein, 16.3% of fat, 0.39% of total fiber, 6.92% of ash and 69.53% carbohydrate; pH of 5.3, 0.09% of titleable acidity expressed in oleic acid and 0.45 g/cm^3 of density. The microbiological characteristics and peroxide index of the end item packaged to the emptiness during the storage after 30 days viable absence of moulds and leavening and aerobic microorganisms (MAV), was $6 \times 10^3 \text{ ufc/g}$. As far as rancidity, it was reported 2.54 of peroxide index stored in dark camera.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ALARCÓN, F. y DUFOUR, D. 1998. Almidón agrio de yuca en Colombia. Producción y recomendaciones. Tomo I. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD). Cali, Colombia. pp 9-24.
- ÁLVAREZ, V. 2006 "Efecto de las Condiciones de Almacenamiento en el Tiempo de Vida útil de Productos de Consumo Masivos de Baja Humedad Empacados en Películas Plásticas" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral).
- AOAC. 1990. Official methods of analysis of the association of official agricultural chemistry. Washington. U.S.A.
- BADUI DERGAL, S. 1994. Química de los alimentos. Edit. Alhambra Mexicana S.A de C.V. México. 648 p.
- BALAGOPALAN, C.; PADMAJA, G.; NANDA, S. K.; MOORTHY S. N. 1988. Cassava in food, feed, and industry. CRC. Press, Inc. Boca Ratón, Florida, USA: 144 – 190 pp.
- BELITZ, H. 1988. Química de los alimentos. Editorial Acribia S.A Zaragoza. España. 257, 262, 126 p.

- BERK. Z. 1980. Introduccion a la bioquimica de los alimentos de J.B.S. Braverman. Mexico D.F., Mexico. El manual moderno. 12-30 p.
- BERMUDEZ A. Química de los alimentos. UNAD. Bogotá. 1999 p.42, 43.
- BILIADERIS, C. G. 1992. Structures and paste transitions of starch in food systems. Food Technology, v. 46, n. 6, p. 98-109.
- BOSTER, J. S. 1985. Selection for perceptual distinctiveness: Evidence for aguaruna cultivars of *Manihot esculenta*. Econ. Bot. 39:310-325.
- BREKELBAUM, T. 1991. Secado Natural de Yuca en la Costa Norte de Colombia. Colombia. IICA. OSPINA, B. 1984. Manual de Construcción y Operación de una planta de secado natural de yuca. Centro Internacional de Agricultura tropical. Colombia.
- BRODY, L. A. 1996. Envasado de Alimentos en Atmósferas Controladas Modificadas a Vacío. Editorial Acribia. Zaragoza España. pp. 3, 5, 32-33
- BROOKER B. 1996. The role of fat in the stabilization of gas cells in bread dough. Journal of Cereal Science, 24: 187-198.
- BUITRAGO A. J. A. 1990. La Yuca en la Alimentación Animal. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 450 p. CECORA.
- BUREAU, G y MULTON, J (1991). Embalaje de los alimentos de gran consumo. Trad. Calvo, R. M. Acribia. Zaragoza, España. Pp. 48 – 50, 281- 294, 465 –483, 680 – 682.
- CABELLOS S.; GARCÍA R.; RODRÍGUEZ G.; GARCÍA J. 2004. Manual de Aplicación del Sistema APPCC en Industrias de Confitería-Pastelería,

- Bollería y Repostería de Castilla-La Mancha. Diseño y maquetación: Creativa. Impresión: Lagomar Artes Gráficas s.l.
- CARLOS A. GUERRERO S Y.; VIRGILIO A., GONZÁLEZ G. 2002. Algunas aplicaciones de los plásticos en las industrias del empaque y automotriz. Ingenierías, Vol. V, No. 17
- CARTAY, R. 2004. Difusión y comercio de la yuca (manihot esculenta) en Venezuela y en todo el mundo. Disponible http://www.saber.ula.ve/db/saber/Edocs/centros_investigacion/ciaal/agroalimentaria/anum18/articulo18_1.pdf.
- CASTRO, M. 1992. Sustitución del trigo por harina de cañigua en la elaboración de panes, galletas y queques. Tesis Ing. industrias alimentarias. U.N.A. La Molina. Lima. Perú.
- CEBALLOS, H. 2002. La yuca en Colombia y en el mundo: nuevas perspectivas para un cultivo milenario. En Ceballos, H. y Ospina, B. La yuca en el tercer milenio. Sistemas 130 Guía técnica para producción y análisis de almidón de Yuca modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización, p. 3. CIAT. Cali, Colombia. 586 pp.
- CEBALLOS, H. y G.H. DE LA CRUZ A. 2002. Taxonomía de la yuca. In: B. Ospina y H. Ceballos (comps). La yuca en el tercer milenio: Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Publicación CIAT N° 327. Centro Internacional de Agricultura Tropical/ Consorcio Latinoamericano y del Caribe de apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca. Cali, Colombia. pp. 16-32.

- CHEFTEL J.C. 1989. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Editorial AcribiaS. Zaragoza, España. Vol. I. 232-236 p.
- CHICA C. y Osorio S. 2003. Determinación de la vida de anaquel del chocolate de mesa sin azúcar en una película de polipropileno biorientado. Tesis de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales Facultad de Ingeniería y Arquitectura Ingeniería Química. 89 p.
- CRAVERO 2006. Microorganismos Patógenos y Grasas Oxidadas en Emparedados, (en línea). Disponible en: http://www.respyn.uanl.mx/v/4/articulos/microorganismos_patogenos.htm.
- DANTAS, C 1983. Embalajes de productos alimenticios. Estado de Sao Paulo. Brasil. Pp. 190 – 209.
- DESROSIER, NORMAN W. 1987. Conservación de alimentos. Edit. Continental. México D.F. 44-271p.
- DE MAN J, 1999. Principles of Food Chemistry. Maryland .
- EDEL L. et al. 2007. De Tales Harinas, Tales Panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica edición literaria a cargo de: Alberto Edel León y Cristina Rosell. - 1a ed. - Córdoba: Hugo Báez Editor,.480 p
- ENVASE DE ALIMENTOS. 2002. Asociación de Tecnología de Alimentos Envasados, Vol. 13, N° 2,
- ESPINOZA A.; FONSECA F; SOTO F. 2003. Control de calidad de envases y embalajes de alimentos. Impreso en Perú. 249 p.

- ESTHER GARCÍA IGLESIAS; LARA GAGO CABEZAS; JOSÉ LUIS FERNÁNDEZ NUEVO. 2006. Tecnologías de envasado en atmósfera protectora. Editorial. Elecé Industria Gráfica Depósito Legal: M-42.918-2006. CONFEDERACIÓN EMPRESARIALDE MADRID – CEOE. pag 141.
- FAO. 2002. Tabla de composición de alimentos de América Latina. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. [En línea]: <http://www.rlc.fao.org/bases/alimento/resulta.asp/>.
- FELLOWS, A. 1994. Tecnología del procesado de alimentos: principios y prácticas. Acribia. Zaragoza, España. pp. 378 – 389, 454 -463.
- FENNEMA. O. R. 1993. Química de los alimentos. 2ª edición. Ed. Acribia S.A. Zaragoza. España. 241-244, 245 p.
- GALLO, M; SALAS, A; CHIMPE, L CCOPA, J.; TORPOCO, (1998), XIV curso internacional de tecnología de procesamiento de productos pesqueros, procesamiento de productos curados. itp / jica. callao, Perú .pp. 43 – 47.
- GARCÍA M. y PACHECO D. 2007. Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha (*arracacia xanthorrhiza* b.). Revista Facultad Nacional de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela-Caracas. Artículos Publicados Volumen 60, No. 2 Año. 384-393. p
- GONZÁLEZ P. y PÉREZ S. 2003. Evaluación fisicoquímica y funcional de almidones de yuca (*manihot esculenta* crantz) pre gelatinizados y calentados con microondas. Instituto de Ciencia y Tecnología de

- Alimentos. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela.
Apartado 47.097, Caracas 1041-A,
- GRANITO M; TORRES A; GUERRA M. 2003. Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y frijol. Interticia, julio, año/vol. 28, numero 007 asociacion interticia Caracas, Venezuela pp 372-379.
- GRANSETH, S. 1981. New cook book iowa, meredith corporation. 464pp.
- GRAY J; GOMMA E; BUCKLEY D, 1992. Oxidative quality and shelf life of meats. Meats Sci43:S111-23.
- HENAO, S. 2009. Estudio tecnológico de la utilización de harina de yuca en panificación. Trabajo de grado de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Palmira, Valle del Cauca. 154 p.
- HURTADO B. J. 1997. Valorización de las amiláceas “no cereales” cultivadas en los países andinos: estudio de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de sus almidones y de la resistencia a diferentes tratamientos estresantes. Tesis. Facultad de ingeniería de alimentos, fundación universidad Jorge Tadeo lozano, Bogotá, Colombia. 164p.
- ICMSF. 1980. El sistema de análisis de riesgos y puntos críticos. Su aplicación a las industrias de alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza.
- INDECOPI. 1974. Normas Técnica Peruana de almidones. R.D. N° 120-84
INTITEC DG/DN.4 p.
- . 1984. Normas Técnica Peruana de bocaditos. R.D. N° 120-84
INTITEC DG/DN.4 p.

- IPIALES M, PERALVO A. y Ulloa A. 2003. Elaboración de galletas de trigo complementadas con harina de maíz (zea mays) y soya (glicine max).
- JAY J. 1994. Microbiología moderna de los alimentos". Zaragoza, España. Ed. Acribia. 319 p.
- JETRO 2007. Manual del Empaque de Alimentos para los Exportadores a Japón. Japan External Trade Organization Depto. de Cooperación Comercial y Económica.
- KOTULA, K. L. y PANDYA. 1985. Bacterial contamination of broiler chickens before scalding. J. Food. Protect. 58 (12) :1326 – 1329.
- LÓPEZ, J. 2001. La yuca en el tercer milenio: Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Publicación CIAT N° 327. Centro Internacional de Agricultura Tropical/ Consorcio Latinoamericano y del Caribe de apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca. Cali, Colombia. pp. 49-75.
- MADRID et al. 2003. Manual de pastelería y confitería. Madrid. AMV ediciones, Mundi-prensa. 480pp.
- MANLEY D. 1989. Tecnología de la industria galletera, galletas, crackers y otros horneados. Primera edición. España editorial Acribia s.a. 483pp
- MATZ, S. 1993. Snack food technology. Tercera edicion. Estados unidos. Es editorial pan-teach internacional, inc. 450.
- MEDINA, J. 1998. Evaluación de la calidad tortilleras de cinco variedades de maicillos mejorados. Tesis. Ing. Agr. Zamora, honduras, escuela agrícola panamericana. 31p.

- MENESES V. 1994. Sustitución de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de frijol ñuña (*phaseolus vulgaris* L.) en la elaboración de galletas dulces utilizando los métodos de horneado convencional y microondas. Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias. UNALM. Lima. Perú.
- MESTRES, C. and ROUAU X. 1996. Influence of natural fermentation and drying conditions on the physicochemical characteristics of cassava starch. *J. Sci. Food Agric.* 74:147-155,
- MEYER, M. 1992. Control de calidad de productos agropecuarios. Edit. Trillas. México. 113p.
- MONTALDO, A. 1985. La yuca o mandioca; cultivo, industrialización, aspectos económicos, empleo en la alimentación animal, mejoramiento. Instituto Interamericano de ciencias agrícolas de la OEA, San José, Costa Rica. p. 36 – 37 y 150 -160.
- MONTOYA H. 2007. Estudio técnico y económico de la utilización de ceras naturales en la conservación de raíces de yuca fresca. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia. (B.Sc. Tesis). 133 pp.
- MORGAN, F; APPOLONIA, C; BAECHLER, R ; VAUTAZ, G AND RAEMY, A. 1970. Lactose crystallization and early Maillard reaction in skim milk powder and whey protein concentrates. *Lain*, 85:315-323 pp.
- MOSSEL y MORENO. 1982. Microbiología de los alimentos. Edit. Acribia. Zaragoza. España (ISBN: 84 – 200 – 0561 – 4).
- O'BRIEN, R. 1998. Fantz and oils, formulating and processing for application. Primera Edición. Estados Unidos. Editorial technomic publishing Co. Inc. 667pp.

- OCHOA; BEDOYA; DUFOUR 1999. Estudio comparativo de la gestión empresarial de dos agroindustrias rurales del norte del departamento del Cauca, Colombia: Trapiches y rallanderías. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 12 p.
- OLVERA M. 2006. Estudio del Efecto de las Condiciones de Envasado y Empacado en el Tiempo de Vida Útil de bocaditos de Maíz Estrusados Almacenados a temperatura Ambiente. Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- ORDÓÑEZ H. 1983. Pruebas funcionales de panificación con harina de pituca (*colocasia esculenta*). Tesis ing. Industrias alimentarias. UNAS. la Molina. Lima Perú. 177 p.
- PAINE F. y PAINE H. 1994. Manual de envasado de alimentos. A. Madrid Vicente, ediciones. Madrid, España. pp. 74 -82, 142 – 146, 243 – 258.
- PRICE, J y SHWEIGERT, B. 1994. Ciencia de la carne y los productos cárnicos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España. 668 p.
- PRIMO Y.1997. Química de los alimentos. Editorial Síntesis S.A. Madrid. España. 461 p.
- PYLER E. J. 1988. Cake baking technology en: baking science technology. Tercera edición. Sosland publishing company. 979-989 pp.
- QUAGLIA, 1994. Ciencia y tecnología de la panificación. 2ª ed, editorial Acribia, Zaragoza, España. 51-64 p.
- ROCA G. 2005. Estudio de las propiedades y aplicaciones industriales del polietileno de alta densidad (PEAD). Trabajo de graduación presentado por la facultad de ingeniería de Guatemala.

- SERNA S. O. 1996. Química, almacenamiento, e industrialización de los cereales. México. Editor A.G.T S.A. 521 p.
- SMITH y JOHANSSON J. 2004. Influences of the proportion of solid fat in a shortening on loaf volume and staling of bread. *Journal of Food Processing and Preservation*, 28: 359-367 p.
- SWINKELS, J. M. 1996. Of starch, Its Chemistry and Physic. In: *Starch Conversion Technology*. New York: Marcel Dekker. 15-46 p.
- TEJERO F. 2002. Mundo alimentario. Asesoría técnica en panificación España. pag 11.
- UAM. 2005. Almidón y celulosa. Disponible.
http://docencia.izt.uam.mx/epa/quim_alim/material_adicional/almidon_celulosa.pdf.
- UREÑA, M.; ARRIGO. M; MIRANDA, O. 1999. Evaluación sensorial de los alimentos. Editorial Agraria. Universidad Nacional Agraria la Molina. 11-122p.
- WHEATLEY, C.; LOZANO, C; GÓMEZ, G. 1982. Deterioración y almacenamiento de raíces de yuca. En: *Yuca: Investigación, producción y utilización*. Programa de Yuca, CIAT, Cali - Colombia. 493-512 p.
- YACOVLEF E y HERRERA F. L. 1994. El mundo vegetal de los más antiguos peruanos. *Revista museo nacional Perú*. 293-322 p.
- ZAJAC, P. 1989. Almidón de maíz, obtención y utilización. Cuba: [s.n]. Editorial Científico, Técnica, p. 92-113.

ANEXOS

A - I: Cartilla de evaluación sensorial para el atributo de color, olor, textura y sabor para determinar la dosificación de los ingredientes para su proceso de elaboración.

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Nombre del juez: _____ Prueba N°: _____

Muestra evaluada: _____ Fecha : _____

Califique usted las dos muestras según la escala que representa, escribiendo con una "X" en el casillero correspondiente según la escala:

COLOR

[illegible]

OLOR

[illegible]

TEXTURA.

[illegible]

SABOR.

[illegible]

A – II: Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el atributo color en la determinación de la dosificación de ingredientes para las rosquillas.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F- Ratio	P-Valor
Modelo	57,9266	11	5,26605	7,46	0,0000
Residuo	347,357	492	0,70601		
Total	405,284	503			

A – III: La suma de cuadrados de la evaluación sensorial para el atributo color en la determinación de la dosificación de ingredientes para las rosquillas.

SUMA DE CUADRADOS					
Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F- Ratio	P-Valor
Tipo de lípido	3,0754	2	1,5377	2,18	0,1144
% de huevo	6,00198	1	6,00198	8,5	0,0037
% de lípido	0,240079	1	0,240079	0,34	0,5601
Tipo de lípido* % de huevo	0,361111	2	0,180556	0,26	0,7744
Tipo de lípido * % de lípido	38,004	2	19,002	26,91	0,0000
% de huevo * % de lípido	1,66865	1	1,66865	2,36	0,1248
Tipo de lípido * % de huevo * % de lípido	8,5754	2	4,2877	6,07	0,0025
Residuos	347,357	492	0,70601		
Total (corregido)	405,284	503			

A – IV: Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el atributo apariencia general en la determinación de la dosificación de ingredientes para las rosquillas.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F- Ratio	P-Valor
Modelo	33,8016	11	3,07287	3,94	0,0000
Residuo	383,238	492	0,778939		
Total	417,04	503			

A – V: La suma de cuadrados de la evaluación sensorial para el atributo apariencia general en la determinación de la dosificación de ingredientes para las rosquillas.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F- Ratio	P-Valor
Tipo de lípido	0,551587	2	0,275794	0,35	0,702
% de huevo	1,14286	1	1,14286	1,47	0,2264
% de lípido	0,642857	1	0,642857	0,83	0,3641
Tipo de lípido* % de huevo	3,0833	2	1,54167	1,98	0,1393
Tipo de lípido * % de lípido	25,9643	2	12,9821	16,67	0,0000
% de huevo * % de lípido	0,031746	1	0,031746	0,04	0,8401
Tipo de lípido * % de huevo * % de lípido	2,38492	2	1,19246	1,53	0,2174
Residuos	383,238	492	0,778939		
Total (corregido)	417,04	503			

A – VI: Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el atributo sabor en la determinación de la dosificación de ingredientes para las rosquillas.

Fuente	Suma de cuadrados	GI	Cuadrado Medio	F- Ratio	P-Valor
Modelo	112,254	11	10,2049	14,78	0,0000
Residuo	339714	492	0,690476		
Total	451968	503			

A – VII: La suma de cuadrados de la evaluación sensorial para el atributo sabor en la determinación de la dosificación de ingredientes para las rosquillas.

Fuente	Suma de cuadrados	GI	Cuadrado Medio	F- Ratio	P-Valor
Tipo de lípido	0,694444	2	0,347222	0,5	0,6051
% de huevo	1,14286	1	1,14286	1,66	0,1989
% de lípido	2,03175	1	2,03175	2,94	0,0869
Tipo de lípido* % de huevo	4,08333	2	2,04167	2,96	0,0529
Tipo de lípido * % de lípido	98,6468	2	49,3234	71,43	0,0000
% de huevo * % de lípido	0,126984	1	0,126984	0,18	0,6682
Tipo de lípido * % de huevo * % de lípido	5,52778	2	2,76389	4	0,0189
Residuos	339,714	492	0,690476		
Total (corregido)	451,968	503			

A – VIII: Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el atributo textura en la determinación de la dosificación de ingredientes para las rosquillas.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F- Ratio	P-Valor
Modelo	56,879	11	5,17082	6,11	0,0000
Residuo	416,405	492	0,846351		
Total	473,284	503			

A – IX: Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el atributo textura en la determinación de la dosificación de ingredientes para las rosquillas.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F- Ratio	P-Valor
Tipo de lípido	2,78968	2	1,39484	1,65	0,1935
% de huevo	0,0496032	1	0,0496032	0,06	0,8088
% de lípido	4,01786	1	4,01786	4,75	0,0298
Tipo de lípido*	11,4325	2	5,71627	6,75	0,0013
% de huevo					
Tipo de lípido *	23,0119	2	11,506	13,59	0,0000
% de lípido					
% de huevo * %	0,0496032	1	0,0496032	0,06	0,8088
de lípido					
Tipo de lípido *	15,5278	2	7,76389	9,17	0,0001
% de huevo * %					
de lípido					
Residuos	416,405	492	0,846351		
Total (corregido)	473,284	503			

A - X: Cartilla de evaluación sensorial para el atributo de color, textura y sabor para determinar el tiempo de horneado de las rosquillas de almidón.

NOMBRE.....
FECHA..... HORA.....
MUESTRA.....

Señor panelista califique usted las tres muestras según la escala que representa, escribiendo con una “X” en el casillero correspondiente según la escala

Gracias.

COLOR

ESCALA	378	480	525
Muy agradable (5)			
Agradable (4)			
Ni agrada ni desagrada(3)			
Desagradable (2)			
Muy desagradable (1)			

TEXTURA

ESCALA	378	480	525
Muy agrada (5)			
Agradable (4)			
Ni agrada ni desagrada(3)			
Desagradable (2)			
Muy desagradable (1)			

SABOR

ESCALA	378	480	525
Muy agrada (5)			
Agradable (4)			
Ni agrada ni desagrada(3)			
Desagradable (2)			
Muy desagradable (1)			

A – XI: Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el atributo sabor en la determinación del tiempo en el homeado.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F- Ratio	P-Valor
Efectos principales					
A: Tiempo	31,4593	2	16,2296	28,08	0,0000
E: panelista	5,21481	14	0,372487	0,64	0.8228
Residuo	68,2074	118	0,578029		
Total	105,881	134			

A – XII: Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el atributo textura en la determinación del tiempo en el horneado.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F- Ratio	P-Valor
Efectos principales					
A: Tiempo	45,6444	2	22,8222	72,31	0,0000
E:panelista	8,84444	14	0,631746	2,00	0,0231
Residuo	37,2444	118	0,315631		
Total	91,7333	134			

A – XIII: Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el atributo textura en la determinación en el horneado.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F- Ratio	P-Valor
Efectos principales					
A: Tiempo	45,6148	2	22,8074	57,20	0,0000
E:panelista	11,2148	14	0,801058	2,01	0,0225
Residuo	47,0519	118	0,398745		
Total	103,881	134			

A - XIV: Cartilla de evaluación sensorial para el atributo de textura y sabor para determinar el tipo de empaque y presión.

NOMBRE.....

FECHA..... HORA.....

MUESTRA.....

Califique usted las tres muestras según la escala que representa, escribiendo con una “X” en el casillero correspondiente según la escala.

TEXTURA

ESCALA	222	365	460
Excelente (5)			
Muy bueno (4)			
Bueno (3)			
Regular (2)			
Malo (1)			

SABOR

ESCALA	222	365	460
Excelente (5)			
Muy bueno (4)			
Bueno (3)			
Regular (2)			
Malo (1)			

A – XV: Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el atributo sabor en la determinación en el envasado.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F- Ratio	P-Valor
Efectos principales					
A: Presión	24,2779	2	12,139	28,36	0,0000
C: Empaque	152,802	1	152,802	356,96	0,0000
Residuo	107,444	251	0,428064		
Total	291,138	268			

A – XVI: Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el atributo sabor en la determinación en el envasado.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F- Ratio	P-Valor
Efectos principales					
A: Presión	36,839	2	18,4195	40,12	0,0000
C: Empaque	88,1415	1	88,1415	191,99	0,0000
Residuo	121,658	265	0,45908		
Total	247,242	268			

A – XVII: Fórmula para la determinación del índice de peróxidos en las rosquillas de almidón.

Se determino con el índice de peróxido según la metodología de la (AOAC), se realizo la preparación de la solución cloroformo – acético glacial, mezclar tres volúmenes de acido acético y un volumen de cloroformo. Preparación el IK saturado. Controlase añadiendo unas gotas de indicador de almidón. Preparación del tiosulfato de sodio al 0,1 N.

Luego se tritura en el mortero la rosquillas empacadas al vacío a presión de 250 mbar las que fueron almacenadas en cámara oscura y con reflejo de sol el triturado se realiza por separado para cada uno hasta obtener un producto fino tipo harina y se pesa 5 g muestra y se coloca en un erlenmeyer de 250 ml.

Se añade 30 ml de disolución cloroformo- acido acético, y agitar por rotación para disolver la muestra.

Se añade 0,5 ml de la preparación de IK. Se espera exactamente 1 minuto agitando de vez en cuando y luego se añade 30 ml de agua destilada previamente hervida y fría.

Se titula el yodo liberado con tiosulfato de sodio 0,1 N. dejando caer gota a gota mientras se va agitando vigorosamente hasta q desaparezca casi en su totalidad la coloración amarilla del yodo. Paralelamente se trabajo con el blanco, terminado el análisis se apunta el gasto del tiosulfato de sodio al 0.1N. Para determinar el índice de peróxido se utiliza la fórmula.

$$\text{Índice de peróxido} \quad = \quad \left[\frac{(A - B) \cdot N \cdot F}{W} \right] \times 1000$$

(meq. De 0.2kg de muestra)

Donde:

A = Gasto de muestra

B = Gasto del blanco

N = Normalidad del tiosulfato

F = Factor del tiosulfato

W = Peso de la muestra