



**UNAP**



**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BROMATOLOGÍA  
Y NUTRICIÓN HUMANA**

**TESIS**

**HOJUELAS GLASEADAS A PARTIR DE HARINA DE *Xanthosoma  
sagittifolium* (PAPA HUITINA) LIBRE DE GLUTEN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
LICENCIADA EN BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN HUMANA**

**PRESENTADO POR:**

**GEORGETTE MICHELLE CORAL MIGUEL**

**ASESORES:**

**Ing. ALENGUER GERONIMO ALVA ARÉVALO, Dr.**

**Ing. ROGER RUÍZ PAREDES, MSc.**

**Ing. CARLOS NIÑO TORRES**

**IQUITOS, PERÚ**

**2019**

# ACTA DE SUSTENTACIÓN



**UNAP**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Escuela de Formación Profesional de Bromatología y  
Nutrición Humana

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 028-CGT-FIA-UNAP-2019

En Iquitos, en la Sala de Reuniones de la Decanatura, ubicado en el Campus SL11 Puerto Almendra de la Facultad de Industrias Alimentarias sito al margen derecho del río Nanay, Distrito de San Juan, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, a los 23 días del mes de diciembre de 2019, a horas 11:00 am, se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada : **"HOJUELAS GLASEADAS A PARTIR DE *Xanthosoma sagittifolium* (PAPA HUITINA) LIBRE DE GLUTEN"**, aprobado con Resolución Decanal N° 064-FIA-UNAP-2017 presentado por la Bachiller: **GEORGETTE MICHELLE CORAL MIGUEL**, para optar el Título Profesional de Licenciada en Bromatología y Nutrición Humana, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal N° 380-FIA-UNAP- 2019 del 19 de noviembre de 2019, está integrado por:

**LITTMAN GONZALES RÍOS  
JUAN ALBERTO FLORES GARAZATÚA  
JEAN PIERRE CASTILLO ORIHUELA**

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas... SATISFACTORIAMENTE

El Jurado después de las deliberaciones correspondientes, llego a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la tesis ha sido..... APROBADO..... con la calificación 1.7.....

Estando la bachillera apta para obtener el Título Profesional de Licenciada en Bromatología y Nutrición Humana Siendo las 12:05 se dio por terminado el acto de sustentación.

**Presidente**

LITTMAN GONZALES RIOS  
Ingeniero en Industrias Alimentarias  
CIP:36163

**Miembro**

JUAN ALBERTO FLORES GARAZATUA  
Ingeniero en Industrias Alimentarias  
CIP: 34646

**Miembro**

JEAN PIERRE CASTILLO ORIHUELA  
LIC. Nutrición  
4547

**Asesor**

ALENGUER GERONIMO ALVA AREVALO  
Ingeniero en Industrias Alimentarias  
CIP: 45167

**Asesor**

ROGER RUIZ PAREDES  
Ingeniero en Industrias Alimentarias  
CIP: 41754

**Asesor**

CARLOS NIÑO TORRES  
Ingeniero en Industrias Alimentarias  
CIP: 100459



## JURADOS Y ASESORES

### JURADO Y ASESORES

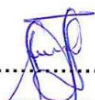
TESIS APROBADA EN SUSTENCIÓN PÚBLICA EN LA FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA, EL DÍA 23 DE DICIEMBRE DE 2019, POR EL JURADO CALIFICADOR CONFORMADO POR:



.....  
**PRESIDENTE**

Ing. LITTMAN GONALES RIOS, Dr.

CIP: 36163



.....  
**MIEMBRO**

Ing. JUAN ALBERTO FLORES GARAZATÚA, Mtro.

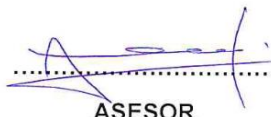
CIP: 34646



.....  
**MIEMBRO**

Lic. JEAN PIERRE CASTILLO ORIHUELA, MSc.

CNP: 4547



.....  
**ASESOR**

Ing. ALENGUER GERÓNIMO ALVA AÉVALO, Dr.

CIP: 45167



.....  
**ASESOR**

Ing. ROGER RUIZ PAREDES, Dr

CIP: 41754



.....  
**ASESOR**

Ing. CARLOS NIÑO TORRES

CIP: 100459

# RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

## Result of analysis

File: TESIS RESUMEN GEORGETTE MICHELLE CORAL MIGUEL.docx

### Statistics

#### Suspicious on the Internet: 9.91%

Percentage of text with expressions found on the internet  $\Delta$

#### Suspicious confirmed: 0%

Confirmed the existence of the sentences in the URLs found  $\Delta$

#### Analyzed text: 71.95%

Percentage of text effectively analyzed (short phrases, special characters, broken text are not parsed).

#### Analysis success: 100%

Percentage of successful searches, indicates the quality of the analysis, bigger is better.

### Most relevant URLs

URL	Occurrences	Similarity
<a href="http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4902/Gisela_Tesis_Titulo_2016.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4902/Gisela_Tesis_Titulo_2016.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	31	-
<a href="https://www.slideshare.net/EscuelaBicentenario/manual-del-celaco">https://www.slideshare.net/EscuelaBicentenario/manual-del-celaco</a>	28	-
<a href="http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4902/Gisela_Tesis_Titulo_2016.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4902/Gisela_Tesis_Titulo_2016.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	26	-
<a href="http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5335/Artand_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5335/Artand_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	17	-
<a href="http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4934/Diana_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4934/Diana_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	15	-
<a href="http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5335/Artand_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5335/Artand_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	15	-

### Analysed text

#### RESUMEN

Esta investigación se realizó con el objetivo de determinar la tecnología para la elaboración de hojuelas glaseadas a partir de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina) libre de gluten. Es una alternativa de alimentación específicamente denominado cereal para el desayuno. Para el secado en bandeja se aplicó un diseño experimental en un parámetro de 55° C por 10 horas (Chirinos et. al, 2001), la harina de huitina contiene 5.22% de fibra total, 17% de vitamina C, 6.3mg de hierro, 62.5mg de calcio, 290mg de fósforo, 220.4mg de potasio, 0.02mg de cobre y 0.03mg de zinc. Para la elaboración de las hojuelas de utilizo un diseño experimental de dos factores, F1: 20%, 25% y 30% de concentración de harina de huitina respectivamente, F2: tiempo y temperatura. El valor nutricional de las hojuelas glaseadas a partir de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina) libre de gluten tuvo como resultado calcio 16.81mg, hierro 2.8mg, proteína 1.56%, vitamina C 9.5mg, fibra 0.50%, fósforo 120mg, zinc 0.13mg. El análisis microbiológico de las hojuelas de huitina indican estar dentro de los límites permisibles según Resolución Ministerial N° 451-2006/MINSA para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinado a programas sociales de alimentación indicando una buena higiene en la elaboración de los productos y estar apto para el consumo humano.

Palabras claves: hojuelas, *Xanthosoma sagittifolium*, papa huitina, libre de gluten.

#### ABSTRACT

## DEDICATORIA

A mi familia:

Jéssica, Jasmin, Waldir,  
Jackeline, Esther, Waldo, Charlotte y Jorge.

En especial a Giorgio, mi hermano.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. Alenguer Alva por su infinita paciencia.

Y a todos quienes me ayudaron antes, durante y después de este proyecto:

Jessy

Carlos

Roger

Freszia

Katherine

Juan Diego

Tania

Mar

Diana

Jeffrey y su esposa

Oscar

Roxanna

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

<b>PORTADA</b>	i
<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN</b>	ii
<b>JURADOS Y ASESORES</b>	iii
<b>RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD</b>	iv
<b>DEDICATORIA</b>	v
<b>AGRADECIMIENTO</b>	vi
<b>ÍNDICE DEL CONTENIDO</b>	vii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	viii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	x
<b>RESUMEN</b>	xii
<b>ABSTRACT</b>	xiii
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>	3
1.1. ANTECEDENTES	3
1.2. BASES TEÓRICAS	5
1.3. DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS	12
<b>CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	27
2.1. Formulación de hipótesis	27
2.2. Variables y su Operacionalización	28
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b>	29
3.1. Tipo y Diseño	29
3.2. Diseño muestral.	30
3.3. Procedimientos de recolección de datos	30
3.4. Procesamiento y análisis de datos	31
3.5. Aspectos éticos	69
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>	69
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b>	88
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES</b>	90
<b>CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES</b>	91
<b>CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	92
<b>ANEXOS</b>	96

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Composición química de (Xanthosoma sagittifolium):</i>	10
<i>Tabla 2: Análisis proximal de (Xanthosoma sagittifolium) por 100 g de porción comestible (Uso humano). Base húmeda</i>	10
<i>Tabla 3: Variables y su Operacionalización</i>	28
<i>Tabla 4: Factores de estudio de la investigación</i>	29
<i>Tabla 5: Diseño muestral</i>	30
<i>Tabla 6: Formulación de las hojuelas</i>	50
<i>Tabla 7: Materiales de laboratorio.</i>	65
<i>Tabla 8: Reactivos y solventes</i>	66
<i>Tabla 9: Medios de cultivo</i>	67
<i>Tabla 10: Equipos</i>	68
<i>Tabla 11: Composición fisicoquímica de Xanthosoma sagittifolium (papa huitina).</i>	69
<i>Tabla 12: Composición fisicoquímica de las hojuelas glaseadas a partir de Xanthosoma sagittifolium (papa huitina) libre de gluten.</i>	71
<i>Tabla 13: Análisis sensorial de la prueba de aceptabilidad</i>	72
<i>Tabla 14: Aceptabilidad de hojuelas glaseadas de huitina – atributo: dulzor.</i>	72
<i>Tabla 15: Rangos</i>	73
<i>Tabla 16: Prueba de Friedman</i>	74
<i>Tabla 17: Aceptabilidad de hojuelas glaseadas de huitina – atributo: sabor.</i>	74
<i>Tabla 18: Rangos</i>	75
<i>Tabla 19: Prueba de Friedman</i>	76
<i>Tabla 20: Prueba de Wilcoxon</i>	76
<i>Tabla 21: Aceptabilidad de las hojuelas glaseadas de huitina – atributo: textura.</i>	77
<i>Tabla 22: Rangos</i>	78
<i>Tabla 23: Prueba de Friedman</i>	79
<i>Tabla 24: Prueba de Wilcoxon</i>	79
<i>Tabla 25: Aceptabilidad de las hojuelas glaseadas de huitina – atributo: color.</i>	80
<i>Tabla 26: Rangos</i>	81
<i>Tabla 27: Prueba de Friedman</i>	81
<i>Tabla 28: Aceptabilidad de las hojuelas glaseadas de huitina – atributo: olor.</i>	82
<i>Tabla 29: Rangos</i>	83
<i>Tabla 30: Prueba de Friedman</i>	83
<i>Tabla 31: Aceptabilidad de las hojuelas glaseadas de huitina – apreciación global.</i>	84
<i>Tabla 32: Rangos</i>	85
<i>Tabla 33: Prueba de Friedman</i>	85



<i>Tabla 34: Costo de producción de harina de huitina</i>	86
<i>Tabla 35: Costo de producción de hojuelas de huitina por formulación</i>	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Xanthosoma sagittifolium (papa huitina)	6
Figura 2: Esquema de un secadero de bandejas (Abril y Casp, 1999).	16
Figura 3: Humedad del solido frente al tiempo.	18
Figura 4: Velocidad de secado para distintos tipos de materiales.	19
Figura 5: Localización de la materia prima	31
Figura 6: Diagrama de flujo de proceso para la elaboración de harina de huitina.	43
Figura 7: Recepción de Xanthosoma sagittifolium (papa huitina)	44
Figura 8: Lavado de Xanthosoma sagittifolium (papa huitina)	45
Figura 9: Pelado de Xanthosoma sagittifolium (papa huitina)	45
Figura 10: Cortado de Xanthosoma sagittifolium (papa huitina)	46
Figura 11: Secado de los rebanados de Xanthosoma sagittifolium (papa huitina)	46
Figura 12: Molienda de las rebanadas secas Xanthosoma sagittifolium (papa huitina)	47
Figura 13: Tamizado de harina obtenido a partir de Xanthosoma sagittifolium (papa huitina)	47
Figura 14: Envasado de la harina de Xanthosoma sagittifolium (papa huitina)	48
Figura 15: Diagrama de flujo de proceso para la elaboración de las hojuelas glaseadas libre de gluten.	51
Figura 16: Mezclado de los insumos.	52
Figura 17: Moldeado de las hojuelas de huitina	52
Figura 18: Secado de las hojuelas de huitina	53
Figura 19: Tostado de las hojuelas de huitina	53
Figura 20: Saborizado de las hojuelas de huitina	54
Figura 21: Enfriado de las hojuelas de huitina	54
Figura 22: Empaquetado de las hojuelas de huitina	55
Figura 23: Criterios Microbiológicos para las hojuelas	58
Figura 24: Flujograma Hojuelas glaseadas fórmula B	70
Figura 25: Distribución de los puntajes para la prueba de aceptabilidad hojuelas glaseadas de huitina. Atributo: dulzor.	73
Figura 26: Distribución de los puntajes de la prueba de aceptabilidad para hojuelas glaseadas de huitina. Atributo: sabor.	75
Figura 27: Diagrama de cajas de los puntajes asignados por los jueces al atributo sabor.	77
Figura 28: Distribución de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad para hojuelas glaseadas de huitina. Atributo: textura.	78

Figura 29: Diagrama de cajas de los puntajes asignados por los jueces al atributo textura.	79
Figura 30: Distribución de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad para hojuelas glaseadas de huitina. Atributo: color.	81
Figura 31: Distribución de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad para hojuelas glaseadas de huitina. Atributo: olor.	83
Figura 32: Distribución de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad para hojuelas glaseadas de huitina. Apreciación global.	85

## RESUMEN

Esta investigación se realizó con el objetivo de determinar la tecnología para la elaboración de hojuelas glaseadas a partir de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina) libre de gluten. Es una alternativa de alimentación específicamente denominado cereal para el desayuno. Para el secado en bandeja se aplicó un diseño experimental en un parámetro de 55°C por 10 horas (Chirinos et. al, 2001), la harina de huitina contiene 5.22% de fibra total, 17% de vitamina C, 6.3mg de hierro, 62.5mg de calcio, 290mg de fosforo, 220.4mg de potasio, 0.02mg de cobre y 0.03mg de zinc. Para la elaboración de las hojuelas de utilizo un diseño experimental de dos factores, F1: 20%, 25% y 30% de concentración de harina de huitina respectivamente, F2: tiempo y temperatura. El valor nutricional de las hojuelas glaseadas a partir de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina) libre de gluten tuvo como resultado calcio 16.81mg, hierro 2.8mg, proteína 1.56%, vitamina C 9.5mg, fibra 0.50%, fosforo 120mg, zinc 0.13mg. El análisis microbiológico de las hojuelas de huitina indican estar dentro de los límites permisibles según Resolución Ministerial N° 451-2006/MINSA para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinado a programas sociales de alimentación indicando una buena higiene en la elaboración de los productos y estar apto para el consumo humano.

Palabras claves: hojuelas, *Xanthosoma sagittifolium*, papa huitina, libre de gluten.

## ABSTRACT

This research was made with the objective of determinate the technology for the elaboration of *Xanthosoma Sagittifolium* (Huitina Potato) gluten free glassed flakes. It is an alternative of alimentation specifically named "breakfast cereal". Food drying by plates, an experimental design was applied in a 55°C for 10 hours parameter. (Chirinos et. al, 2001), huitina flour contains 5.22 total fiber, 17% vitamin C, 6.3mg of iron, 62.5mg of calcium, 290mg of phosphorus, 220.4mg of potassium, 0.02mg of copper and 0.03mg of zinc. For the flakes' elaboration an experimental design of two factors was used, F1: 20%, 25% and 30% of Huitina flour concentration respectively. F2: Time and temperature. Nutritional value of gluten free *Xanthosoma Sagittifolium* (Huitina Potato) glassed flakes as a result has 16.81mg of calcium, 2.8mg of iron, 1.56% protein, 9.5mg of vitamin C, 0.50% fiber, 120mg of phosphorus, 0.13mg of zinc. Microbiologic analysis of Huitina flakes indicates it being inside the permissible limits according to Sanitary Norm for Food Fabrication from Grain and others, destined to social alimentation programs (451-2006/MINSA) indicating well hygiene in the manufacturing of the product and being able for human consumption.

Keywords: flakes, *Xanthosoma sagittifolium*, huitina potato, gluten free.

## INTRODUCCIÓN

Las raíces, tubérculos y rizomas alimenticios forman el principal y más económico recurso energético en la dieta de los pueblos tropicales. Su importancia en el Perú y el mundo es creciente ya que, aparte de su empleo tradicional en la alimentación humana, hoy día han adquirido, gracias al desarrollo científico y tecnológico, gran valor económico, estratégico y agroindustrial (Montaldo et al., 1992).

La Amazonía peruana es una de las regiones más ricas en diversidad biológica, entendida ésta como la riqueza de ecosistemas y de recursos genéticos expresados en especies de flora y fauna (Villarejo, 2005). Dentro de este grupo diverso de especies, se han identificado al género *Xanthosoma*, perteneciente a la familia Araceae. Varias especies son cultivadas por sus cormos ricos en almidón, y son una importante fuente de alimento en varias regiones. Son conocidas como mafafa, otoa, malanga, cocoñame, ocumo, bore, yautía, chonque, macabo, rascadera, que quisque, tania y en nuestra región, papa huitina.

Para el hombre, el almidón es el biopolímero más importante, ya que constituye parte fundamental de su dieta. Sin embargo, existen personas con intolerancias a algunos de estos almidones, llamadas celíacos. La enfermedad celíaca consiste en una intolerancia permanente al gluten, que produce una atrofia severa de las vellosidades intestinales en individuos con una predisposición genética a padecerla. El gluten, principal componente de la harina de trigo, el cual brinda elasticidad a esta harina muy consumida en el mundo; no es indispensable para el ser humano. Se trata de una mezcla de proteínas de bajo valor nutricional y biológico, con bajo contenido de aminoácidos esenciales, por lo que desde el punto de vista de la nutrición su exclusión de la alimentación no representa ningún problema. (Lamacchia et al., 2014)

El problema para estas personas no radica en los alimentos cuyo contenido de gluten se conoce, sino en aquellos que ocultan el gluten y en los que esta proteína no es fácilmente detectable. Por lo tanto, el único tratamiento para esta enfermedad es una dieta libre de gluten, usando otros granos como yuca, arroz, maíz, etc. Quienes padecen este trastorno tienen pocas opciones alimenticias, es por ello, que se requieren soluciones tecnológicas creativas para hacer disponibles, para los

celiacos, productos alimenticios con las propiedades necesarias y sin comprometer su salud. La dieta libre de gluten es una de las tendencias de mayor crecimiento alrededor del mundo, muchos consumidores preocupados por su salud están eligiendo un estilo de vida libre de gluten. Esta progresión, en combinación con el incremento de diagnósticos de enfermedad celiaca, es tendencia en varias ciudades más allá de los Estados Unidos. A medida que el mundo sigue adoptando el estilo de vida libre de gluten, los fabricantes de alimentos, restaurantes y nutricionistas están manteniéndose al día sobre las últimas investigaciones para satisfacer la demanda de los consumidores con o sin la enfermedad celíaca (EC).

Mundialmente la industria del almidón y las harinas ha estado limitada a unos pocos cultivos tradicionales, maíz, papa, trigo, arroz y yuca. Desde hace algún tiempo se ha venido estudiando la incorporación en productos alimenticios, de materias primas no convencionales, provenientes de raíces y tubérculos de origen local, que sean de importancia comercial y nutricional. La especie *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina) una planta cuya raíz es importante, sobre todo entre los agricultores que tienen bajos ingresos económicos en la región Loreto. Sin embargo, las opciones de utilización de la papa huitina se limita principalmente al consumo de secciones, tanto como todo el tubérculo hervido o machacado, lo que hace que sea un cultivo subutilizado. Se pretende promover la elaboración de productos de uso diario libres de gluten en Loreto para beneficio de la comunidad celiaca e impulsar la incorporación de alimentos específicos libres de gluten en supermercados, tiendas y almacenes en general. Al ser un cultivo que no posee gluten en su composición motivó a elaborar harina y su utilización en la preparación de hojuelas glaseadas instantáneas para desayunos, para así darle un valor agregado al cultivo, además de obtener un producto que puede ser consumido por la comunidad celiaca.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. ANTECEDENTES

Ejoh *et al.* (2013) en Nigeria, determinaron las propiedades fisicoquímicas y de aglutinamiento de la harina de cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) y su idoneidad y aceptabilidad para la elaboración de galletas. Las variedades roja y blanca del tubérculo fueron procesadas en harinas mediante el método de secado al sol. Se utilizó harina de cocoyam y de trigo en ratios de sustitución de 10:90, 20:80, 50:50 y 100% para la preparación de galletas y su correspondiente evaluación sensorial; la cual dio como resultado que las galletas con el 10% de sustitución tienen mayor grado de aceptabilidad.

Palomino *et al.* (2010), en Caracas, Venezuela, evaluaron las características físicas externas de los tubérculos de ocumo criollo (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) y ocumo chino (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), elaborar harinas tanto de la parte comestible como de la cáscara, y extraer, purificar y caracterizar sus harinas y almidones. Ambos tubérculos mostraron diferencias significativas en la composición proximal, perfil mineral y propiedades físicas de sus harinas de cáscara y de la parte comestible. El almidón extraído de ambos tubérculos mostró un alto grado de pureza (99,4 a 99,6%), con un contenido de amilosa promedio de 12,7 y 26,2% para los ocumos chino y criollo, respectivamente.

También, estos almidones presentaron alta temperatura inicial de gelatinización (77,3 y 78,9°C), resistencia a la desintegración mecánica, gran estabilidad a la cocción, muy consistentes, alta tendencia a la retrogradación y comportamiento pseudoplástico no-Newtoniano. En el almidón de ocumo criollo se observó mayor porcentaje de partículas granulares con un tamaño entre 10,4 -16,2 µm. Los gránulos del almidón de ocumo chino presentaron una distribución bimodal del tamaño de partículas, uno de los gránulos individuales y otra de la aglomeración de los mismos.

Aráuz y Ñurinda (2009) en Managua, Nicaragua, analizaron el potencial existente en el desarrollo de un nuevo producto agroindustrial tipo Snacks con base en Malanga como materia prima. Este análisis pretende mostrar el



aprovechamiento existente de este tubérculo en la industria alimenticia nacional a través de la caracterización de los aspectos fisicoquímicos y microbiológicos del producto terminado; por medio del desarrollo del proceso tecnológico para la transformación y por medio del análisis de la oportunidad en el mercado a través de un análisis sensorial del tipo descriptivo. Todos estos aspectos descritos, permiten detallar que los Snacks de malanga tienen un alto potencial de aceptación ya que los datos arrojados por el análisis sensorial demuestran que las características fisicoquímicas del producto son del gusto y agrado de los consumidores o mercado meta.

Chirinos *et al.* (2001) en Iquitos, Perú, evaluaron en la producción de galletas, las harinas extraídas de cinco especies de la biodiversidad vegetal amazónica: sachapapa morada (*Dioscorea decorticans*), sachapapa blanca (*Dioscorea trifida*), pituca (*Colocasia esculenta* L. Schott), pijuayo (*Bactris gasipaes* HBK) y pan del árbol (*Artocarpus comunis* F.) como harinas sucedáneas. Se obtuvieron resultados satisfactorios en la producción de las galletas, con la sustitución del 30% de la harina de trigo por la harina de sachapapa morada, sachapapa blanca, pituca y pijuayo.

El pan del árbol tiene muy bajo rendimiento de harina (29%) y no dio buenos resultados al sustituir a la harina de trigo en la producción de galletas. El rendimiento de harina de la sachapapa blanca fue del 54%, sachapapa morada 56%, pituca 54% y pijuayo 43%.

Bustos y Marapara (2016) en Iquitos, Perú analizaron la factibilidad de la elaboración de galletas tipo cracker y semidulce con harina de pituca (*Colocasia esculenta*), evaluando los parámetros para el secado en bandejas de la pituca para la elaboración de la harina, siendo el parámetro óptimo de secado de 60°C por 6 horas. Para la elaboración de galletas se utilizó un 12% de sustitución para las galletas cracker y un 8% de sustitución para las galletas semidulces.

## 1.2. BASES TEÓRICAS

### 1.2.1. *Xanthosoma sagittifolium* (Papa Huitina)

La "papa huitina", científicamente conocida como *Xanthosoma sagittifolium* es una planta originaria de América central y meridional. Este tallo comestible se confunde en ocasiones con el que en la Amazonía Peruana se denomina "pituca" (*Colocasia esculenta*). Es originario de América del Sur y se cultiva desde tiempos precolombinos; de ahí se extendió por las Antillas y Mesoamérica y después de los siglos XV al XVI llegó a África Occidental; mientras que la "pituca" o llamado también en Venezuela como "ocumo chino" procede de Asia. No obstante, ambas especies son llamadas en muchas partes con el mismo nombre y empleadas en platos similares o como sustitución del otro.

Montaldo *et al.* (1991) señala que *Xanthosoma sagittifolium* se cultiva en muchas islas del pacífico, incluyendo a Nueva Guinea, Nueva Caledonia, Nuevas Hébridas, Fiji, Ponape, Haití, etc. En América tropical hay cerca de 40 especies de *Xanthosoma*, y se las consideran las plantas cultivadas más antiguas del mundo. Son conocidas como: ocumo, ocumo común (Venezuela), macal (México, Yucatán), quiscamote (Honduras), tiquizque, queiquexque (Costa Rica), otó (Panamá), uncucha y papa huitina (Perú), gualuza (Bolivia), malangay (Colombia); portugués: taioba, mangareto, mangarito, mangarás (Brasil); francés: chou Caribe (Antillas) e inglés: cocoyam, tania, tanier.

#### 1.2.1.1. Botánica

Morfológicamente es una planta herbácea de aproximadamente 2m de altura, suculenta, sin tallos aéreos. Las hojas provienen directamente de un cormo subterráneo, el cual es más o menos vertical, donde se forman cormelos laterales y horizontales, que son los comestibles.

Los cormelos poseen una corteza color marrón oscuro, pulpa blanca o amarilla, tienen anillos o nudos y en cada uno de ellos van insertas

yemas. Hojas grandes, sagitadas, de base cordiforme. Flores en espigas o espádices, cubiertas de una espata de color verde pálido; en la parte femenina la base es tan larga como la masculina. La inflorescencia es toda fértil. El fruto es una baya, considerándose su producción más bien escasa. La duración del ciclo productivo es de 270 a 330 días; durante los seis primeros meses se desarrollan cormos y hojas. El cormo corresponde al tallo de la planta y es cilíndrico esférico; los cormelos tienen forma de maza y se pueden considerar ramificaciones. Referente al crecimiento y desarrollo de la huitina, estudios siguieron que tiene una productividad fotosintética desmedida por la continua producción de grandes hojas y propone el uso de reguladores de crecimiento para aumentar la iniciación de los cormelos, reducir el crecimiento vegetativo y favorecer finalmente el crecimiento de los cormos. (Montaldo et al., 1991)



Figura 1: *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina)

#### 1.2.1.2. **Clima y suelo**

Las especies de *Xanthosoma* son plantas de la selva tropical lluviosa, que, aunque en su hábitat natural crecen bajo el dosel del bosque, en cultivo se siembran por lo común a pleno sol. La temperatura media aproximada para su crecimiento óptimo de 25 °C y mínima de 18°C.

Requiere suelos bien drenados, arenosos, francos hasta arcillosos, que posean cierta proporción de materia orgánica, con una buena

retención de agua pero que no se formen charcos, con un pH óptimo de entre 5.5 a 6.5. (Montaldo et. al, 1991)

Requiere de clima cálido, húmedo con temperaturas que fluctúan entre los 20°C y 30°C, con buena luminosidad. Es una planta de fotoperiodo corto a medio para obtener una producción adecuada de cormelos, entre 12 a 14 h, no tolera bajas temperaturas y se debe cultivar en altitudes de los 1.000 metros sobre el nivel del mar, con una humedad relativa del 70% al 80%, el requerimiento de precipitación de lluvias está alrededor de los 1.500 a 2.000 mm (Giacometti y León, 2009)

### **1.2.1.3. Cultivo**

Es un cultivo de fácil propagación vegetativa debido a la existencia de abundantes yemas en sus estructuras subterráneas y en la parte aérea del cormo.

#### **1.2.1.3.1. Plantación**

Los suelos se deben preparar con labores adecuadas de aradura, rastraje y micronivelación. La época de plantación dependerá del inicio de la estación de lluvias, para lograr una buena emergencia de plantas. Si dispone de riego, la plantación podrá adelantarse, o bien si el agua es suficiente esta labor podrá hacerse en cualquier época del año. La plantación se hace en hoyos, que se recomienda abonar para obtener mejores resultados, o bien en surcos o camellones, en caso de cultivos comerciales. Las distancias pueden ser de 60 x 100, 90 x 90 o 150 x 150 cm, entre y sobre las hileras. En muchas regiones se acostumbra el cultivo intercalado con café, cacao, cítricos o banano. Las labores de cultivo pueden consistir en 2 o 3 aporques junto con la "limpia" manual de malezas. En caso de no hacerse el aporque, las plantas desarrollan una gran proliferación de

hijuelos, que producen grandes macollas, lo cual va en detrimento de la formación de cormelos.

Esto se debe a que cada hijuelo proviene del crecimiento de la yema terminal de un cormelo hacia el exterior que, de haberse aporcado, hubiera continuado su engrosamiento. La misma recomendación en el uso de herbicida indicada para taro es aplicable para el ocumo. (Montaldo, 1991)

#### **1.2.1.3.2. Cosecha**

Cuando las hojas basales se ponen amarillas y el suelo comienza a cuartearse, se produce la madurez de los cormelos; esto ocurre aproximadamente en 9-12 meses. La cosecha se hace normalmente en forma paulatina, de acuerdo con las exigencias del mercado. En algunas partes se hace la castración del cultivo, es decir, se realiza una cosecha parcial de cada planta; esto no es recomendable en cultivos comerciales. Es conveniente dejar al sol por uno o dos días los cormelos recién cosechados, a fin de facilitar la limpieza de la tierra que pueda llevar adherida. A veces se elimina el follaje una semana antes de la cosecha. (Montaldo, 1991)

#### **1.2.1.4. Enfermedades**

Los organismos: *Cercospora verruculosa*, *Cercospora chevalieri*, *Punctellina solteroi* y *Sclerotium rolfsii*, que afectan el ocumo. El hongo del género *Phythium* es común como parásito de este cultivo en los trópicos.

También se ha encontrado el virus del taro, que ataca tanto a las plantaciones de ocumo o yautía (*Xanthosoma sagittifolium*) como de taro (*Colocasia esculenta*) en los cultivos de Venezuela. Las plantas enfermas son menos vigorosas y a veces presentan el follaje

variegado. La transmisión de este organismo se efectúa mediante áfidos. (Montaldo, 1991)

#### **1.2.1.5. Plagas**

En Puerto Rico una chinche pequeña y delicada de alas de encaje blanco, *Cory thuca gossypii* (*Hemiptera Tingidae*) que se cría en la cara inferior de las hojas del ocumo; las ninfas y los adultos son chupadores.

También a *Pentalonia nigronervosa* (*Homoptera-Aphididae*), que se encuentra a ras de la tierra sobre los tallos del ocumo. Se han determinado como plagas en ocumo: *Lygyrus ebenus* (*Coleoptera-Scarabeidae*); *Coballus cannae* (*Lepidoptera Hesperidae*); *Cacographis ortholatis* (*Lepidoptera-Noctuidade*); y *Graphocephala propior* (*Homoptera Aphididae*). En cultivos ubicados en Uraba-Colombia, se ha encontrado; áfidos, chinche que se cría en colonias en el reverso de las hojas; también se ha encontrado una larva blanca (*Piralidae*) que ataca las plantas nuevas, especialmente el "cogollo", penetrando hasta el cormo central, lo que finalmente produce la muerte de la planta. (Montaldo, 1991)

#### **1.2.1.6. Almacenamiento**

El ocumo presenta mucho mejores condiciones de conservación en ambiente natural que el taro; lo mismo ocurre a bajas temperaturas. En ambiente natural (26°C y 75% de humedad relativa) la brotación comienza a las seis semanas. A temperatura de 7°C y 80% de humedad relativa se mantienen los cormos sin brotar, y conservan las condiciones culinarias hasta por 18 semanas. Los campesinos tienen dos métodos para guardar el ocumo: uno consiste en enterrar los cormos y cubrirlos con una capa de tierra con cierto grado de humedad; el otro, en rebanar los cormos y secarlos al sol. (Montaldo, 1991)

## Composición

Tabla 1: Composición química de (*Xanthosoma sagittifolium*):

		Cormelos pulpa	Cormelos cáscara	Como total
Proteína cruda	%	6.6 – 8.9	5.1 – 9.6	10.2 – 19.5
Extracto etéreo	%	0.4 – 0.7	0.5 – 0.9	0.5 – 1.3
Fibra cruda	%	1.5 - 2.4	4.1 – 6.8	5.2 – 7.4
Ceniza	%	4.7 – 5.9	8.2 – 11.7	5.5 – 8.8
Extracto libre de nitrógeno	%	81.9 – 85.9	72.4 – 80.9	64.7 – 78.3
Ca	%	0.3 – 0.9	0.1 – 0.2	0.2 – 0.3
P	%	0.2 – 0.6	0.1 – 0.3	0.4 – 0.6
K	%	1.1 – 2.0	1.5 – 3.1	1.1 – 2.1
Mg	%	0.1 – 0.1	0.1 – 0.1	0.2 – 0.4
Na	%	0.2 – 0.3	0.1 – 0.2	0.2 – 0.4
Fl	ppm	100 – 285	877 – 2107	114 - 309
Zn	ppm	24 – 43	11 – 45	50 – 178
Cu	ppm	8 – 20	16 – 22	22 - 24

Fuente: (Montaldo, 1991)

Tabla 2: Análisis proximal de (*Xanthosoma sagittifolium*) por 100 g de porción comestible (Uso humano). Base húmeda

Composición		Cormelo crudo	Cormelo cocido
Humedad	g	71.9	72.0
Proteína	g	1.7	1.0
Grasa	g	0.8	0.2
Carbohidratos	g	23.8	25.7
Fibra	g	0.6	0.4
Cenizas	g	1.2	0.7
Ca	mg	22.0	26.0
P	mg	72.0	32.0
Fe	mg	0.9	0.6
Vit. A. Retinol	mcg-meq	3	
Tiamina	mg	0.12	0.08
Riboflavina	mg	0.02	0.01
Niacina	mg	0.6	0.4
Acido ascórbico	mg	6	
Energía	Mcal/kg seco	3808	3892

Fuente: (Montaldo, 1991)

#### **1.2.1.7. Utilización**

Los cormelos cocidos de ocumo constituyen un excelente alimento. Las hojas se consumen hervidas como espinacas. La harina que se hace en las Antillas moliendo los trozos secos de ocumo, es más nutritiva que la torta de casabe hecha de yuca, y contiene 'menos cantidad de fibra cruda. También se ha investigado que la preparación de cormelos para la alimentación pueden ser: hervidos, asados o tostados. Además, se pueden preparar ocumos en rodajas (tostones), pero en este caso sería recomendable sancocharlos antes de freírlos.

Como otra alternativa de utilidad se preparó puré con harina de ocumo; mostró una homogeneidad y calidad comestible similar al de papa. Igualmente preparó pastas que resultaron positivas en cuanto a aspecto, color, sabor, textura, homogeneidad, consistencia y aceptación. (Montaldo, 1991)

#### **1.2.1.8. Usos alimentarios**

La planta de *Xanthosoma sagittifolium* tiene rafidias de cristales de oxalato de calcio en todos sus órganos incluido el cormo, razón por la cual la ingestión de sus tejidos frescos ocasiona irritación en la boca y garganta, de manera que el cormo se cocina para ser consumido como una fuente energética, dado que la cocción disminuye el contenido de oxalato de calcio (Iwuoha y Kalu, 1995).

Los cormos de esta especie pueden pelarse y secarse para producir harina, la cual es más nutritiva que la harina de yuca, aunque su sabor es semejante (Odeku, 2013). Sus cormos y cormelos tienen almidón de alta digestibilidad, y razonables contenidos de calcio, fosforo, vitamina A y B, pudiendo ser una buena base de alimentación para los niños (Ojinnaka et al. 2009).

Si bien la fracción de proteínas es baja, de 1-3%, los cormos y cormelos son buena fuente de nutrientes minerales esenciales como K (15439.4 mg/kg), Fe (45.46 mg/kg), Zn (18.33 mg/kg), y Ca (134.77



mg/kg), y se ha encontrado variación en las composiciones minerales que se ha atribuido a factores como clima, suelo y estacionalidad (Mwenye et al. 2011).

La alta viscosidad de las harinas obtenidas del cormo de *X. sagittifolium* lo hace preferible para horneados como pan y diferentes tipos de galletas (Nwanekezi et al. 2010). Se ha encontrado que el pan producido a partir de las harinas de esta especie es comparable al producido con harina de trigo en la composición de vitaminas, minerales, carbohidratos, grasas y proteínas, pero requiere de la incorporación de un ligante y de aditivos para prolongar su vida útil.

Aunque posea similar cantidad de carbohidratos que otras farináceas, algunos expertos consideran que el ocumo es recomendado para niños pequeños y personas con alergias alimentarias, pues sus partículas de almidón, al ser muy pequeñas, son más digeribles. Y aunque su contenido de proteínas es relativamente bajo, tiene más que otros tubérculos. También posee una alta cantidad de minerales, superada solamente por la yuca.

### 1.3. DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS

#### 1.3.1. Deshidratación de alimentos

##### 1.3.1.1. Concepto

La deshidratación es una de las técnicas más ampliamente utilizada para la conservación de alimentos (Nijhuis et al., 1996).

El secado al sol de frutas, granos, vegetales, carnes y pescados ha sido ampliamente utilizado desde los albores de la humanidad, proporcionando al hombre una posibilidad de subsistencia en épocas de carencia de alimentos (Fito et al., 2001).

Durante el secado de las frutas y hortalizas se produce una serie de cambios en sus componentes originales, los cuales afectan en la calidad del producto final. Una de las variables más importantes, en el secado por aire caliente, es la temperatura, influyendo no sólo en el tiempo de secado sino en las reacciones degradativas que afectan las propiedades organolépticas y el valor nutricional de los mismos. (Potter y Hotchkiss, 1999).

Son ampliamente conocidas las ventajas de los alimentos deshidratados ya que al reducir el contenido de humedad de ellos se previene el crecimiento de microorganismos y se minimizan las demás reacciones que los deterioran (Doymaz y Pala, 2003).

El sabor, color, textura, aroma y propiedades de rehidratación, son los atributos de calidad más importantes en los alimentos deshidratados. La selección de las condiciones de secado apropiadas es necesaria para minimizar el choque térmico, eliminar el resecado y mantener los componentes que determinan la calidad del producto final (Barbosa y Vega, 2000).

El secado de los alimentos reduce su volumen y peso lo que influye en una reducción importante de los costos de empaque, almacenamiento y transporte.

Los productos secos además permiten ser almacenados a temperatura ambiente por largos períodos de tiempo de 120 a 150 días (Jayaraman y Das Gupta, 1995).

#### **1.3.1.2. Naturaleza del agua en un alimento**

El agua es el constituyente más abundante en los alimentos y a ella se debe gran parte de las cualidades físicas, químicas y sensoriales de los mismos. Sin embargo, el agua también es

la causante de la naturaleza perecedera de los alimentos y, gracias a ella, pueden realizarse multitud de reacciones químicas y enzimáticas (Colina, 2010).

Un aspecto fundamental en la conservación de alimentos es conocer cómo está ligada el agua en el alimento más que la cantidad de agua que realmente contiene (Barbosa y Vega, 2000). Se considera que el agua contenida en los alimentos se encuentra adsorbida en capas y puede clasificarse en tres tipos de agua que son: (Colina, 2010).

#### **1.3.1.2.1. Agua Ligada**

Esta mucho menos disponible para todo tipo de reacciones, se encuentra más unida al alimento en interacciones con los componentes del mismo. Sin embargo, el agua ligada está más o menos fuertemente unida, de tal forma que el estado del agua presente en un alimento es tan importante, para la estabilidad del mismo, como su contenido total. (Cheftel, 1976).

#### **1.3.1.2.2. Agua débilmente ligada**

Las moléculas de agua se encuentran unidas por puentes de hidrógeno de grupos hidroxílicos y amino, así como a otras moléculas de agua en múltiples capas adyacentes a los solutos. (Colina, 2010).

#### **1.3.1.2.3. Agua libre**

Es la que se encuentra disponible para que sucedan todo tipo de reacciones. (Cheftel, 1976). Es agua retenida físicamente por las membranas celulares, además de que se comporta como agua pura. (Colina, 2010) y es la que principalmente se elimina durante los procesos de conservación. (Cheftel, 1976).

### **1.3.1.3. Deshidratación por Charolas (bandejas)**

Consiste en cámaras o gabinetes aislados que contienen charolas sobre las que se coloca una o más capas del producto por deshidratar y se hace circular aire caliente, ya sea con flujo paralelo o con flujo transversal al producto.

De manera opcional, en el caso de aire paralelo al producto y forzosamente en el de aire transversal al producto, las charolas poseen un fondo de malla para permitir el paso del aire a través de ellas, obteniéndose tiempos de deshidratación más cortos debido a la mayor área superficial expuesta al aire. (Colina, 2010).

Los calentadores de aire pueden ser quemadores de gas directo, serpentines de vapor, intercambiadores o calentadores eléctricos. (Brennan *et al.*, 1990). El ventilador colocado en la parte superior hace circular el aire por los calentadores y después entre las bandejas, con la ayuda de unos deflectores montados convenientemente.

El calentador está constituido por un haz de tubos en cuyo interior circula normalmente vapor de agua. Por el conducto de salida se evacua constantemente aire húmedo, mientras que a través de la abertura entra aire fresco. El calor del medio de secado (aire caliente) se transmite al producto por convección; la corriente de convección pasa sobre el producto, no a través del mismo. El aire debe circular sobre la superficie del producto, a relativamente alta velocidad para aumentar la eficacia de la transmisión de calor y de la transferencia de masa.

La velocidad de aire entre las bandejas varía con el tipo de producto, oscilando normalmente entre 1 y 10 m/s. Se consiguen velocidades de evaporación de 0.1 a 1 kg de agua/h.m<sup>2</sup>, con espesores de lecho entre 10 y 100 mm. Los

rendimientos térmicos de estos secaderos suelen estar comprendidos entre el 20 y el 60%, pudiendo ser más bajos. Para mejorar este rendimiento se recircula la mayor parte del aire, introduciéndose aire fresco hasta un 15% del total del aire recirculado. (Abril y Casp, 1999).

En la mayoría de los casos los secaderos de bandejas operan por cargas, además tienen la desventaja de no secar el producto uniformemente, dependiendo de su posición en el secadero (Heldman y Singh, 1998).

Esta falta de uniformidad es principalmente resultado del movimiento no uniforme del aire dentro del deshidratador. Para evitar esto y lograr un proceso de deshidratación uniforme en todo el producto, es importante eliminar las bolsas de aire estancado y mantener una temperatura uniforme en todo el deshidratador, lo cual se logra haciendo pasar grandes volúmenes de aire a velocidades relativamente altas sobre las charolas. (Colina, 2010).

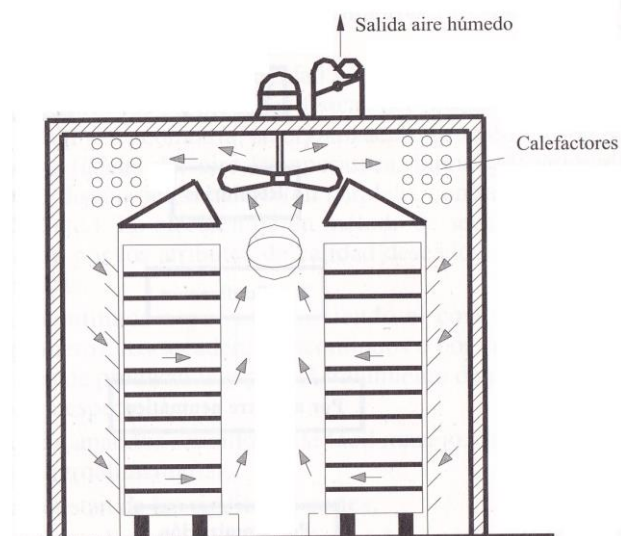


Figura 2: Esquema de un secadero de bandejas (Abril y Casp, 1999).

El secadero de bandejas se emplea cuando se requiere deshidratar diversos tipos de alimentos: zanahorias, espinacas, ajo, perejil, judías verdes, champiñones, cebollas,

guisantes, frutas, carne y sus productos, etc., o bien, cuando el volumen del producto por deshidratar es pequeño o estacional (Colina, 2010).

En general se aplica cuando la capacidad necesaria no excede de 20 a 50 Kg/h de producto seco. En este tipo de secaderos se pueden tratar prácticamente cualquier producto, alimentos de cualquier tamaño y forma, pero a causa de la mano de obra requerida para la carga y descarga, su operación resulta costosa para su baja capacidad de producción. Sin embargo, su polivalencia y la buena calidad de los productos. (Abril y Casp, 1999).

Cuando el producto alcanza el grado de deshidratación requerida, el gabinete se abre y las charolas se reemplazan con otra que contienen nuevo producto por deshidratar. Los deshidratadores de este tipo son relativamente baratos de construir y requieren bajos costos de mantenimiento. Sin embargo, su operación es costosa debido a la baja economía calorífica y los altos costos de mano de obra (Colina, 2010).

#### **1.3.1.4. Cinética de secado**

Ocon-Tojo (1970), define la velocidad de secado como la pérdida de humedad del sólido húmedo en la unidad de tiempo, y más exactamente por el cociente diferencial ( $-dX/dT$ ) operando en condiciones de temperatura, presión, humedad y velocidad constante con el tiempo.

##### **1.3.1.4.1. Periodos de secado**

Según Ocon-Tojo (1970) los periodos de secado representan la humedad del sólido frente al tiempo, operando en condiciones constantes de secado y circulando el aire sobre el objeto a secar, se tienen curvas del tipo indicado en la figura N° 0X.

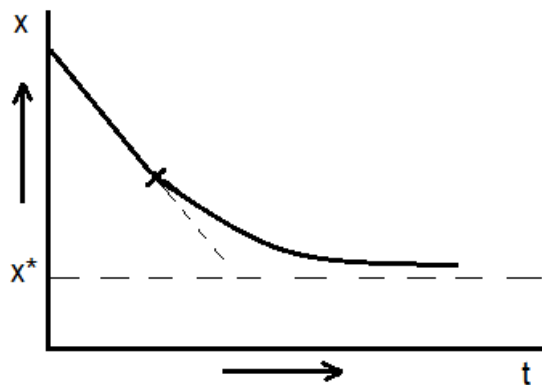


Figura 3: Humedad del sólido frente al tiempo.

En la que figura se puede observar que al principio la humedad del sólido disminuye linealmente con el tiempo de secado (porción recta de la figura), o lo que es lo mismo durante este periodo la velocidad de secado ( $dX/dT$ ) permanece constante; este periodo continúa hasta que la humedad del sólido alcanza un valor crítico, a partir de la cual la velocidad de secado disminuye, anulándose cuando la humedad del sólido alcanza el valor de equilibrio con el aire en las condiciones constantes de operación, es decir cuando la humedad libre es cero.

En la figura N° 03 los datos obtenidos para la velocidad de secado:

$\left(-\frac{dX}{dT}\right)$  o  $\frac{S}{A}\left(-\frac{dX}{dT}\right)$  Frente a la humedad, para distintos tipos de materiales según el mecanismo de secado. En la figura se presentan dos tramos diferentes: uno que corresponde al periodo de velocidad constante y otro a un periodo de velocidad decreciente. El periodo de secado a velocidad constante va desde la humedad inicial  $x_0$  hasta la humedad crítica  $x_c$ . El valor de la humedad crítica depende de las condiciones del aire de secado y del espesor del material a secar. Para la mayor parte de las sustancias este valor ha de determinarse experimentalmente. El periodo de velocidad decreciente se extiende desde la humedad crítica  $x_c$  hasta la humedad final del sólido  $x_f$  cuyo valor límite es  $x^*$ .

Se denomina tiempo crítico de secado al tiempo de secado necesario para que la humedad del sólido descienda desde su valor inicial hasta el crítico.

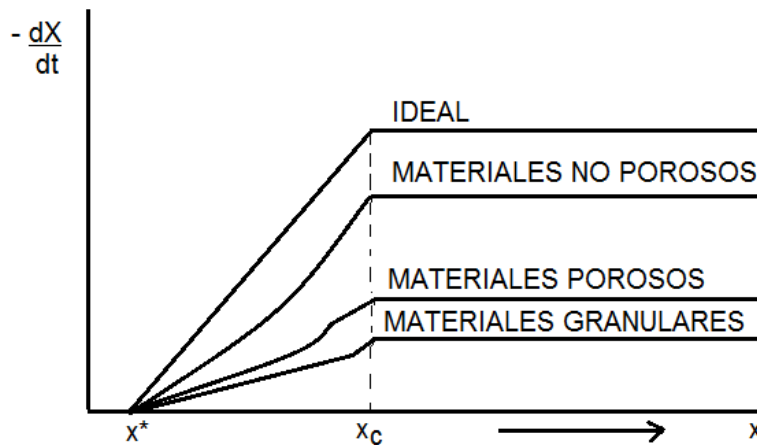


Figura 4: Velocidad de secado para distintos tipos de materiales.

Según Bustos y Marapara (2016), los pasos a seguir son los siguientes:

Los datos que se obtienen del experimento de secado por lotes se expresan como peso total  $W$  del sólido húmedo (sólido seco más humedad) a diferentes tiempos de “ $t$ ” horas en el periodo de secado. Estos valores pueden convertirse a datos de velocidad de secado con los siguientes procedimientos.

Se calcula la velocidad de secado conforme a la siguiente ecuación:

$$W = \frac{S}{A} \cdot \frac{dX}{dT} \quad (1)$$

#### 1.3.1.4.2. Determinación de Humedades

Ocon - Tojo (1970), presenta una serie de ecuaciones para el cálculo de humedades en el periodo de velocidad decreciente, estas son:

a) Humedad inicial ( $X_0$ ) = kg agua / kg sólido seco

$$X_0 = \frac{\text{peso inicial del sólido} - \text{peso del sólido seco}}{\text{peso del sólido seco}} \dots\dots\dots (2)$$



b) Humedad crítica ( $X_c$ ) = kg agua / kg sólido seco

$$X_c = \frac{(\text{peso inicial del sólido} - \text{peso del agua evaporada}) - L_s}{\text{peso del sólido seco}} \dots\dots$$

(3)

c) Humedad de equilibrio ( $X^*$ ) = kg agua / kg sólido seco

$$X^* = \frac{\text{peso humedad del sólido salida del horno}}{\text{peso del sólido seco}}$$

d) Humedad libre en el punto crítico ( $X_L$ )

$$(X_L) = \frac{\text{kg agua}}{\text{kg sólido seco}}$$

$X_L$  = humedad crítica - humedad de equilibrio

### 1.3.2. Hojuelas glaseadas

#### 1.3.2.1. Definición

Las hojuelas glaseadas son un tipo de cereal para desayuno listo para servir, el cual es un producto elaborado a partir de harinas, el cual ha sufrido un proceso de cocción y fabricación tales que, el producto final resultante es apto para ser consumido sin necesidad de cocimiento adicional. (COGUANOR 1990)

#### 1.3.2.2. Características

Los cereales para el desayuno listos para servir, deberán ser elaborados y envasados bajo condiciones sanitarias modernas de acuerdo con buenas prácticas de manufactura.

Deberán poseer buen olor y sabor característico, y deberán estar libre de: olor o sabor a moho o fermentado, sabor agrio o rancio, así como de otros olores y sabores indeseables.

Los productos podrán ser adicionados de sustancias nutrientes, tales como proteínas, vitaminas y minerales de

buena calidad, para reforzar en forma adecuada su valor nutritivo. (COGUANOR 1990)

### **1.3.3. Materiales e insumos utilizados en la elaboración de hojuelas glaseadas.**

#### **1.3.3.1. Harina de arroz**

Harina suave y liviana, extraída de la molienda y posterior tamizado del arroz, el cual conserva todas las cualidades del arroz. Se utiliza como reemplazo de la harina de trigo y se recomienda usar como ingrediente principal para la preparación de masas o como base para una pre mezcla. Es un tipo de harina libre de gluten.

#### **1.3.3.2. Harina de yuca**

La harina de yuca es muy popular en Latinoamérica, y se usa como espesante de salsas o como harina en la elaboración de panes y repostería.

La harina de yuca es muy rica en hidratos de carbono y no contiene gluten lo que hace son consumo apto para celíacos. Tiene buenas cualidades espesantes por lo que puede ser uno de nuestros recursos en la cocina para espesar salsas. No en vano, la tapioca, que tan buena consistencia da a sopas y salsas, no es sino almidón de yuca; o simplemente usarlo como sustituto de la harina de trigo, siempre teniendo en cuenta que la ausencia de gluten nos va a dar masas menos elásticas y esponjosas.

#### **1.3.3.3. Harina de soja**

La harina de soja es un tipo de harina obtenida a partir de granos enteros molidos de soja. Se usa en repostería y panadería. Tiene un alto porcentaje de proteínas. estos granos enteros, durante la molienda se les extrae el aceite de soja

(aprox 13%), antes de terminar el proceso como harina de soja. También es utilizada en la alimentación animal como suplemento, gracias a su gran contenido de proteína. (Green, 2001)

#### **1.3.3.4. Azúcar**

El azúcar proporciona un sabor dulce al producto, presenta un grado de solubilidad elevado y posee una gran capacidad de hidratación. Por lo cual se emplea en la elaboración de diversos productos alimenticios. (Cabezas, 2010)

Existen varias clases de azúcares que son clasificados de acuerdo a su naturaleza y calidad, pero la más empleada es la sacarosa. Es un hidrato de carbono de sabor dulce que se extrae de vegetales como la caña de azúcar o remolacha azucarera y en menor del sorgo azucarero.

El azúcar blanco es el más refinado y luego está el azúcar rubia, morena o negra que es el menos refinado. Tiene un sabor más intenso que la blanca y un color más oscuro. Tiene también un mayor porcentaje de vitaminas y minerales. Se suele utilizar en las masas integrales para intensificar el color y sabor. (Cabezas, 2010)

El azúcar utilizado en galletería debe tener la característica de menor granulometría, mientras menor sea el cristal más rápido será su disolución en la masa. (SENATI, 2000)

Dentro de las funciones de los azúcares es de brindar, dulzor y sabor para la estructura, dureza en masas cortas (de galletas dulces), da corrección de aromatizantes, ayuda a acelerar la fermentación y ayuda a dar coloración a la superficie durante el proceso de cocción (por reacción de Maillard). (SENATI, 2000)

#### **1.3.3.5. Agua**

Es un ingrediente particular en las masas de galletería. Es aditivo en el sentido de que es una sustancia no nutritiva, pero es más bien un catalizador ya que permite que se produzcan cambios en otros ingredientes, tanto para formar una masa como luego producir una textura rígida después de cocer, toda el agua añadida a la masa es eliminada en el horno. (Duncan, 1990)

#### **1.3.3.6. Lecitina**

Es una sustancia natural que se encuentra en la mantequilla, leche, yema de huevo y en diferentes granos, frutos secos y semillas.

La lecitina comercial, proviene casi en su totalidad de la soja, se extrae de la semilla con disolvente, pero su composición es variable y siempre contiene un porcentaje apreciable de aceite de soja. Es un fluido o pasta plástica, si se utiliza con exceso comunica un sabor desagradable. (Duncan, 1983)

#### **1.3.4. Enfermedad celiaca**

La enfermedad celíaca es una intolerancia permanente al gluten, proteína que forma parte de algunos cereales de la dieta, capaz de provocar una lesión severa de la mucosa del intestino, cuyas manifestaciones clínicas pueden ser variadas. En la forma llamada clásica los síntomas más llamativos son diarrea, malnutrición, distensión abdominal, rechazo del alimento y carácter huraño. La supresión del gluten mejora la sintomatología y normaliza la alteración intestinal, para volver a reaparecer cuando se reintroduce. (Alonso, 2006)

Según Alonso (2006) la frecuencia con que aparece la enfermedad también es variable en función a la cambiante sintomatología y las técnicas de diagnóstico empleadas. La enfermedad tiene un marcado

carácter familiar (5-10%) y concordancia en gemelos. Desde que se estudian los familiares asintomáticos de los celíacos por métodos incruentos, se piensa que la frecuencia está cercana a 1 por cada 200-300 nacidos vivos.

La mucosa intestinal es la capa interna del intestino, cuya función principal es absorber los nutrientes comprendidos en la dieta, una vez que han sido digeridos por las enzimas digestivas. Para incrementar la capacidad de absorción, el intestino dispone de una serie de adaptaciones que aumentan su superficie. En primer lugar, la longitud del mismo es muy grande, disponiéndose dentro de la cavidad abdominal como un tubo que se pliega en múltiples asas; además la mucosa tiene múltiples repliegues visibles a simple vista, cada uno de ellos tiene a su vez varias vellosidades (solo visibles al microscopio) y finalmente estas vellosidades están limitadas por las células absorbentes que aumentan su capacidad de absorción por unas microvellosidades (solo visibles en microscopía electrónica). (Alonso, 2006)

La ingesta de gluten por el enfermo celíaco provoca una lesión progresiva de las vellosidades y microvellosidades, cuya consecuencia más importante es la disminución de la absorción de nutrientes. Por ello, los síntomas fundamentales serán por un lado la malabsorción evidenciada en forma de heces anormales (diarrea), por la pérdida de nutrientes no absorbidos y la malnutrición por la limitación de la entrada de los mismos, con la ralentización progresiva de la ganancia en peso y talla. Junto a ello pueden aparecer otros síntomas derivados de la pérdida de la función de barrera que también tiene el intestino. Ello explica en parte la inapetencia, las alteraciones del carácter e incluso la mayor tendencia a padecer ciertos tipos de tumores. (Alonso, 2006)

Los síntomas son más importantes cuanto menor es la edad del niño, debido a la escasa capacidad de reserva del intestino restante. Por el contrario, cuando el intestino crece y madura, los celíacos que

ingieren gluten es posible que no evidencien esta sintomatología, ya que son capaces de absorber los nutrientes en los metros de intestino que aún no se han lesionado. Por ello, en estos casos, los síntomas pueden ser mínimos o bien afectar a la carencia de alguno de los nutrientes (hierro, fundamentalmente) o incluso no evidenciar ninguna alteración (formas asintomáticas). (Alonso, 2006)

Se distinguen los siguientes tipos de enfermedad celíaca:

Enfermedad celíaca clásica: incluye los casos de enteropatía sensible al gluten con sintomatología clínica, típica o no, y biopsia intestinal alterada, en individuos genéticamente predispuestos. (Polanco, 2000)

Enfermedad celíaca potencial: dentro de este término incluiríamos a todos aquellos individuos con predisposición genética a padecer la enfermedad; sin embargo, no tienen ningún dato real para dicho diagnóstico. (Polanco, 2000)

Enfermedad celíaca silente: incluye los casos de enteropatía sensible al gluten que no presenta sintomatología, aunque la biopsia intestinal está alterada y la genética sea positiva (por ejemplo, los familiares de niños con enfermedad celíaca). (Polanco, 2000)

Enfermedad celíaca latente: en esta forma, los individuos genéticamente predispuestos tienen una biopsia normal, aunque tomen gluten, pero, o bien previamente fueron diagnosticados ya de celíaca con una biopsia, cuya lesión se recuperó o bien se les hizo previamente un estudio en el que se demostró que no eran celíacos (por ejemplo, familiares de un enfermo), pero en una época posterior aparece la lesión típica de la enfermedad celíaca. (Polanco, 2000)

Alonso (2006) indica que existen por lo menos cuatro naturalezas importantes en esta enfermedad:

1. La predisposición genética de los individuos que la padecen, merced a la cual sólo los sujetos que han heredado esa predisposición pueden desarrollar la enfermedad.

2. La intolerancia al gluten. El gluten, proteína contenida en la harina de ciertos cereales: principalmente el trigo, pero también la cebada, centeno y avena. Solamente en aquellos sujetos que, estando predispuestos, siguen una dieta libre, se producirá lesión en su intestino.
3. Su carácter permanente. Es decir, la celíaca no se cura, y el riesgo de lesión intestinal, aunque en ocasiones no de síntomas, permanece para toda la vida. Por ello, la supresión del gluten de la dieta debe mantenerse durante toda la vida.
4. La normalidad del enfermo celíaco cuando deja de ingerir el gluten. Es curioso que sea una de las pocas patologías que se denominan "enfermedad", a pesar de que tal como se ha podido comprobar, muchos de los enfermos permanecen asintomáticos (bien porque eliminan el gluten de la dieta, bien porque son capaces de compensar la lesión intestinal -la enteropatía- sin dar síntomas). En todo caso la supresión absoluta del gluten de la dieta no sólo elimina los síntomas, sino que permite un crecimiento y desarrollo normales, sin modificar la calidad y expectativa de vida.

## **CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### 2.1. Formulación de hipótesis

Las hojuelas glaseadas elaboradas a partir de la harina de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina) libres de gluten son de alto valor nutricional y pueden ser consumidos por todas las personas.



## 2.2. Variables y su Operacionalización

Tabla 3: Variables y su Operacionalización

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categorías	Valores de las categorías	Medio de verificación
Formulación	Aplicación de la fórmula, según la concentración de harina de huitina, para la elaboración de hojuelas.	cuantitativo	Concentración	discreto	porcentaje	20, 25, 30	Reporte de proceso
Tratamiento térmico	Temperatura, para adquirir la textura crujiente de las hojuelas	cuantitativo	Temperatura	discreto	Grados centígrados		Reporte de proceso
Hojuelas Glaseadas	Se conoce popularmente como cereal para desayuno, o simplemente cereal, es un producto alimenticio empaquetado, en formas de hojuelas o copos, que se comercializa para ser consumido en el desayuno. Generalmente se consume frío, servido con un líquido como leche o agua. Ocasionalmente se le agrega nueces o frutas.	cuantitativo	Análisis sensorial	nominal	Dulzor	Me gusta extremadamente Me gusta mucho Me gusta moderadamente Me gusta poco No me gusta ni me disgusta Me disgusta poco Me disgusta moderadamente Me disgusta mucho Me disgusta extremadamente	Prueba de aceptabilidad
					Sabor		
					Textura		
					Color		
					Olor		
		Apreciación Global					
		cuantitativo	Análisis Físicoquímico	continuo	Humedad	Según norma técnica: Humedad: 5% Acidez: 1.5%	Informe de análisis
					Ceniza		
					Grasa		
					Proteína		
					Acidez		
					pH		
					Sólidos Solubles		
					Fibra Total		
					Fibra Soluble		
Carbohidratos							
Vitamina C							
Hierro							
Calcio							
Fósforo							
Magnesio							
Manganeso							
Sodio							
Potasio							
Cobre							
Zinc							
cuantitativo	Análisis Microbiológico	continuo	Aerobios mesófilos	<10 <sup>4</sup> ufc	Informe de análisis		
			Mohos	<10 <sup>2</sup> ufc			
			Coliformes Totales	<10 ufc			
			Bacillus Cereus	<10 <sup>2</sup> ufc			
			Salmonella sp.	Ausencia/25g			

### CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló en los ambientes de la Planta Piloto de Conservas de frutas y hortalizas, Planta Piloto de Operaciones Unitarias, Planta Piloto de Panificación, laboratorio de Ingeniería de Alimentos, Laboratorio de Control de Calidad y Laboratorio de Microbiología de Alimentos, de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, ubicada en la Calle Augusto Freire N° 610 en la Ciudad de Iquitos, Provincia de Maynas, Región Loreto.

#### 3.1. Tipo y Diseño

Se aplicó el método de enfoque cuantitativo, del tipo propiamente experimental, de diseño factorial múltiple, con dos factores de estudio, factor 1: tratamiento térmico, con dos niveles de temperatura; y factor 2: formulación A, B, C en base a 500gr de masa, realizándose 12 tratamientos que se detalla en el siguiente cuadro:

*Tabla 4: Factores de estudio de la investigación*

	FACTORES DE ESTUDIO	Tiempo (minutos)	FORMULACIÓN		
			A	B	C
Temperatura (°C)	150	3	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>
		5	H <sub>4</sub>	H <sub>5</sub>	H <sub>6</sub>
	170	3	H <sub>7</sub>	H <sub>8</sub>	H <sub>9</sub>
		5	H <sub>10</sub>	H <sub>11</sub>	H <sub>12</sub>

F1: Formulación A, B y C

F2: Temperatura y tiempo

$$3 \times 2^2 = 12 \text{ tratamientos}$$

$$12 \times 3 = 36 \text{ experimentos}$$

### 3.2. Diseño muestral.

Se realizó un muestreo aleatorizado simple de los tratamientos realizados, verificando los atributos de color y sabor de cada uno.

*Tabla 5: Diseño muestral*

<b>N°</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Verificación de atributo</b>
<b>1</b>	H <sub>11</sub>	<b>Color/sabor</b>
<b>2</b>	H <sub>1</sub>	<b>Color/sabor</b>
<b>3</b>	H <sub>4</sub>	<b>Color/sabor</b>
<b>4</b>	H <sub>10</sub>	<b>Color/sabor</b>
<b>5</b>	H <sub>6</sub>	<b>Color/sabor</b>
<b>6</b>	H <sub>5</sub>	<b>Color/sabor</b>
<b>7</b>	H <sub>7</sub>	<b>Color/sabor</b>
<b>8</b>	H <sub>2</sub>	<b>Color/sabor</b>
<b>9</b>	H <sub>9</sub>	<b>Color/sabor</b>
<b>10</b>	H <sub>3</sub>	<b>Color/sabor</b>
<b>11</b>	H <sub>8</sub>	<b>Color/sabor</b>
<b>12</b>	H <sub>12</sub>	<b>Color/sabor</b>

### 3.3. Procedimientos de recolección de datos

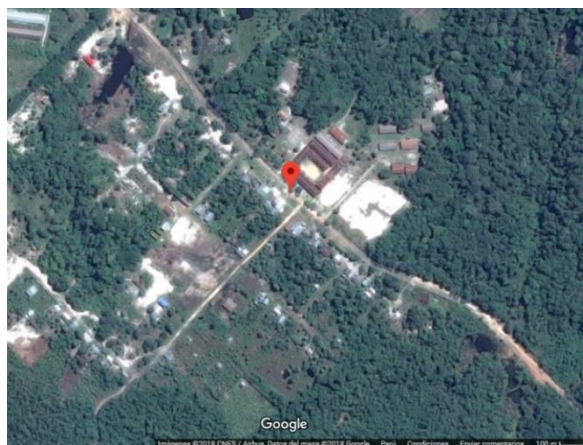
#### 3.3.1. Materia prima

Como materia prima se utilizó harina de papa huitina. Los tubérculos de papa huitina se obtuvieron de la Comunidad el Milagro ubicado en el km. 22.5 de la carretera Iquitos – Nauta, dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional “Alpahuayo Mishana”.

Ubicación del lugar de procedencia de la papa huitina:

- ✓ Latitud: -3.937926
- ✓ Longitud: -73.373071
- ✓ Distrito: San Juan Bautista
- ✓ Provincia: Maynas
- ✓ Departamento: Loreto

Figura 5: Localización de la materia prima



Fuente: Google Maps / ©2018 CNES / Airbus, Datos del mapa ©2018 Google

### 3.4. Procesamiento y análisis de datos

#### 3.4.1.1. Análisis realizados a la materia prima

##### A. Determinación de Humedad

Para la determinación de humedad se utilizó la Referencia Técnica: 31.005 de A.OA.C. (1998)

Fundamento.

Se determina por el método de la estufa a 105°C hasta obtener peso constante. Es la cantidad de agua que se encuentra en un alimento o parte de una especie, y se expresa en porcentaje.

Procedimiento.

1. Pesar la placa seca y enfriada en el desecador.
2. Pesar 5g de muestra y transferirlo a la placa.
3. Llevar a la estufa a 105°C por 5 a 6 horas, hasta peso constante.
4. Retirar la placa de la estufa y hacerlo enfriar en el desecador antes de tomar el peso final.
5. Hacer los cálculos de la humedad.

Cálculo.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{W_1 - W_2}{WM} \times 100$$

Donde:

$W_1$  = Peso placa con muestra seca.

$W_2$  = Peso de la placa vacío.

WM = Peso de la muestra.

## **B. Determinación de ceniza**

Para la determinación de ceniza se utilizó el método de N.T.P. 206.012.

Fundamento.

La ceniza es el residuo inorgánico de una muestra incinerada a 550°C, su cuantificación es el inicio para la determinación de los macro y micro minerales en los alimentos.

Procedimiento.

1. Colocar el crisol limpio en estufa a 100°C durante una hora.
2. Colocar el crisol en el desecador para que se enfríe y pesarlo, siempre manipulando con pinzas de metal o guantes para evitar ensuciarlo con la grasa de los dedos.
3. Pesar 1.5 a 2.0 gramos de muestra y colocarlo en el crisol de porcelana.
4. Colocarlo en la mufla a temperatura de 550°C por 3 - 5 horas.
5. Cumplido el tiempo de incinerado, retirar el crisol de la mufla cuando la temperatura haya descendido a 100°C; colocarlo en un desecador para que se enfríe.

6. Pesar el crisol con las cenizas.
7. Calcular el peso de la ceniza.

Cálculo.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{W_1 - W_2}{WM} \times 100$$

Donde:

$W_1$  = Peso de crisol más muestra.

$W_2$  = Peso crisol.

WM = Peso de la muestra.

### **C. Determinación de grasa**

Para la determinación de grasa se utilizó el método A.O.A.C. 960.39, (1998).

Fundamento.

Los lípidos son un grupo heterogéneo de sustancias naturales insolubles en agua, pero solubles en una diversidad de solventes orgánicos. Los componentes más abundantes son los glicéridos (normalmente más del 95%) siendo menores las cantidades de ceras, fosfolípidos, esteroides y vestigios de otros lípidos.

Procedimiento.

Para la determinación de grasa por este método se debe usar muestras deshidratadas o como máximo con 11% de humedad.

1. Pesar un balón limpio, seco y frío. Anotar en el registro el peso (g) del balón y el número correspondiente.
2. Hacer un cartucho con papel filtro, pesarlo y agregarle 3 a 5 gramos de muestra.

3. Colocar el paquete en el cuerpo del equipo de soxhlet y luego agregar hexano hasta que una parte del mismo descienda a través del sifón del quipo hacia el balón, conectar la fuente de calor (cocina eléctrica).
4. El solvente (hexano) al calentarse a 69°C se evapora y asciende a la parte superior de la cámara de extracción. Allí se condensa por refrigeración con agua y cae sobre la muestra, regresando posteriormente al balón por el sifón, arrastrando consigo la grasa. Todo este ciclo es hermético y la velocidad de goteo del hexano debe ser de 45 a 60 gotas por minuto. Esta operación dura mínimo 3 horas, luego la cual se debe sacar el paquete que contiene la muestra desengrasada. El balón debe secarse del aparato cuando este contiene poco hexano.
5. Evaporar el hexano remanente en una estufa a 100°C.
6. Sacarlo de la estufa y colocarlo en el desecador.
7. Pesar el balón conteniendo la grasa.

Cálculo.

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

Donde:

$P_1$  = Peso del balón más muestra grasa.

$P_2$  = Peso del balón vacío.

PM = Peso de la muestra.

#### **D. Determinación de proteína**

Para la determinación de proteína se utilizó el método ITINTEC-NTP 201.021.

Fundamento.

Las proteínas son polímeros cuyas unidades básicas son aminoácidos. En la molécula de una proteína existen cientos o a veces miles de aminoácidos que se encuentran unidos unos a otros por enlaces peptídicos. En los alimentos por lo general se presentan veinte aminoácidos.

Procedimiento.

Primera etapa: Digestión.

1. Pesar 0.2 g de muestra seca y adicionar catalizador (1.5g de sulfato de potasio + 0.005g de sulfato de cobre) y colocar en el balón de Kjeldahl.
2. Adicionar 3.5ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado.
3. Calentar el balón suavemente hasta que cese la formación de espuma.
4. Digerir por ebullición vigorosa hasta que el contenido del balón muestre transparencia y de un color ligeramente azul-verdoso (continuar la digestión por 45 min) el tiempo total de digestión no debe ser menor de 2 horas.
5. La digestión termina cuando el contenido del balón está completamente cristalino.

Segunda etapa: Destilación.

1. Dejar enfriar la muestra digerida. Luego adicionar 50ml de agua destilada y colocar en el equipo de destilación. Agregar 15ml de hidróxido de sodio (NaOH) al 50%.
2. Colocar en un Erlenmeyer 20ml de solución de ácido bórico más 03 gotas de solución indicadora.
3. Introducir la salida de vapor del destilador en la solución de ácido bórico contenido en el Erlenmeyer para atrapar el destilado producido.



Destilar la muestra hasta obtener 40ml de volumen final de destilado.

4. Titular con HCl a 0.1 N el destilado obtenido y anotar el gasto.

Cálculo.

$$\% N_2 = \frac{V \times N \times \text{Factor} N_2}{PM} \times 100$$

Donde:

V = Gasto de titulación ácido sulfúrico.

N = Normalidad del ácido sulfúrico.

PM = Peso de la muestra

Factor  $N_2$  = 0.014

El porcentaje de proteína se obtiene a través:

$$\% \text{ Proteína} = \% N_2 \times \text{Factor de proteína}$$

Factor de proteína= 6.25

## E. Determinación de carbohidratos

Para determinar carbohidratos se hizo por diferencia de porcentaje (MINSA, 2009).

Fundamento.

Para determinar carbohidratos, se utiliza los cálculos de humedad, ceniza, grasa y proteína. Los carbohidratos constituyen parte de los compuestos vegetales. Son carbohidratos los diferentes azúcares, almidones, celulosa, hemicelulosas, pectinas y numerosas gomas.

Cálculo.

Se obtiene por diferencia de porcentaje:

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

Donde:

% H: Porcentaje de humedad.

% C: Porcentaje de ceniza.

% G: Porcentaje de grasa.

% P: Porcentaje de proteína.

## **F. Determinación de fibra bruta**

Para determinar fibra bruta se utilizó la Referencia Técnica: A.O.A.C. 920.39, (1998).

Fundamento.

Para determinar fibra bruta, se utiliza una muestra seca desangrada, la cual primero es sometida a una digestión ácida con una solución de ácido sulfúrico al 1.25%, luego el residuo de este proceso es sometido a una digestión alcalina con solución de hidróxido de sodio al 1.25%.

Procedimiento.

1. Pesar 1 – 2 g de muestra y colocar en un Erlenmeyer de 1 lt.
2. Añadir 200ml de ácido sulfúrico al 1.25% que ha sido previamente calentado a ebullición.
3. Añadir agente antiespumante o en todo caso perlas de vidrio.
4. Hervir suavemente durante exactamente 30 minutos bajo condensador de reflujo, rotando periódicamente los matraces Erlenmeyer para homogenizar el contenido y evitando que las partículas se adhieren a la pared del matraz.
5. Filtrar el contenido con embudo de Bunchner (o Hartley) preparado con papel de filtro mojado.

6. Arrastrar por lavado la muestra de nuevo hacia el matraz original utilizando 200ml de hidróxido de sodio al 1.25% y calentar hasta ebullición.
7. Hervir por exactamente 30 minutos y seguir con el mismo cuidado de la ebullición.
8. Transferir todo el material insoluble a un crisol empleando agua hirviendo.
9. Lavar sucesivamente con agua hirviendo, ácido clorhídrico al 1% y finalmente con agua hirviendo hasta que el agua de filtrado quede exento de ácido.
10. Lavar dos veces con etanol.
11. Lavar tres veces con acetona.
12. Desecar a 100°C, hasta peso constante.
13. Incinerar en horno de mufla a 550°C durante una hora.
14. Enfriar el crisol en desecador y volver a pesar.

Cálculo.

$$\% \text{ de Fibra} = \frac{P_2 - P_3}{PM} \times 100$$

Donde:

P<sub>2</sub>= Peso de la materia insoluble.

P<sub>3</sub>= peso de las cenizas.

PM = peso de la muestra.

## **G. Determinación de Vitamina C**

Para determinar vitamina C se utilizó el método de volumetría o titulación con la Referencia Técnica: A.OA.C. 43.064 (1984).

### Fundamento.

La normativa de la calidad para la comercialización de frutas y hortalizas frescas está regulada mediante la Norma Técnica Peruana.

### Procedimiento.

1. Tomar de 10 a 25 ml o g de la muestra y completar a 100 ml con HPO<sub>3</sub> al 3% filtrar o centrifugar.
2. Para muestras secas combinar la muestra con HPO<sub>3</sub>.
3. Tomar una alícuota (5ml) del extracto de la muestra conteniendo el HPO<sub>3</sub>.
4. Agregar 2.5 ml de acetona y titular con el colorante hasta que persista por 15 segundos el color rosa débil.
5. Calcular la vitamina C expresado como: mg de vitamina C/100ml o 100g.
6. Cálculo del factor de colorante:  $C = 0.5/B$   
C = Factor de colorante.  
B = titulación (gasto ml).

### Cálculo.

$$A = \frac{BxCxDX100}{ExF}$$

Donde:

A= Ascórbico ácido mg/100g o ml.

B= Titulación (ml).

C= Factor del colorante (indicador).

D= Volumen completo.

E= Alícuota del extracto.

F= Peso (g) o volumen de la muestra.

## H. Determinación de hierro

Para determinar hierro se utilizó el método de espectrofotométrico con O -Fenetrolina con la Referencia Técnica: NTE INEN 0979 (1984).

Procedimiento.

Tratamiento previo:

1. Se lleva a ceniza una porción exactamente pesada de la muestra (10 gramos).
2. Se disuelve la ceniza en ácido clorhídrico 0.1 M y se lleva a 100ml.

Procedimiento final:

3. De la solución preparada previamente se pipetea un volumen exactamente medido y se coloca en una fiola de 100ml. Se añade solución buffer de Acetato y luego solución de clorhidrato de hidroxilamina, dejar en reposo por 5 min.
4. Añadir luego o-fenantrolina con lo cual colorea de rojo naranja con el hierro presente, se enrasa 100ml y se deja reposar 30 min.
5. Se realiza el mismo procedimiento, son diferentes volúmenes de la solución patrón de hierro para la curva de calibración.
6. Luego se mide la absorbancia de la muestra y los patrones a una longitud de onda de 510nm.

Cálculo

$$\text{mg} \frac{\text{Fe}}{\text{l}} = 1000 \times \frac{\text{m}}{\text{cm}^2 \text{ de muestra}}$$

Donde:

m: Cantidad de hierro determinado mediante la curva de calibración en mg.

## I. Determinación de calcio

Para determinar calcio se utilizó el método de volumetría complexométrica con la Referencia Técnica: UNE 77040: 2002.

### Procedimiento

Tratamiento previo:

1. Se lleva a ceniza una porción exactamente pesada de la muestra (10 gramos).
2. Se disuelve la ceniza en ácido clorhídrico 0.1 M y se lleva a 100ml.

Procedimiento final:

3. Se pipetea una alícuota de la solución preparada previamente, se añade NaOH 1M hasta hacer a la solución alcalina.
4. Luego se titula con solución de EDTA 0.01 M utilizando como indicador Murexida hasta cambio de color.
5. Se anota el gasto de EDTA para calcular los miligramos de Calcio contenidos en la muestra.

Calculo

$$\text{Ca} \left( \frac{\text{me}}{100\text{g}} \right) = \frac{\text{ml EDTA} \times \text{N EDTA} \times \text{ml Indicador gastado}}{\text{ml Alicuota} \times \text{Peso en gr}} \times 100$$

## J. Determinación de fósforo

Para la determinación de fosforo se utilizó el método de espectrofotométrico con Molibdovanadato de Amonio con la Referencia Técnica: NTE INEN 0230 (1978).

Procedimiento.

Tratamiento previo:

1. Se lleva a ceniza una porción exactamente pesada de la muestra (10 gramos).
2. Se disuelve la ceniza en ácido clorhídrico 0.1 M y se lleva a 100ml.

Procedimiento final:

3. De la solución preparada previamente se pipetea un volumen exactamente medido y se coloca en una fiola de 50ml.
4. Se añade la mezcla 1:1 de Molibdato de Amonio y Vanadato de Amonio con lo cual se colorea de amarillo cuando hay presencia de fosforo en la muestra.
5. Se enrasa hasta 50ml y se deja en reposo durante 30 min. para que desarrolle el color.
6. De la misma manera se trata volúmenes exactamente medidos de la solución patrón de fosforo para obtener la curva de calibración.
7. Luego de transcurridos los 30 min. medir la absorción de la muestra y patrones a una longitud de onda de 420nm.

Cálculo

$$P_{2O_5} = 50 \times \frac{m_1}{M_2 \times V}$$

Donde:

$P_{2O_5}$ : Contenido de fosforo, expresado como anhídrido fosfórico, en porcentaje de masa.

$m_1$ : Masa de fosfato, determinado en la curva de calibración en mg.

$m_2$ : Masa de la muestra en gramos.

V: Volumen de la alícuota empleada para precipitar el fosforo en  $\text{cm}^3$ .

### 3.4.2. Obtención de la Harina de Huitina

En la figura N° 06 se puede observar los diagramas que indican las secuencias de acciones para la obtención de harina de huitina.

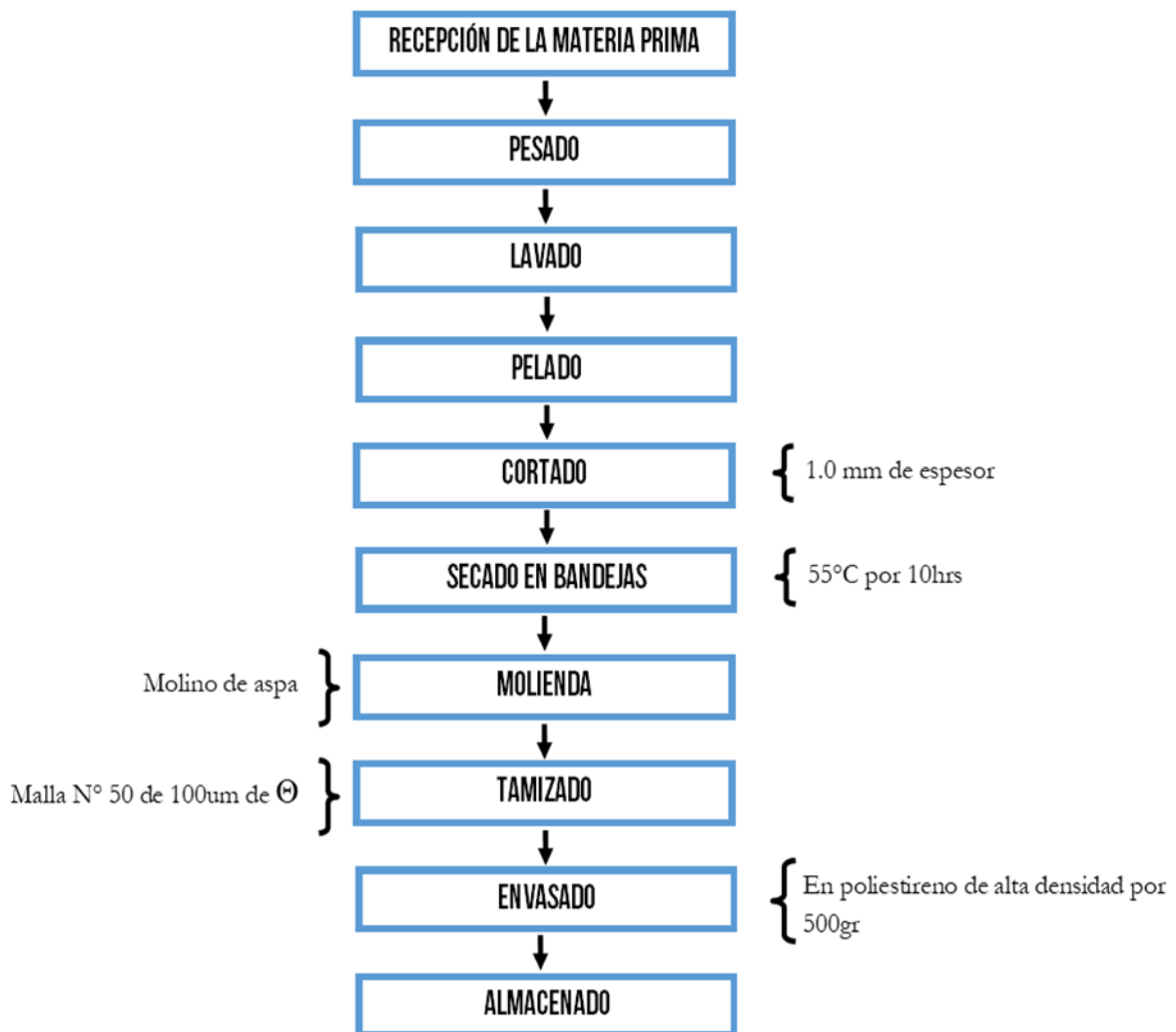


Figura 6: Diagrama de flujo de proceso para la elaboración de harina de huitina.

Se utilizó 70kg de papa huitina para la producción de 13.6 kg de harina de huitina, equivalente a un 19.4% del peso en bruto. Y su posterior análisis fisicoquímico de la materia prima y de la harina obtenida.

A continuación, se detallan las acciones:



### **a. Recepción de la materia prima**

Los tubérculos de huitina llegaron a la planta en estado fresco, empacados en dos costales de polietileno de 37 kg y 28 kg cada uno, en estado maduro.



*Figura 7: Recepción de Xanthosoma sagittifolium (papa huitina)*

### **b. Pesado de la materia prima.**

En esta etapa, se pesó la materia prima recepcionada para determinar el rendimiento de la misma, lo cual se obtuvo por diferencia entre la selección de los tubérculos aptos y la separación de aquellos que presentaron deterioros.

### **c. Clasificación y lavado.**

La importancia de esta etapa radica en el control de higiene y la obtención de un producto de calidad. La materia prima se seleccionó los cormos de huitina que no presentaban daños fitosanitarios; posteriormente lavada con agua potable e hipoclorito de sodio al 0.1%, eliminando la tierra adherida, puesto que se trata de un tubérculo, y otros elementos extraños.



*Figura 8: Lavado de Xanthosoma sagittifolium (papa huitina)*

**d. Pelado.**

Consiste en la remoción de la piel o cáscara de los cormos de papa huitina, la cual se realizó manualmente con cuchillos de acero inoxidable.



*Figura 9: Pelado de Xanthosoma sagittifolium (papa huitina)*

**e. Cortado.**

Con la finalidad de facilitar el secado, se cortó los cormos en una rebanadora, obteniendo rodajas de 1.0 mm de espesor.



*Figura 10: Cortado de Xanthosoma sagittifolium (papa huitina)*

#### **f. Secado en bandejas**

Consiste en colocar a la materia prima en 12 en charolas, previa limpieza y desinfección de las mismas, y llevarlas al secador donde se utilizó el parámetro de 55°C x 10 h. Hasta conseguir una humedad de  $5 \pm 1\%$ . (Chirinos Zagaceta, Chirinos Zagaceta, & Aricari Huayta, 2001)



*Figura 11: Secado de los rebanados de Xanthosoma sagittifolium (papa huitina)*

#### **g. Molienda**

Se utilizó un molino de aspa para transformar las lonjas secas de papa huitina en harina gruesa.



Figura 12: Molienda de las rebanadas secas *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina)

#### **h. Tamizado**

Se utilizó un tamiz N° 50 (100um) sobre un recipiente de recibo y, sobre una superficie plana horizontal se dio un movimiento de agitación por 3 min. Las partículas de mayor tamaño se quedan sobre el tamiz, y las de menor tamaño y finas pasas al recipiente de recibo.



Figura 13: Tamizado de harina obtenido a partir de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina)

#### **i. Envasado**

La harina obtenida fue envasada en bolsas de poliestireno de alta densidad (PED) por 500 g.



Figura 14: Envasado de la harina de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina)

- j. **Sellado:** se realizó en forma manual con una selladora eléctrica de mano.
- k. **Almacenado:** se realizó a temperatura ambiente.

#### 3.4.2.1. Análisis Físicoquímicos de la harina

##### A. Determinación de humedad.

Para la determinación de humedad se utilizó la Referencia Técnica: 31.005 de A.O.A.C. (1998) y el procedimiento se describe en el ítem A de la página 40.

##### B. Determinación de ceniza.

Para la determinación de ceniza se utilizó el método de N.T.P. 206.012 y el procedimiento se describe en el ítem B de la página 41.

##### C. Determinación de grasa.

Para la determinación de grasa se utilizó el método A.O.A.C. 960.39 y el procedimiento se describe en el ítem C de la página 42.

##### D. Determinación de proteína.

Para la determinación de proteína se utilizó el método ITINTEC-NTP 201.021. y el procedimiento se describe en el ítem D de la página 45.

#### **E. Determinación de carbohidratos.**

Para determinar carbohidratos se hizo por diferencia de porcentaje (MINSA, 2009) y el procedimiento se describe en el ítem E de la página 47.

#### **F. Determinación de fibra bruta.**

Para la determinación de fibra bruta se utilizó la Referencia Técnica: A.OA.C. 920.39. y el procedimiento se describe en el ítem F de la página 48.

#### **G. Determinación de Vitamina C.**

Para determinar vitamina C se utilizó el método de volumetría o titulación con la Referencia Técnica: A.OA.C. 43.064 (1984) y el procedimiento se describe en el ítem g de la página 50.

#### **H. Determinación de Hierro.**

Para determinar hierro se utilizó el método de espectrofotométrico con O -Fenetrolina con la Referencia Técnica: NTE INEN 0979 (1984) y el procedimiento se describe en el ítem g de la página 51.

#### **I. Determinación de Calcio.**

Para determinar calcio se utilizó el método de volumetría complexométrica con la Referencia Técnica: UNE 77040: 2002 y el procedimiento se describe en el ítem g de la página 53.

#### **J. Determinación de Fósforo.**

Para la determinación de fosforo se utilizó el método de espectrofotométrico con Molibdovanadato de Amonio con la Referencia Técnica: NTE INEN 0230 (1978) y el procedimiento se describe en el ítem g de la página 54.

### 3.4.3. Proceso de elaboración de Hojuelas Glaseadas libre de gluten

La formulación global de muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 6: Formulación de las hojuelas*

<b>FORMULACIONES</b>			
<b>Componentes</b>	<b>A (g)</b>	<b>B (g)</b>	<b>C (g)</b>
Harina de Arroz	175	150	150
Almidón de yuca	165	165	140
Harina de huitina	100	125	150
Harina de soya	35	25	25
Azúcar granulada	25	35	35
Lecitina	17.5	17.5	17.5
Agua (ml)	300	300	300

Se elaboró hojuelas de huitina utilizando concentraciones de 20%, 25% y 30% de harina de huitina respectivamente, también los insumos como harina de arroz, almidón de yuca, harina de soya, azúcar, lecitina y agua tal como se muestra en la tabla N° 06.

## Diagrama de flujo para la elaboración de hojuelas glaseadas libre de gluten

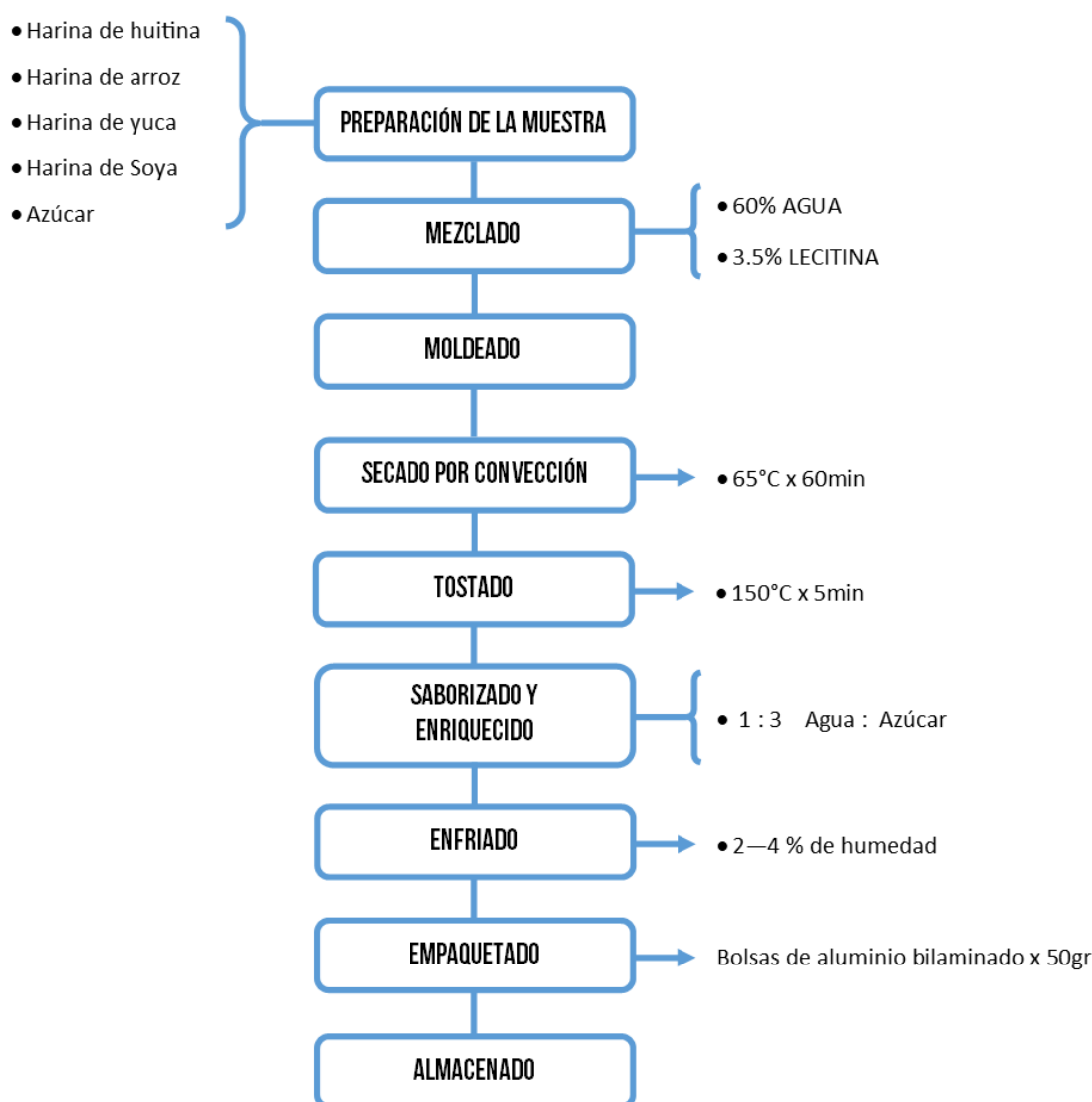


Figura 15: Diagrama de flujo de proceso para la elaboración de las hojuelas glaseadas libre de gluten.

Descripción de los procesos para la elaboración de hojuelas glaseadas libre de gluten.

### 1. Preparación de la muestra.

Se realizó el pesado de la materia prima (harina de papa huitina) y de los insumos (harina de arroz, harina de yuca, harina de soya y azúcar) que se utilizó en la elaboración de las hojuelas de acuerdo a las formulaciones descritas en la tabla n° 05.



## 2. Mezclado.

Se mezcló las harinas y el azúcar agregando paulatinamente la lecitina y el agua a 80°C cada una, mientras se amasó hasta alcanzar una masa homogénea.



*Figura 16: Mezclado de los insumos.*

## 3. Moldeado.

Se procedió a dar forma a las hojuelas, en principio cortando la masa en bolitas para luego laminarlas, en la laminadora manual Macarato Atlas 150, a 0.5 mm para dar el aspecto de hojuelas.



*Figura 17: Moldeado de las hojuelas de huitina*

## 4. Secado

Se realizó secado por corriente de aire caliente (convección forzada) en el horno Oster a 65°C por 1hr, para lograr que las hojuelas obtengan 10% de humedad para que el siguiente proceso de tostado sea uniforme.



*Figura 18: Secado de las hojuelas de huitina*

## **5. Tostado**

Las hojuelas fueron tostadas a T° de 150°C y 170°C por intervalos de 3 y 5 minutos cada una. En este proceso se alcanza un porcentaje de humedad de 2 – 4 %



*Figura 19: Tostado de las hojuelas de huitina*

## **6. Saborizado (glaseado)**

Se mezcló 187.5 gr de azúcar con 62.5 ml de agua a 80°C hasta que el azúcar se diluya por completo, alcanzando 80°Brix. Posteriormente se vierte la mezcla sobre las hojuelas tostadas en una cacerola y mediante movimientos circulares a una temperatura de 96°C por un lapso de 4 minutos hasta que se evapore el agua.



*Figura 20: Saborizado de las hojuelas de huitina*

## **7. Enfriado**

Se realizó a temperatura ambiente por un espacio de 3 minutos.



*Figura 21: Enfriado de las hojuelas de huitina*

## 8. Empaquetado

Una vez frías, las hojuelas fueron empaquetadas y selladas en empaques de papel aluminio bilaminado de 100gr cada uno, con la finalidad de evitar alteraciones en el producto, se encuentre en condiciones de buen estado de conservación e higiene y asegurar su vida útil.



*Figura 22: Empaquetado de las hojuelas de huitina*

## 9. Almacenado

Se almacenó a temperatura ambiente.

### 3.4.3.1 Análisis Físicoquímico de las hojuelas de huitina glaseadas libre de gluten.

#### A. Determinación de humedad.

Para la determinación de humedad se utilizó la Referencia Técnica: 31.005 de A.O.A.C. (1998) y el procedimiento se describe en el ítem A de la página 40.

#### B. Determinación de ceniza.

Para la determinación de ceniza se utilizó el método de N.T.P. 206.012 y el procedimiento se describe en el ítem B de la página 41.

C. Determinación de grasa.

Para la determinación de grasa se utilizó el método A.O.A.C. 960.39 y el procedimiento se describe en el ítem C de la página 42.

D. Determinación de proteína.

Para la determinación de proteína se utilizó el método ITINTEC-NTP 201.021. y el procedimiento se describe en el ítem D de la página 45.

E. Determinación de carbohidratos.

Para determinar carbohidratos se hizo por diferencia de porcentaje (MINSA, 2009) y el procedimiento se describe en el ítem E de la página 47.

F. Determinación de fibra bruta.

Para la determinación de fibra bruta se utilizó la Referencia Técnica: A.O.A.C. 920.39. y el procedimiento se describe en el ítem F de la página 48.

G. Determinación de Vitamina C.

Para determinar vitamina C se utilizó el método de volumetría o titulación con la Referencia Técnica: A.O.A.C. 43.064 (1984) y el procedimiento se describe en el ítem g de la página 50.

H. Determinación de Hierro.

Para determinar hierro se utilizó el método de espectrofotométrico con O -Fenetrolina con la Referencia Técnica: NTE INEN 0979 (1984) y el procedimiento se describe en el ítem g de la página 51.

I. Determinación de Calcio.

Para determinar calcio se utilizó el método de volumetría complexométrica con la Referencia Técnica: UNE 77040: 2002 y el procedimiento se describe en el ítem g de la página 53.

#### J. Determinación de Fosforo.

Para la determinación de fosforo se utilizó el método de espectrofotométrico con Molibdovanadato de Amonio con la Referencia Técnica: NTE INEN 0230 (1978) y el procedimiento se describe en el ítem g de la página 50.

#### K. Zinc

Para determinar zinc se utilizó el método de micro – titulación espectrofotométrica con la Referencia Técnica: NTP N° 122.013 (1974)

Procedimiento.

Tratamiento previo:

1. Se lleva a ceniza una porción exactamente pesada de la muestra (10 gramos).
2. Se disuelve la ceniza en ácido clorhídrico 0.1 M y se lleva a 100ml.

Procedimiento final:

3. De la solución preparada previamente se pipetea un volumen exactamente medido y se coloca en la cubeta del espectrofotómetro, se añade la solución buffer pH = 6, se añade luego la solución indicadora de naranja de Xilenol.
4. Luego se titula con solución de EDTA 0.005M midiendo la absorbancia por cada adición de titulante a 415nm, para la curva de valoración.

Cálculo

$$Zn = \frac{\text{Factor x Volumen Gastado EDTA (ml)}}{\text{Peso de la muestra en gr}} \times 100$$

### 3.4.3.2 Análisis Microbiológico

Se realizó los análisis microbiológicos de las hojuelas glaseadas de acuerdo a la NTS N° 071 – MINSA/DIGESA – v. 01 2008, que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

Figura 23: Criterios Microbiológicos para las hojuelas

V.7. Productos instantáneos extruidos o expandidos proteinizados o no y hojuelas a base de granos (gramíneas, quenopodiáceas y leguminosas) que no requieren cocción.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Coliformes	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Bacillus cereus</i>	8	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	----

Fuente: NTS N° 071 – MINSA/DIGESA – v. 01 2008

#### A. Aerobios mesófilos

Para la determinación de aerobios mesófilos viables se utilizó la Técnica Recuento Estándar en Placa.

#### Procedimiento

1. Preparar las diluciones según el Método 1 de la práctica de Homogenización y Dilución.
2. Pipetear 1 ml a partir de las diluciones 10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup>, 10<sup>-3</sup>, 10<sup>-4</sup>, 10<sup>-5</sup> a dos placas petri estériles vacías por dilución.
3. Agregar más o menos 15 ml de agar Plate Count a las placas que contienen las alícuotas y homogenizar mediante movimientos de vaivén y rotación de las placas.
4. Como control de esterilidad, adicionar a una placa petri estéril agar sin inocular y a otro 1 ml del diluyente (agua peptonada tamponada), al cual se le adiciona 15 ml de agar Plate Count
5. Dejar solidificar el agar y luego invertir las placas e incubar a 35 – 37 °C, durante 18-48 horas.

## Resultados

- Seleccionar las placas correspondientes a una dilución que contengan entre 30-300 colonias.
- Tomar la medida aritmética de los dos recuentos y multiplicar por el factor de dilución (recíproco de la dilución utilizada). Reportar el resultado como un recuento estándar en placa.
- Si las placas de una misma dilución presentan recuentos menores de 30 y mayores de 300, tomamos el promedio de los dos recuentos.
- Si el número de colonias de las placas de dos diluciones consecutivas están dentro del rango de 30-300, computar el recuento por separado y establecer la relación de los dos recuentos. Si el cociente es menor de 2 reportar el promedio de los dos valores, pero si el cociente es 2 o mayor de 2 solo se reportará el recuento menor.

## B. Mohos

Para la determinación de mohos y levaduras se utilizó el método de recuento de mohos y levadura FDA.

### Procedimiento

1. Preparar las diluciones por uno de los métodos aprendidos.
2. Pipetear por duplicado a placas estériles alícuotas de 1ml, a partir de las diluciones.
3. Mezclar las alícuotas con el agar papa dextrosa mediante movimientos de vaivén y rotación de placas.
4. Como control de esterilidad, adicionar a placas petri agar sin inocular y agar inoculado.
5. Una vez solidificado el agar invertí las placas e incubar a 22 – 25°C, durante 3 – 5 días.
6. Después de la incubación contar las colonias de las placas que contengan entre 20 – 200 colonias.



7. Siguiendo el mismo ejemplo para el cómputo de mesófilos aerobios viables, hacer lo mismo para reportar el número de hongos y levaduras por gr o ml de alimento.

#### C. Coliformes

Para la determinación de Coliformes se utilizó el método de recuento de APHA. Multiple Tubes Fermentation Technique/Total Coliformes. 9221 B.

##### Procedimiento

1. Preparar las muestras de alimentos según el método de la ISO, las diluciones necesarias según el grado de contaminación del alimento.
2. Pipetear 1ml. de cada una de las diluciones en tubo de caldo lauril sulfato, utilizando 3 ó 5 tubos por dilución. Incubar a 35-37°C x 24-48 horas.
3. Anotar los tubos que muestran la producción de gas. (Prueba presuntiva).
4. De cada tubo que contiene gas transferir con un asa bacteriológica a tubos que contienen caldo brilla. Incubar a 35-37°C x 24-48 horas.
5. Confirmar la presencia de bacterias coliformes por:
  - a) Formación de gas en el Caldo BRILLA
  - b) Anotar el número de tubos confirmados, referirse a la tabla del NMP para expresar el resultado.

#### D. *Bacillus cereus*

Para la determinación de *Bacillus cereus* se utilizó la técnica de siembra en superficie. Procedimiento según International Standard Organization ISO 7932:2004

## Procedimiento

1. Preparar tres diluciones según el Método 1 de la práctica N° 01 de Dilución y Homogenización.
2. Colocar 0.1 ml de cada dilución en la superficie seca de dos placas de agar manitol yema de huevo polimixina (MYP) y con la ayuda de la espátula de Drigalsky o bastones de vidrio, esparcir cuidadosamente el inóculo sobre toda la superficie del agar hasta su completa absorción. Incubar las placas invertidas a 30°C durante 24 a 48 horas.
3. Después del período de incubación contar las colonias que presenten bordes entrecortados, diámetro aproximadamente de 5 mm, rodeados de un halo amplio de hidrólisis de lecitina, sobre un fondo rojo violeta (colonias típicas de *B. cereus*).
4. Trasplantar de 5 a 7 colonias típicas a tubos con Agar Tripticosa de Soya (TSA) e incubar a 35°C durante 24 horas.
5. A partir de los cultivos puros en TSA , realizar las pruebas Bioquímicas siguientes:

- a. Verificación de la B-hemolisina en agar sangre

Trasplantar mediante estrías en placas de agar sangre. Incubar a 30°C de 18 a 24 horas.

- b. Prueba de movilidad y reducción de nitrato

Trasplantar por puntura a tubos con medio nitrato movilidad. Incubar a 35°C durante 18 a 24 horas. *B. cereus*, presenta movilidad positiva en 50 a 90 % de los casos y reduce el nitrato a nitrito.

Pasado el tiempo de incubación, a los tubos de movilidad nitrato, añadir 0,3 ml de ácido sulfanílico.y 0,3 mL de alfa-naftolamina.

c. Licuefacción de la gelatina

Trasplantar a tubos que contengan medio de gelatina. Incubar a 35°C durante 24 horas. Antes de la lectura, dejar durante unas dos horas bajo refrigeración.

Lectura de las pruebas bioquímicas de *B. cereus*:

- En Agar Sangre *B. cereus* es B-hemolítico.
- En los tubos nitrato movilidad la aparición del color rojo naranja indica positividad
- En el medio gelatina, la licuefacción del medio caracteriza una reacción positiva (*B. cereus* hace líquida la gelatina).

E. *Salmonella sp*

Para la determinación de *Salmonella sp.* se utilizó el método de Investigación de *Salmonella sp.* FDA.

Procedimiento

Se realiza siguiendo las etapas siguientes:

1. Enriquecimiento no selectivo.

Pesar 25 gramos de muestra y sembrar en 225 ml de Caldo lactosa. Incubar a 37° C x 16-24 horas.

2. Enriquecimiento selectivo.

De la etapa anterior levar 1 ml de cultivo a Caldo de Enriquecimiento Rappaport y Caldo de Enriquecimiento Tetrionato. Incubar a 37° C y 43° C x 24 horas respectivamente.

3. Enriquecimiento en placas de agar selectivo.

A partir de los cultivos anteriores, sembrar por estría sobre agar S-S, B-S, XLD y hektoen enteric a 35-37° C x 24-48 horas. Examinar las colonias sospechosas de *Salmonella*.

4. Pruebas bioquímicas.

Elegir 2 o más colonias sospechosas y purificar en placas de agar nutritivo por 24 horas.

Comprobar la pureza de los cultivos mediante la coloración GRAM.

De los cultivos purificados realizar las siguientes pruebas:

- **Degradación de Lactosa, Sacarosa y Glucosa con producción de H<sub>2</sub>S:** sembrar en agar TSI por picadura y estría e incubar a 35-37° C x 24-48 horas.
- **Descarboxilación de Lisina:** sembrar por picadura y estría en agar Lisina Hierro (LIA) x 24 horas.
- **Hidrólisis Urea:** Inocular en forma abundante en Caldo Urea. Incubar a 35-37° C x 24-48 horas.

#### 3.4.3.3 Análisis sensorial

##### 1. Selección de Jueces

Se ha seleccionado jueces consumidores, puesto que son a ellos a quienes está destinado el producto, y al ser un producto “nuevo”, los jueces son “**consumidores potenciales**” o “**público objetivo**”. Dichos jueces fueron adolescentes de 12 a 16 años del Centro Educativo de gestión no estatal “Rosa de América”. Desarrollándose para este tipo de jueces las pruebas afectivas.

##### 2. Prueba afectiva

Las pruebas afectivas son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le “gusta” o “disgusta”; si lo “aprueba” o lo “rechaza”. (Anzaldúa, 1994)

- Prueba de medición del grado de satisfacción

La medición del grado de satisfacción se utiliza para manejar objetivamente datos tan subjetivos como son las respuestas de los jueces acerca de cuánto les gusta o les disgusta un alimento.

Para llevar a cabo estas pruebas se utilizan escalas hedónicas. Se utilizó una escala hedónica verbal de siete puntos (ver anexo n°01), esta escala representa verbalmente la sensación que produce la muestra a los jueces. (Anzaldúa, 1994). Se realizaron pruebas afectivas para los atributos de dulzor, sabor, textura, color, olor y apreciación global.

#### **3.4.4 Materiales de laboratorio**

Los materiales de laboratorio utilizados en el trabajo de investigación se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 7: Materiales de laboratorio.

<b>VIDRIO</b>	Probeta graduada
	Matraces
	Vaso de precipitado
	Camapana de vidrio
	Balones de digestión
	Hornilla de digestión
	Balón de fondo plano
	Desecador
	Perlas de vidrio
	Pipetas volumétricas
	Embudos de vidrio
	Condensadores
	Extractor de soxhlet
	Equipo semimicro de Kjeldahl
	Espátula de drigalsky
	Placas petri
	Tubos de ensayo
	Tubos durham
	Frascos de 200ml con tapa rosca
<b>PORCELANA</b>	Crisol
	Mortero
	Embudos Buchner
<b>UTENSILIOS</b>	Tamiz N° 50 (100um)
	Empaques de aluminio trilaminados
	Empaques de poliestireno de alta densidad (PED)
	Cuchillos de acero inoxidable
	Mechero bunsen
	Mufla
	Baldes de plástico
	Plumones
	Papel toalla
	Pinza de metal
	Soporte universal
	Papel filtro
	Papel tornasol
	Asa de inoculación
	Pipetas bacteriológicas
	Microbureta
	Estufa de aire
Pera de succión	

### 3.4.5 Reactivos y solventes

Los reactivos se detallan en la siguiente tabla:

*Tabla 8: Reactivos y solventes*

Reactivo de Kovacs
Reactivo de Voges – Proskauer
Ácido clorhídrico.
Peróxido de hidrogeno.
Hidróxido de sodio.
Agua destilada.
Versanato sódico.
Ácido sulfúrico concentrado.
Sulfito de potasio.
Sulfato de cobre.
Ácido bórico.
Indicador de pH.
Solución de rojo metilo.
Solución de azul de metilo.
Etanol.
Hexano.
Solución stock de ácido sulfúrico.
Solución stock de hidróxido de sodio.
Solución de hidróxido de sodio.
Acetona.
Silicona antiespumante en tetracloruro de carbono.
Éter de petróleo.
Solución 0.01 N de Tiosulfato de Sodio.
Solución saturada de Ioduro de Potasio.
Solución de almidón al 1%.
Solución de Hidróxido de Sodio.
Solución de fenolftaleína al 1%.
Alcohol al 50% neutralizado.
Ácido metafosfórico solución al 3%.
Ácido ascórbico.
Solución colorante de 2-6 diclorofenol – indofenol sal de sodio.
Cloruro de Sodio NaCl

### 3.4.6 Medios de cultivo

En la siguiente tabla se detallan los medios de cultivo utilizados en la investigación:

*Tabla 9: Medios de cultivo*

<b>MEDIO DE CULTIVO</b>	<b>MARCA</b>
Agua peptonada tamponada	Merck
Agar Plate Count	Difco
Agar Papa Dextrosa (PDA)	Difco
Caldo Lauril Sulfato (LST)	Merck
Caldo Brilla	Difco
Agar nutritivo	Conda
Agar Manitol Yema de huevo polimixina (MYP)	Difco
Agar Trypticasa de Soya (TSA)	Difco
Agar Sangre Base	Oxoid
Medio de Gelatina	TM media
Caldo Lactosado	Oxoid
Caldo rapapport	Merck
Caldo enriquecimiento tetracionato	Dibico
Agar bismuto sulfito	Difco
Agar Salmonella – Shigella	TM media
Agar XLD	Difco
Hektoen enteric	Difco
Agar TSI	Conda
Agar LIA	TM media
Caldo urea	TM media
Agar Nitrato	TM media
Agar Agar	CDH
Extracto de carne	Conda
Peptona	Oxoid



### 3.4.7 Equipos

Los equipos utilizados fueron:

Tabla 10: Equipos

<b>EQUIPOS</b>
Secador de bandejas con regulados de velocidad de aire. Marca: Electrozone. Temperatura de funcionamiento de 30°C hasta 250°C.
Balanza digital de cuatro dígitos. Marca: Cavory. Modelo: ACS-30-JC11. Capacidad Máxima: 30 Kg. Origen: China.
Balanza analítica de cuatro dígitos. Marca: Adamequipment. Modelo: AAA250LE. Origen: Inglaterra.
Laminadora manual Marca: Macarato Modelo: Atlas 150 Pasta Maker
Horno eléctrico Marca: Oster Convection Chrome 25L. Modelo: TSSTTVSKBT-017 / TSSTTVSKBT-057
Incubadora regulada a 35°C ± 2°C
Baño maría regulado a 45°C ± 2°C
Contador de colonias
Selladora de empaques
Rebanadora Carnicera Torrey R-300-A
Tamizadora Marca: WS Tyler's RO – TAP Modelo: RX-812
Refractómetro Manual RHBO80 (0-80% BRIX)

### 3.4.8. Procesamiento de datos

Los datos experimentados serán procesados mediante pruebas no paramétricas con la ayuda del software estadístico SPSS versión 25. De haber diferencias significativas en los tratamientos se realizará las comparaciones múltiples a través de las pruebas de Friedman Wilcoxon.

### 3.5. Aspectos éticos

La información recolectada para el estudio no involucra a seres humanos ni animales de experimento para ser incluidos. Las plantas a utilizar durante el estudio estarán aptas para su consumo y solo con el mínimo necesario.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Composición fisicoquímica de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina)

Se determinó humedad, cenizas, grasas, proteína, hierro, calcio y fosforo.

*Tabla 11: Composición fisicoquímica de Xanthosoma sagittifolium (papa huitina).*

COMPOSICIÓN	UNIDAD	Coral (2019)	Montaldo, (1991)
Humedad	%	75.17	71.9
Ceniza	%	1.29	1.2
Grasa	%	0.5	0.8
Proteína	%	1.69	1.7
Hierro	mg	4.54	0.9
Calcio	mg	55	22
Fosforo	mg	290	72

De la tabla N° 11, se muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos de la huitina, comparándola con los resultados de Montaldo, (1991) se observa que el contenido de humedad (75.17%), ceniza (1.29%), grasa(0.5%) y proteína (1.69) existe una ligera variación en relación a la humedad (71.9%), ceniza (1.2%), grasa (0.8%) y proteína (1.7) expresado por el autor antes mencionado.

En relación al hierro (4.54mg), calcio (55mg) y fósforo (290mg) si se observa una variación significativa a comparando el hierro (0.9mg), calcio (22mg) y fósforo (72mg) expresados por Montaldo, (1991).

## 4.2. Hojuelas glaseadas a partir de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina) libre de gluten.

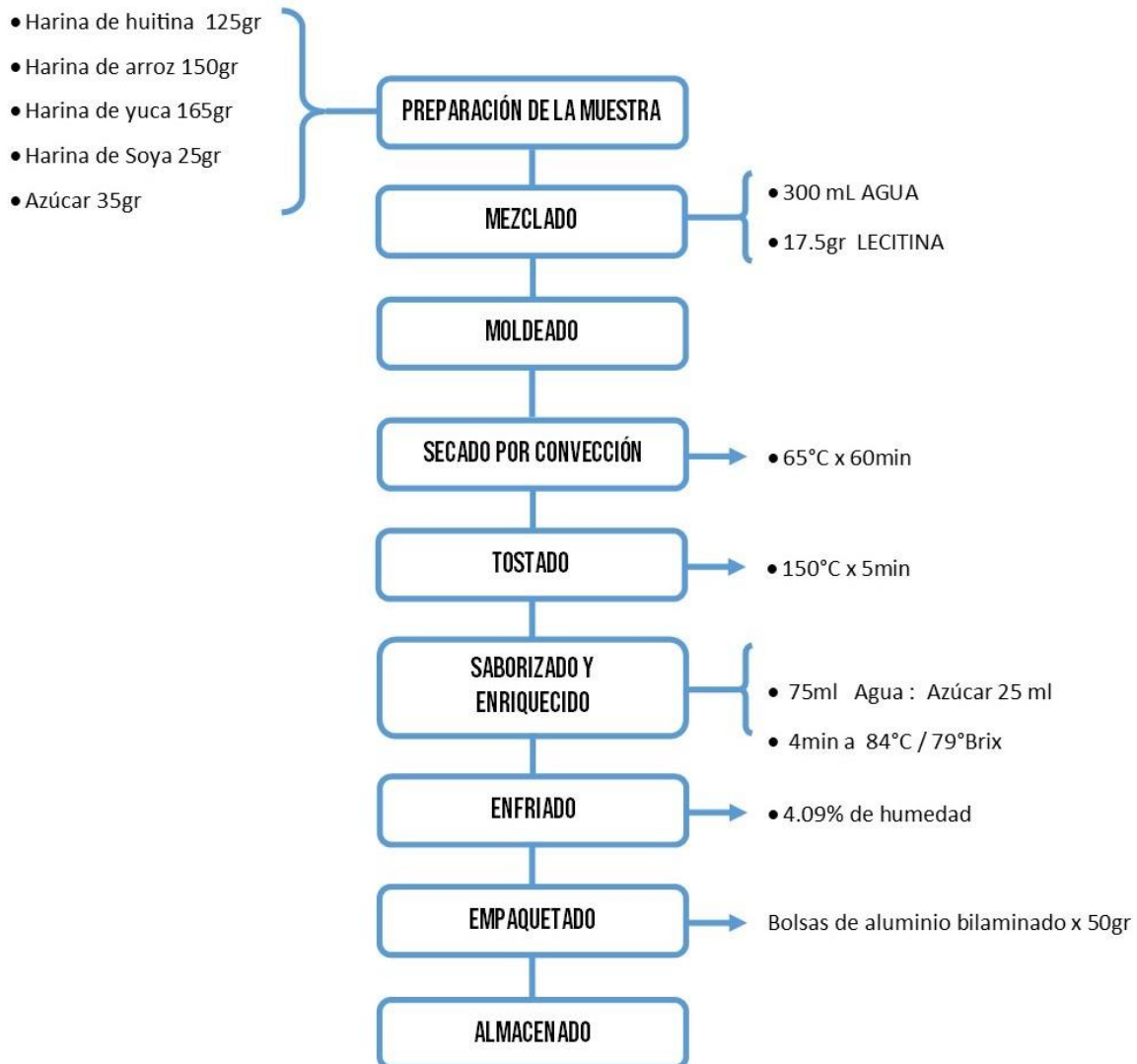


Figura 24: Flujograma Hojuelas glaseadas fórmula B

### 4.2.1 Composición fisicoquímica de las hojuelas glaseadas a partir de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina) libre de gluten.

Las hojuelas glaseadas elaborada con el 25% harina de huitina, así como los insumos que se indican en la tabla N° 12, tiene la siguiente composición.

Tabla 12: Composición fisicoquímica de las hojuelas glaseadas a partir de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina) libre de gluten.

ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS
Energía	Kcal	448
Humedad	%	4.09
Ceniza	%	1.32
Grasa	%	16.45
Proteína	%	1.56
Carbohidratos	%	73.48
Fibra bruta	%	0.5
Vitamina C	mg	9.5
Hierro	mg	2.8
Calcio	mg	16.81
Fosforo	mg	120
Zinc	mg	0.13
Calorías	Kcal	413.4
pH	-	6.2
Solidos solubles	g	25
Fibra total	%	3.1
Fibra soluble	%	0.5
Magnesio	mg	14.28
Sodio	mg	24.14
Potasio	mg	120
Cobre	mg	0.006

#### 4.2.1. Análisis Microbiológico

Se realizó los análisis microbiológicos de las hojuelas glaseadas de acuerdo a la NTS N° 071 – MINSA/DIGESA – v. 01 2008, que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

#### 4.2.2. Análisis sensorial

Para el análisis sensorial de la prueba de aceptabilidad, los datos obtenidos fueron tratados y analizados utilizando el software estadístico SPSS versión 25 aplicando técnicas no paramétricas.

Tabla 13: Análisis sensorial de la prueba de aceptabilidad

ANÁLISIS	RESULTADO	MÉTODO DEL ANÁLISIS EMPLEADO
Mohos (UFC/g)	$9.5 \times 10^1$	Recuento de mohos y levaduras. FDA. 1992. Cap. 18. 7ma. Ed.
Aerobios Mesófilos (UFC/g)	$2.3 \times 10^2$	Recuento estándar en placa. ICMSF 2000. 2da. Ed. Pág. 120-124.
Coliformes (UFC /g)	<3.0	APHA. Múltiple Tubes Fermentation Technique/ Total Coliforms. 9221 B.
<i>Bacillus cereus</i> (ufc/g)	0	Recuento estándar en Placa. ICMSF. 2000. 2da. Ed.
<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia en 25g	<i>Salmonella</i> . FDA. BAM. Capítulo 5. Rev. 8ava ed. 2007

##### 4.2.2.1. Prueba de aceptabilidad para hojuelas glaseadas de huitina. Atributo: dulzor.

Tabla 14: Aceptabilidad de hojuelas glaseadas de huitina – atributo: dulzor.

Calificación	Muestras					
	742		932		349	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
Me gusta extremadamente	3	6.0%	4	8.0%	7	14.0%
Me gusta mucho	12	24.0%	15	30.0%	19	38.0%
Me gusta moderadamente	19	38.0%	20	40.0%	10	20.0%
Me gusta poco	10	20.0%	7	14.0%	10	20.0%
No me gusta ni me disgusta	4	8.0%	3	6.0%	0	0.0%
Me disgusta poco	1	2.0%	1	2.0%	1	2.0%
Me disgusta moderadamente	0	0.0%	0	0.0%	1	2.0%
Me disgusta mucho	0	0.0%	0	0.0%	2	4.0%
Me disgusta extremadamente	1	2.0%	0	0.0%	0	0.0%
Total	50	100.0%	50	100.0%	50	100.0%

## A. Prueba de Friedman

En la Tabla N° 15, se puede observar los rangos obtenidos en la prueba de Friedman. Se ha obtenido un p-valor = 0.083 > 0.05 lo que indica que hay evidencia estadística suficiente para afirmar que no existen diferencias significativas entre las calificaciones asignadas por los jueces al producto respecto al atributo dulzor, a un nivel de significancia del 5% (Tabla N° 15).

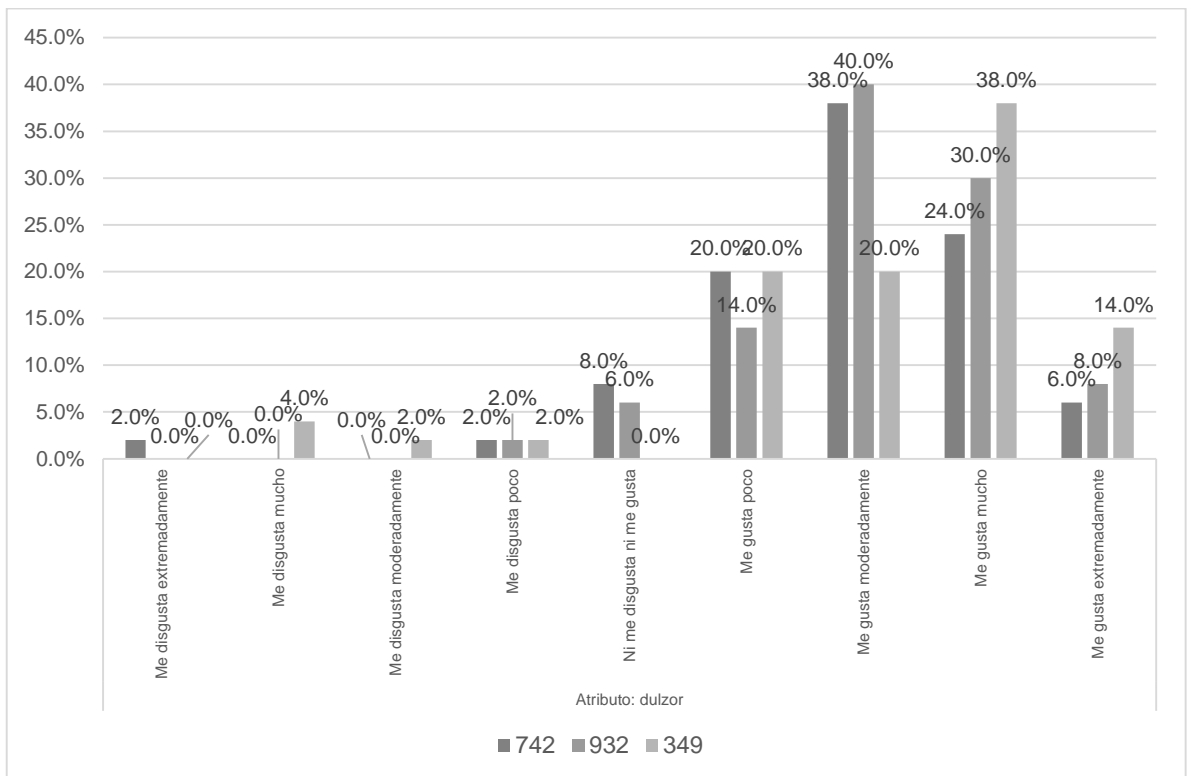


Figura 25: Distribución de los puntajes para la prueba de aceptabilidad hojuelas glaseadas de huitina. Atributo: dulzor.

Tabla 15: Rangos

	Rango promedio
742	1,76
932	2,09
349	2,15

Tabla 16: Prueba de Friedman

Estadísticos de prueba	
N	50
Chi-cuadrado	4,983
gl	2
Sig. asintótica	,083

a. Prueba de Friedman

#### 4.2.2.2. Prueba de aceptabilidad para hojuelas glaseadas de huitina.

**Atributo: sabor**

Tabla 17: Aceptabilidad de hojuelas glaseadas de huitina – atributo: sabor.

Calificación	Muestras					
	742		932		349	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
Me gusta extremadamente	5	10.0%	3	6.0%	10	20.0%
Me gusta mucho	14	28.0%	13	26.0%	20	40.0%
Me gusta moderadamente	19	38.0%	22	44.0%	9	18.0%
Me gusta poco	6	12.0%	7	14.0%	8	16.0%
No me gusta ni me disgusta	3	6.0%	1	2.0%	2	4.0%
Me disgusta poco	3	6.0%	2	4.0%	0	0.0%
Me disgusta moderadamente	0	0.0%	2	4.0%	0	0.0%
Me disgusta mucho	0	0.0%	0	0.0%	1	2.0%
Me disgusta extremadamente	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100.0%</b>	<b>50</b>	<b>100.0%</b>	<b>50</b>	<b>100.0%</b>

## A. Prueba de Friedman

En la Tabla N° 18, se puede observar los rangos obtenidos en la prueba de Friedman. Se ha obtenido un p-valor = 0.040 < 0.05 lo que indica que hay evidencia estadística suficiente para afirmar que existen diferencias significativas entre las calificaciones asignadas por los jueces al producto respecto al atributo sabor, a un nivel de significancia del 5% (Tabla N° 15).

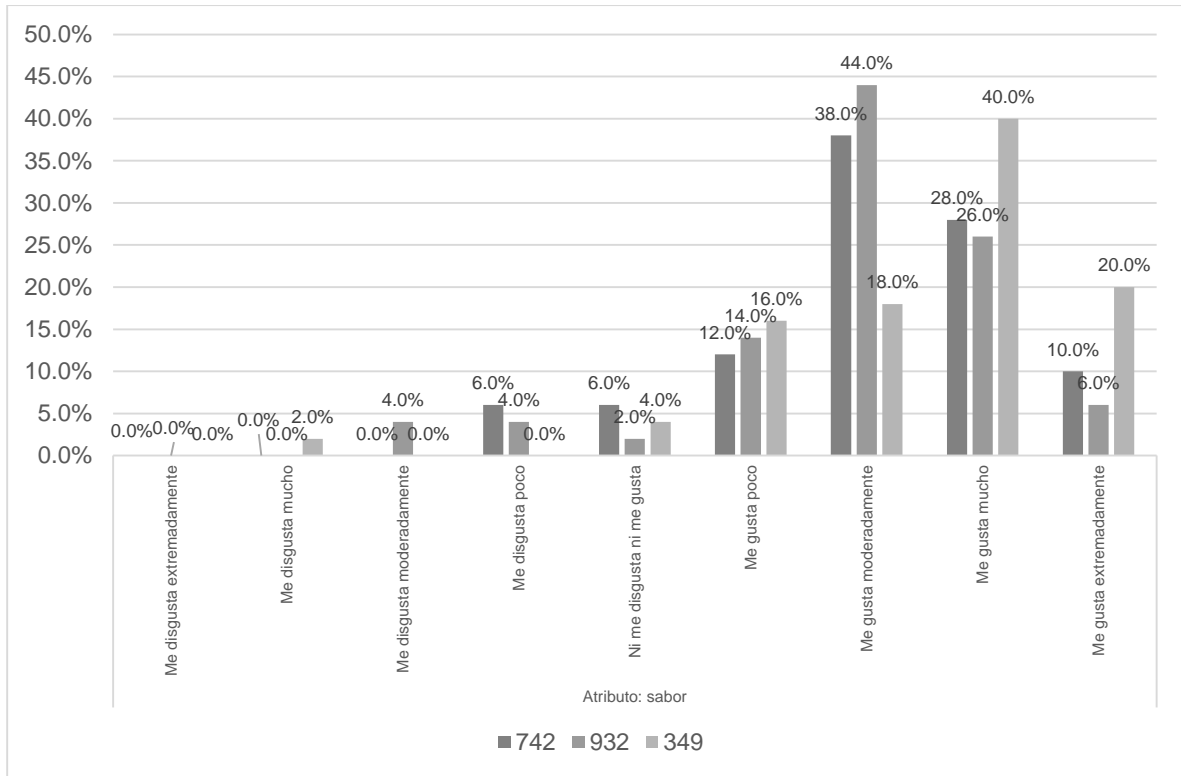


Figura 26: Distribución de los puntajes de la prueba de aceptabilidad para hojuelas glaseadas de huitina. Atributo: sabor.

Tabla 18: Rangos

	Rango promedio
742	1,90
932	1,83
349	2,27



Tabla 19: Prueba de Friedman

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
N	50
Chi-cuadrado	6,462
gl	2
Sig. asintótica	,040

a. Prueba de Friedman

## B. Prueba de Wilcoxon

Tabla 20: Prueba de Wilcoxon

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>			
	932 - 742	349 - 742	349 - 932
Z	-,233 <sup>b</sup>	-1,412 <sup>c</sup>	-2,344 <sup>c</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,816	,158	,019

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

c. Se basa en rangos negativos.

Según la prueba de Wilcoxon (Tabla N° 16), no existen diferencias significativas entre las muestras 932 y 742 además de ser las que obtuvieron las más altas calificaciones y también entre las muestras 349 y 742, pero si existen diferencias significativas entre las muestras 349 y 932 respecto al atributo sabor.

La prueba de Friedman indica que existen diferencias significativas entre por lo menos dos de las muestras respecto a las puntuaciones asignadas, este resultado se toma con reserva por la proximidad del p-valor = 0.040 con el nivel de significancia de 0.05.

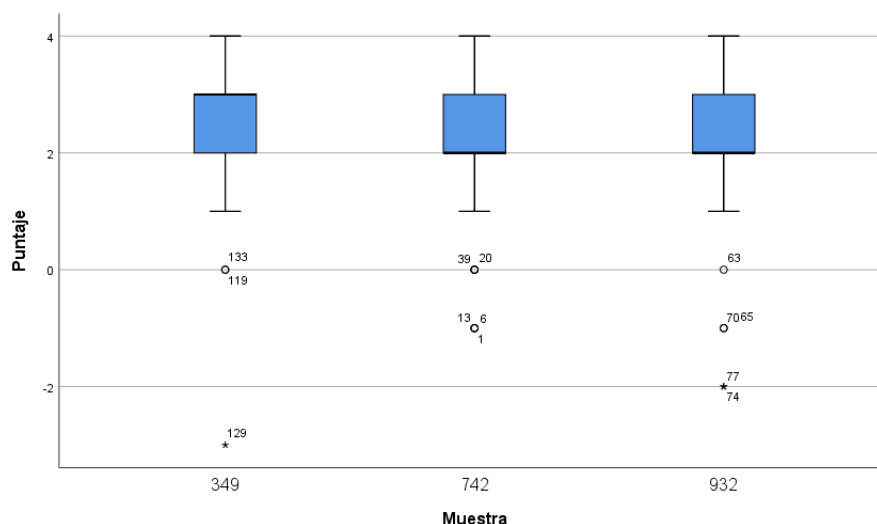


Figura 27: Diagrama de cajas de los puntajes asignados por los jueces al atributo sabor.

#### 4.2.2.3. Prueba de aceptabilidad para hojuelas glaseadas de huitina.

Atributo: textura

Tabla 21: Aceptabilidad de las hojuelas glaseadas de huitina – atributo: textura.

Calificación	Muestras					
	742		932		349	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
Me gusta extremadamente	7	14.0%	4	8.0%	8	16.0%
Me gusta mucho	10	20.0%	16	32.0%	23	46.0%
Me gusta moderadamente	11	22.0%	14	28.0%	7	14.0%
Me gusta poco	13	26.0%	5	10.0%	8	16.0%
No me gusta ni me disgusta	5	10.0%	6	12.0%	1	2.0%
Me disgusta poco	3	6.0%	2	4.0%	1	2.0%
Me disgusta moderadamente	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
Me disgusta mucho	0	0.0%	1	2.0%	1	2.0%
Me disgusta extremadamente	1	2.0%	2	4.0%	1	2.0%
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100.0%</b>	<b>50</b>	<b>100.0%</b>	<b>50</b>	<b>100.0%</b>

## A. Prueba de Friedman

En la Tabla N° 22, se puede observar los rangos obtenidos en la prueba de Friedman. Se ha obtenido un p-valor = 0.003 < 0.05 lo que indica que hay evidencia estadística suficiente para afirmar que existen diferencias altamente significativas entre las calificaciones asignadas por los jueces al producto respecto al atributo textura, a un nivel de significancia del 5% (Tabla N° 23).

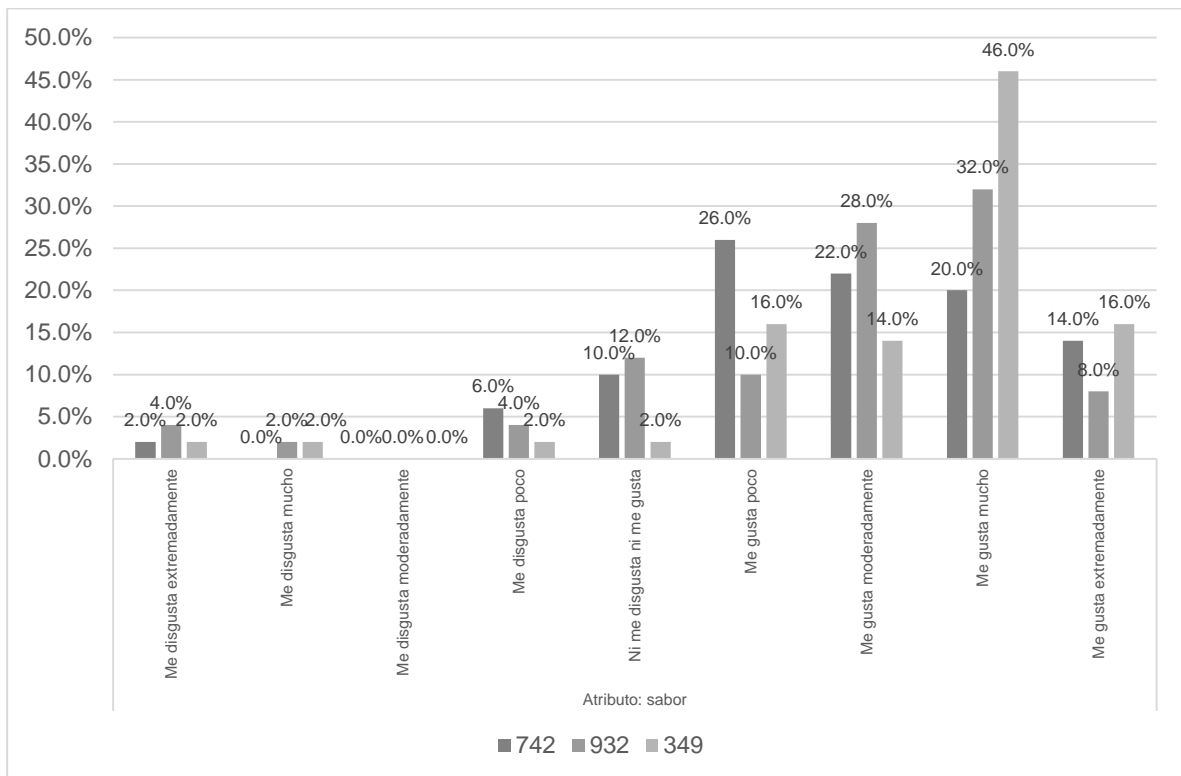


Figura 28: Distribución de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad para hojuelas glaseadas de huitina. Atributo: textura.

Tabla 22: Rangos

Rango promedio	
742	1,78
932	1,88
349	2,34

Tabla 23: Prueba de Friedman

Estadísticos de prueba	
N	50
Chi-cuadrado	11,510
gl	2
Sig. asintótica	,003

a. Prueba de Friedman

## B. Prueba de Wilcoxon

Tabla 24: Prueba de Wilcoxon

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>			
	932 - 742	349 - 742	349 - 932
Z	-,228 <sup>b</sup>	-2,213 <sup>b</sup>	-2,116 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,819	,027	,034

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Según la prueba de Wilcoxon (Tabla N° 24), no existen diferencias significativas entre las muestras 932 y 742. Entre los puntajes asignados a las muestras 349 y 742 existen diferencias significativas y también entre las muestras 349 y 932 respecto al atributo textura. De acuerdo con estos resultados la mayor aceptabilidad lo obtuvo la muestra 349 con respecto al atributo textura.

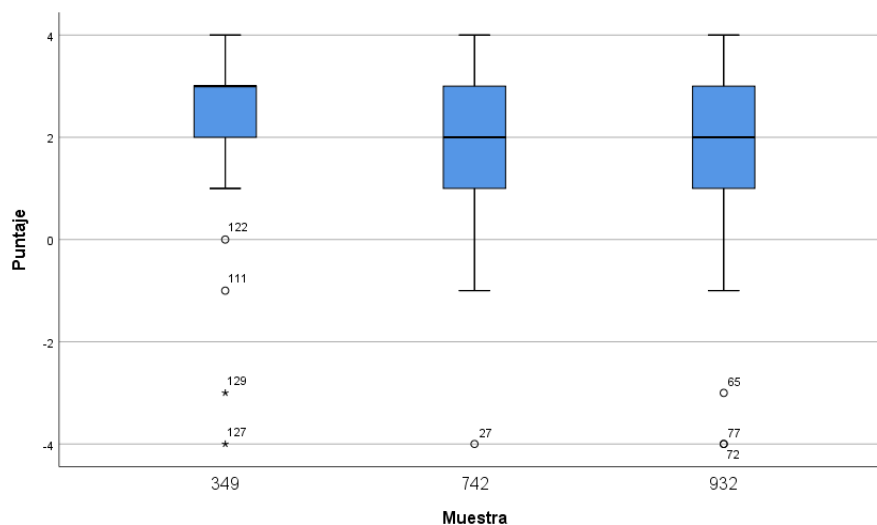


Figura 29: Diagrama de cajas de los puntajes asignados por los jueces al atributo textura.

#### 4.2.2.4. Prueba de aceptabilidad para hojuelas glaseadas de huitina.

**Atributo: color**

*Tabla 25: Aceptabilidad de las hojuelas glaseadas de huitina – atributo: color.*

Calificación	Muestras					
	742		932		349	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
Me gusta extremadamente	5	10.0%	7	14.0%	8	16.0%
Me gusta mucho	12	24.0%	15	30.0%	14	28.0%
Me gusta moderadamente	13	26.0%	10	20.0%	11	22.0%
Me gusta poco	7	14.0%	5	10.0%	7	14.0%
No me gusta ni me disgusta	12	24.0%	9	18.0%	9	18.0%
Me disgusta poco	1	2.0%	3	6.0%	0	0.0%
Me disgusta moderadamente	0	0.0%	1	2.0%	0	0.0%
Me disgusta mucho	0	0.0%	0	0.0%	1	2.0%
Me disgusta extremadamente	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100.0%</b>	<b>50</b>	<b>100.0%</b>	<b>50</b>	<b>100.0%</b>

#### A. Prueba de Friedman

En la Tabla N° 26, se puede observar los rangos obtenidos en la prueba de Friedman. Se ha obtenido un p-valor = 0.209 > 0.05 lo que indica que hay evidencia estadística suficiente para afirmar que no existen diferencias significativas entre las calificaciones asignadas por los jueces al producto respecto al atributo color, a un nivel de significancia del 5% (Tabla N° 23).

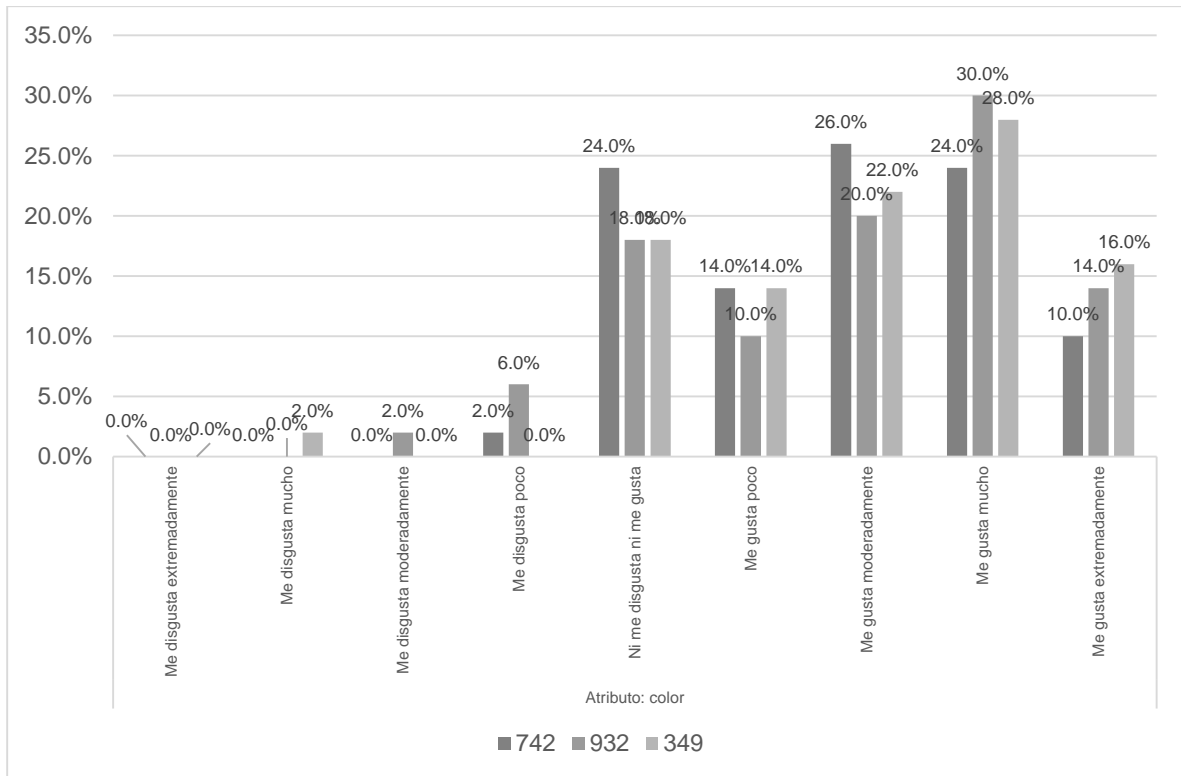


Figura 30: Distribución de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad para hojuelas glaseadas de huitina. Atributo: color.

Tabla 26: Rangos

Rango promedio	
742	1,88
932	2,00
349	2,12

Tabla 27: Prueba de Friedman

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
N	50
hi-cuadrado	3,130
gl	2
Sig. asintótica	,209

a. Prueba de Friedman

#### 4.2.2.5. Prueba de aceptabilidad para hojuelas glaseadas de huitina.

**Atributo: olor**

*Tabla 28: Aceptabilidad de las hojuelas glaseadas de huitina – atributo: olor.*

Calificación	Muestras					
	742		932		349	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
Me gusta extremadamente	6	12.0%	7	14.0%	6	12.0%
Me gusta mucho	11	22.0%	17	34.0%	19	38.0%
Me gusta moderadamente	16	32.0%	11	22.0%	13	26.0%
Me gusta poco	9	18.0%	7	14.0%	8	16.0%
No me gusta ni me disgusta	5	10.0%	5	10.0%	3	6.0%
Me disgusta poco	2	4.0%	1	2.0%	0	0.0%
Me disgusta moderadamente	0	0.0%	2	4.0%	0	0.0%
Me disgusta mucho	1	2.0%	0	0.0%	1	2.0%
Me disgusta extremadamente	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100.0%</b>	<b>50</b>	<b>100.0%</b>	<b>50</b>	<b>100.0%</b>

#### A. Prueba de Friedman

En la Tabla N° 29, se puede observar que los rangos obtenidos en la prueba de Friedman. Se ha obtenido un p-valor = 0.055 > 0.05 lo que indica que hay evidencia estadística suficiente para afirmar que no existen diferencias significativas entre las calificaciones asignadas por los jueces al producto respecto al atributo olor, a un nivel de significancia del 5% (Tabla N° 30).

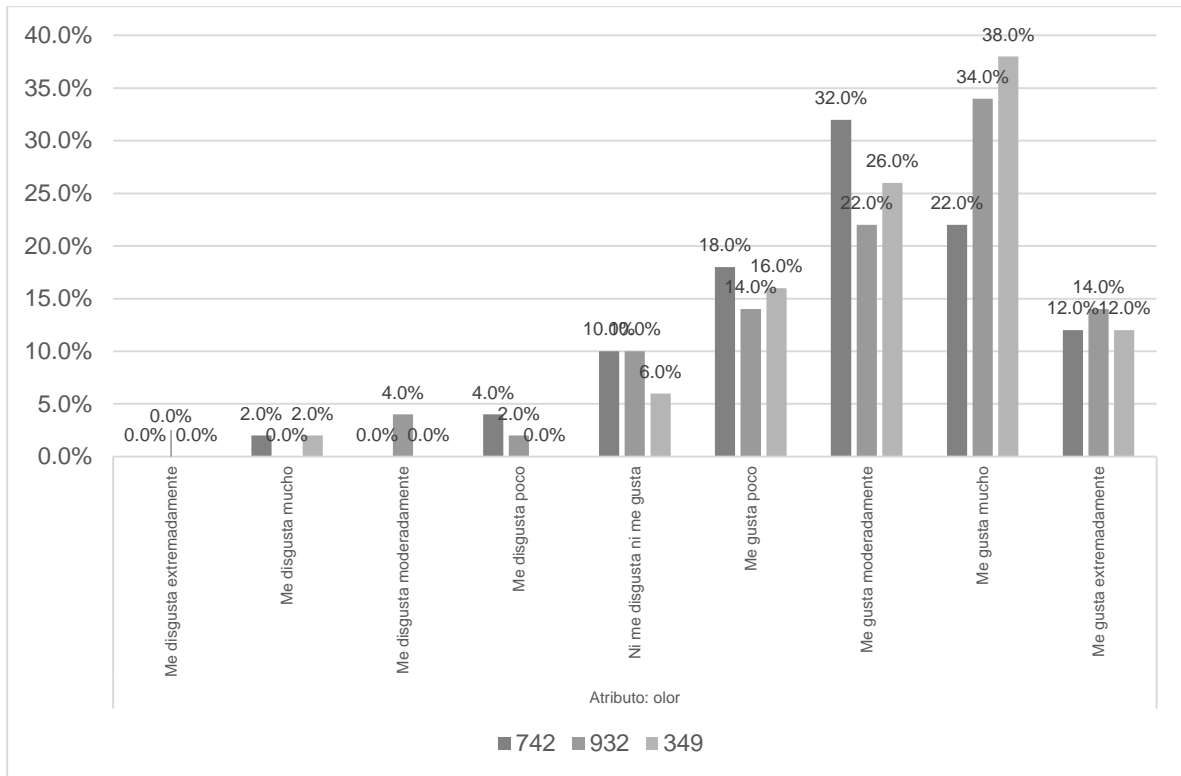


Figura 31: Distribución de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad para hojuelas glaseadas de huitina. Atributo: olor.

Tabla 29: Rangos

Rango promedio	
742	1,80
932	2,04
349	2,16

Tabla 30: Prueba de Friedman

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
N	50
Chi-cuadrado	5,793
gl	2
Sig. asintótica	,055

a. Prueba de Friedman



**4.2.2.6. Prueba de aceptabilidad para hojuelas glaseadas de huitina.  
Apreciación global.**

*Tabla 31: Aceptabilidad de las hojuelas glaseadas de huitina – apreciación global.*

Calificación	Muestras					
	742		932		349	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
Me gusta extremadamente	6	12.0%	5	10.0%	13	26.0%
Me gusta mucho	15	30.0%	20	40.0%	20	40.0%
Me gusta moderadamente	17	34.0%	11	22.0%	10	20.0%
Me gusta poco	7	14.0%	9	18.0%	4	8.0%
No me gusta ni me disgusta	2	4.0%	3	6.0%	0	0.0%
Me disgusta poco	1	2.0%	2	4.0%	1	2.0%
Me disgusta moderadamente	1	2.0%	0	0.0%	0	0.0%
Me disgusta mucho	1	2.0%	0	0.0%	2	4.0%
Me disgusta extremadamente	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100.0%</b>	<b>50</b>	<b>100.0%</b>	<b>50</b>	<b>100.0%</b>

**A. Prueba de Friedman**

En la Tabla N° 32, se puede observar que los rangos obtenidos en la prueba de Friedman. Se ha obtenido un p-valor = 0.136 > 0.05 lo que indica que hay evidencia estadística suficiente para afirmar que no existen diferencias significativas entre las calificaciones asignadas por los jueces al producto respecto a la apreciación global, a un nivel de significancia del 5% (Tabla N° 29).

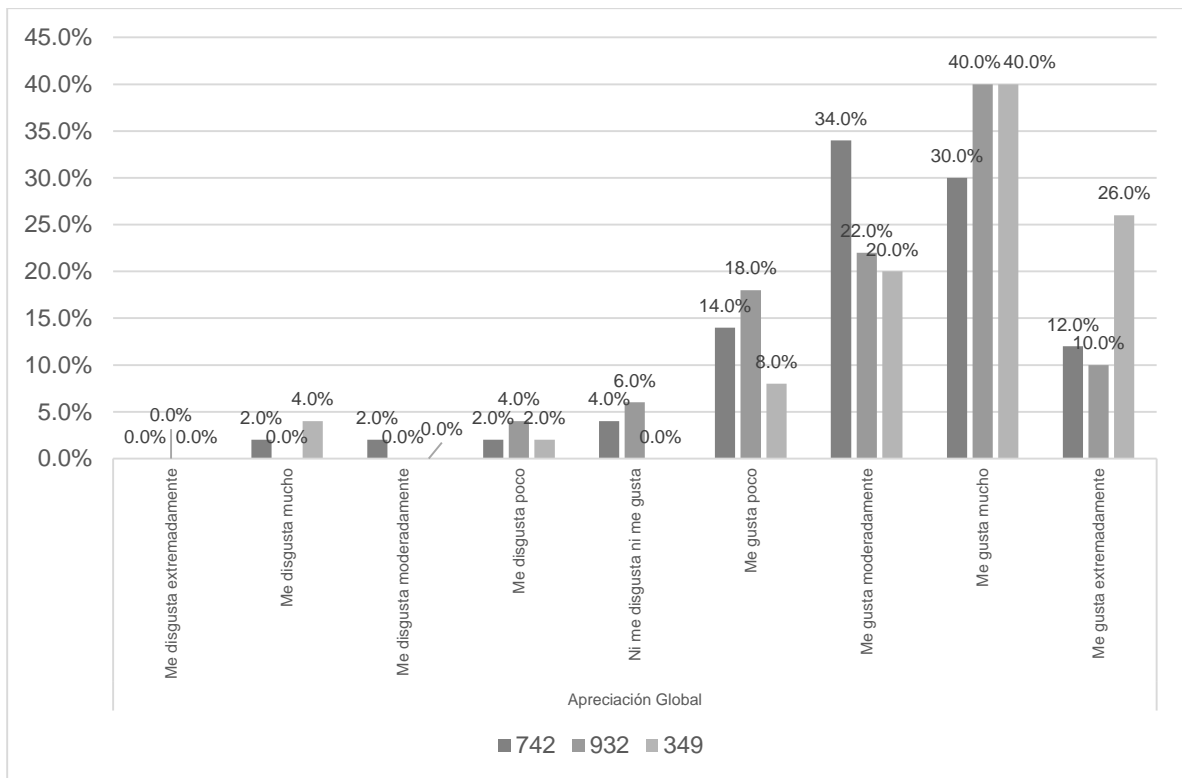


Figura 32: Distribución de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad para hojuelas glaseadas de huitina. Apreciación global.

Tabla 32: Rangos

Rango promedio	
742	1,84
932	1,97
349	2,19

Tabla 33: Prueba de Friedman

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
N	50
Chi-cuadrado	3,987
gl	2
Sig. asintótica	,136

a. Prueba de Friedman

### 4.3. Costos variables de manufactura

#### 4.3.1. Costo de producción de harina de huitina

Tabla 34: Costo de producción de harina de huitina

	Cantidad	Costo (S/)	Total (S/)
Huitina	70 kg	3.5	245
Secador de Bandejas	20 hrs	3	60
Cloro	1 unid	1	1
Mano de obra	1 unid	50	50
			<b>13.6 kg</b>
			<b>S/ 356</b>
			<b>(Totales S/ 26.20 x Kg obtenidos)</b>

Los datos de la tabla N° 30 para la elaboración de harina de huitina, utilizamos 70kg de huitina fresca obteniendo un total de 13.6 kg de harina, son la base para la determinación de los costos de producción de esta etapa de la investigación.

#### 4.3.2. Costo de producción de hojuelas de huitina por formulación por kilo.

Tabla 35: Costo de producción de hojuelas de huitina por formulación

	Costo x Kg (S/)	Costo Formulación A (S/)	Costo Formulación B (S/)	Costo Formulación C (S/)
Harina De Arroz	5.00	0.88	0.75	0.75
Almidon De Yuca	14.00	2.31	2.31	1.96
Harina De Huitina	26.00	2.60	3.25	3.90
Harina De Soya	10.00	0.35	0.25	0.25
Azucar	2.00	0.05	0.07	0.07
Lecitina De Soya	35.00	0.61	0.61	0.61
Agua	0.15	0.05	0.05	0.05
<b>TOTAL S/ (x Kg)</b>		<b>6.84</b>	<b>7.29</b>	<b>7.59</b>

En la tabla N° 35 se aprecia los datos para la elaboración de las hojuelas glaseadas de huitina a diferentes concentraciones de harina de huitina, son la base para la determinación de los costos de producción de esta etapa de la investigación.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación se elaboró hojuelas glaseadas para desayuno, formulado con harinas libre de gluten, tales como harina de arroz, yuca y soja, con tres formulaciones diferentes a partir de harina de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina), en concentraciones de 20%, 25% y 30%. De los mejores tratamientos de cada formulación se realizó las pruebas sensoriales, utilizando pruebas de aceptabilidad (dulzor, sabor, textura, color, olor y apreciación global) dirigida al público consumidor y mediante prueba de Friedman y prueba de Wilcoxon, el mejor tratamiento es la formulación B con un 25% de harina huitina. A comparación con las investigaciones de Ejoh et al. (2003) y Chirinos et al. (2001) quienes usaron sustitución parcial de harina de trigo por harina de papa huitina en concentraciones del 10% y 30% respectivamente, para la elaboración de galletas, las cuales, al poseer harina de trigo en sus formulaciones, lo cual contiene gluten; sin embargo, en la formulación de las hojuelas se utilizó harinas de arroz, yuca y soja, todas libre de gluten; por lo tanto son aptas también para el consumo de celíacos.

Al ser formulaciones libres gluten, la masa no cuenta con esa elasticidad propia de la harina de trigo que aporta el gluten. En el estudio realizado por Palomino *et al.* (2010) el contenido de amilosa promedio de la harina de de *Xanthosoma sagittifolium* es de 26,2% y su temperatura de gelatinización se encuentra entre 77,3 y 78,9°C; dichas propiedades contribuyeron a la formulación planteada en esta investigación para que la masa tenga consistencia y sea posible dar forma de hojuelas, sin la necesidad de sustituir parcialmente con harina de trigo.

Con respecto a los atributos de textura y sabor, la muestra con mayor aceptabilidad es la 349, la cual corresponde a la formulación "B", cuyo porcentaje de harina de huitina es de 25%. Sin embargo, no se puede concluir solamente con el atributo "sabor" por la proximidad del p-valor con el nivel de significancia. Sin embargo, si se excluye la Muestra 742 (formulación "C"), por el hecho de ser la más costosa en producir (S/ 7.60 x kg); se concluye que la muestra 349 (formulación B), cuyo costo de producción es S/ 7.30 por kilogramo, tiene mejor sabor con respecto a la muestra 932 (formulación "A"). Los costos de producción de las hojuelas de huitina son

elevados, puesto que su producción fue a nivel laboratorio, por lo tanto manual, los cuales se verían reducidos a niveles industriales por el aprovechamiento del tiempo.

Se puede indicar que la hojuela de huitina es un producto con muchos componentes nutricionales, posee un elevado contenido de grasa, proteína, calorías y un porcentaje bajo de vitamina C, así como otros minerales como hierro, fósforo y zinc, magnesio, sodio, potasio en cantidades considerables. En comparación con las hojuelas de maíz, más conocidas como “corn flakes”, disponibles en el mercado, las hojuelas glaseadas de huitina posee 448 kcal, a diferencia de las de maíz que posee 380 kcal (Bejarano et. al, 2002), esto se debe al glaseado que contiene, el cual se hizo para mejorar su aceptación para el público consumidor, por otro lado, posee menos carbohidratos y más fibra (73.48% y 3.10%) que las hojuelas comerciales (85.2% y 0.6%). Por lo tanto, aporta en el consumo de fibra en los adolescentes, lo cual contribuye a la digestión y motilidad intestinal.

Rubio – Tapia et. al (2010) indica que el 82% de los pacientes celíacos adultos experimentaron mejoría en los síntomas de la enfermedad consumiendo una dieta libre de gluten, por lo que las hojuelas glaseadas de papa huitina propuestas en esta investigación son una opción alimentaria para tratar este tipo de enfermedad y así mejorar la calidad de vida de las personas que padecen esta condición; y a la par ser consumido por cualquier ser humano puesto que la ausencia del gluten en una dieta completa no significa un inconveniente.

## **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES**

Al desarrollar tecnología para elaborar hojuelas glaseadas libres de gluten a partir de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina), se obtuvo un producto original y apto para el consumo humano, especialmente favorable para celíacos

De los análisis realizados a la materia prima (papa huitina), se declara que contiene 0.5% de grasa, 1.69% de proteína, 55mg de calcio, 290 mg de fósforo, 3.45% de fibra total, 412% de vitamina C, 4.54 mg de hierro, 155.3mg de potasio, 0.01mg de cobre y 0.02mg de zinc.

Se consiguió a producir harina de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina), con altas características organolépticas, físico químicas y microbiológicas. La harina de huitina tiene una composición fisicoquímica de 5.22% de fibra total, 17% de vitamina C, 6.3mg de hierro, 62.5mg de calcio, 290mg de fósforo, 220.4mg de potasio, 0.02mg de cobre y 0.03mg de zinc.

En la elaboración de las hojuelas glaseadas a partir de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina), la formulación más óptima es al 25% de harina de huitina (formulación B), ya que presentan mayor aceptabilidad y mayores calificaciones de sabor, aroma, color, textura y grado de satisfacción.

Las hojuelas glaseadas a partir de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina) libre de gluten se elaboró utilizando harina de huitina como sucedáneo de la harina de trigo, contiene grasa, proteína, vitamina C, Calcio, Fibra, Fósforo, Hierro y Zinc, con relación a ello se puede expresar que las hojuelas de huitina son una buena alternativa de nutrición. Según los límites permisibles establecidos, los análisis físico químicos, microbiológicos, las pautas establecidas en la norma RM N° 1020-2012/ MINSA y junto a las buenas prácticas de manufactura aplicadas en la elaboración de este producto. La humedad contenida es de 4.09% comprando con lo que establece la Norma Sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinado a programas sociales de alimentación (451-2006/MINSA) el cual expresa que el máximo de humedad que debe de contener este tipo de alimento es de 5%, lo cual es adecuado para su almacenamiento. Se puede afirmar que las hojuelas glaseadas de huitina son una alternativa ampliamente favorable para el tratamiento libre de gluten y alimentación en general.

## CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

- Fomentar la investigación de materias primas de la región (Loreto) ya que, al igual que la *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina), podrían poseer características nutritivas y un proceso de producción viable y sostenible.
- Hacer un estudio de factibilidad de la producción de hojuelas glaseadas de huitina a nivel industrial.
- Evaluar la incorporación de harina de huitina en la elaboración de productos de innovación, calidad y nutritivos o aquellos sustitutos de los que posean gluten.
- Promover investigaciones que permitan conservar un mayor porcentaje de los valores de composición química y nutricional de las hojuelas de huitina.
- Considerar los potenciales alcances de la *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina), en los distintos sectores de desarrollo económico como gastronómico, medicinal, cosméticos, etc.



## **CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN**

Abril, J.; Casp, P. "Procesos de Conservación de Alimentos". Ediciones Mundi-Prensa. España, 1999.

Alonso, M. "Enfermedad Celiaca: Manual de Celiaco". En: ¿Qué es la enfermedad celiaca? II. Madrid, 2001. Pág. 19

Aráuz J., Ñurinda J. "Aprovechamiento del tubérculo Malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) como materia prima para el desarrollo de un nuevo producto agroindustrial tipo Snacks, en el período de Julio 2008 - Julio 2009". Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. Setiembre 2009.

Barbosa, G.; Vega, H. "Deshidratación de Alimentos". Editorial Acribia S.A. España. 2000.

Bearano, E., Bravo, M., Huamán, M., Huapaya, C., Roca, A., Roas E. Tabla de Composición de Alimentos Industrializados. Ministerio de Salud. Instituto de Nacional de Salud. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Lima 2002. 56 pp.

Brennan, J.G., Butters, J.R., Cowell, N.D., Lilley, A.E.V. "Dehydration". En FoodEngineeringOperations. 3rd Ed. ElsevierAppliedScience. New York – USA. 1990.

Bustos Marichin, G. C., & Marapara Muñoz, J. L. "Parámetros de secado en bandeja de *Colocasia esculenta* (pituca) para la elaboración de harina y su utilización en galletas". Iquitos. 2016.

Cabezas, A. "Elaboración y evaluación nutricional de galletas con quinua y galletas deshidratada"; Tesis de la Facultad de Ciencias- Escuela de Farmacia y Bioquímica. Riobamba – Ecuador. 2010.

Colina, I, María luisa. "Deshidratación de Alimentos". 1 ed. Editorial Trillas. México. 2010. Pp 39,139, 165.

COGUANOR NGO 34 196. Comisión Técnico de Normalización 34 – Industrias Agrícolas y alimenticias. Ministerio de Economía, Guatemala, 1990

Cheftel, J.; Cheftel H. "Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos". Volumen 1. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España. 1976.

Chirinos Zagaceta, F., Chirinos Zagaceta, C., & Aricari Huayta, L. "Elaboración de galletas utilizando harinas sucedáneas obtenidas con productos de la región". Revista Amazónica de Investigación Alimentaria, 1(1), 44-48. Recuperado el 14 de 10 de 16. Iquitos 2001.

Doymaz I. y M. Pala. "The thin-layer Drying Characteristics of corn. Journal of Food Engineering". 2003. Pp 125-130.

Duncan, J.R. Manley. "Tecnología de la industria galletera". Segunda edición. Editorial acribia. Zaragoza – España, 1983.

Ejoh S., Obatolu V. And Farinde E., Olanipekun O. "Extending the use of an underutilised tuber I: Physicochemical and pasting properties of cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) flour and its suitability for making biscuits". In: African Journal of Food Science. Vol. 7(9). Setiembre 2013. Pp. 264 – 273. ISSN 1996-0794 ©2013 Academic Journal. Disponible en la world wide web: <http://www.academicjournals.org/AJFS>

Fito, P., Andrés, A., Barat J. y Albors, A. "Introducción al Secado por Aire Caliente". Editorial Universidad Politécnica de Valencia, España. 2001.

Giacometi DC, León J. "Tannia. Yautia (*Xanthosoma sagittifolium*)". In: Neglected Crops: 1492 from a different perspective. Plant production and Protection Series No. 26. FAO. Rome, Italy, 1994, pp 253 – 258.

GREEN, Shia. "Tempeh. La mejor proteína vegetal". Océano Grupo Editorial, S.A., 2001. Pág. 138. ISBN 84-7556-080-66

Heldman, D.R.; Singh, R.P. "Introducción a la Ingeniería de los Alimentos". Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España. 1998. Pp. 463 – 468.

Iwuoha C. I., Kalu F. A. "Calcium oxalate and physic-chemical properties of cocoyam (*Colocasia esculenta* and *Xanthosoma sagittifolium*) tuber flours as affected by processing. In: Food Chemistry, vol. 54.1995. pp. 61–66,.

Jayaraman, K.S. y D.K. Das Gupta. "Drying of fruits and vegetables", In: Handbook of Industrial Drying, Mujumdar, S.A. New York. Marcel Dekker Inc. 1995. Pp 643-690.

Lamacchia, C., Camarc, A., Picascia, S., Di Luccia, A. y Gianfrani. A.. "Cereal-Based Gluten-Free Food: How to Reconcile Nutritional and Technological Properties of Wheat Proteins with Safety for Celiac Disease Patients." 2014. *Nutrients* 6 (2): 575–90. doi:10.3390/nu6020575.

Montaldo A, Montilla JJ, Perdomo D, Luciani JF, Mantilla JE. Investigación y mejora de los cultivos de raíces y tubérculos en Venezuela. *Rev Fac Agron (Maracay)* 1992;18:1-19.

Mwenye, O. J., Labuschagne, M. T., Herselman, L., & Benesi, I. R. M. (2011). "Mineral composition of malawian cocoyam (*Colocasia esculenta* and *Xanthosoma sagittifolium*) genotypes". *Journal of Biological Sciences*, 11, 331–335  
Ocon-Tojo, G. 1970. "Problemas de Ingeniería Química – Operaciones Básicas". Tomo II. Primera Edición. Edit. Aguilar. Madrid - España.

Nijhuis, N.H., E. Torringa, H. Luyten, F. René, P. Jones, T. Funebo y T. Ohlsson. "Research Needs and Opportunities in the Dry Conservation of Fruits and Vegetables". *DryingTechnology*. 1996. pp 1429-1457.

Nwanekezi, E. C., Owuamunam, C. I., Ihediohanma, N. C., Iwouna, J. O., "Functional, particle size and sorption isotherm of cocoyam cormel flours". *Pakistan J. Nutri.* 2000, 9, 973–979.

Ocon-Tojo, G.. "Problemas de Ingeniería Química – Operaciones Básicas". Tomo II. Primera Edición. Edit. Aguilar. 1970. Madrid - España.

Odeku, Oluwatoyin A. "Potentials of Tropical Starches as Pharmaceutical Excipients: A Review." *Starch - Stärke* 65 (1–2): 89–106. doi:10.1002/star.201200076. 2013

Ojinnaka MC, Akobundu ENT, Iwe MO." Cocoyam starch modification effects on functional, sensory and cookies qualities". 2009 *Pak. J. of Nutr.* 8(5):558-567

Palomino C., Molina Y. y Perez E. Atributos físicos y composición química de harinas y almidones de los tubérculos de *Colocasia esculenta* (L.) Schott y *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott. En: Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Caracas Venezuela. Enero 2010. Rev. Fac. Agron. (UCV) 36 (2): 58-66

Polanco, I.: Enfermedad Celíaca. *Pediatrica. Supl.* 1: 1-17, 2000

Potter, N. y J. Hotchkiss. "Ciencia de los Alimentos". 5ta ed. Zaragoza – España. Editorial Acribia S.A. 1999. Pp 221

Rubio-Tapia A., Rahim M., See J., Lahr B., Wu T., Murray J. "Mucosal recovery and mortality in adults with celiac disease after treatment with a gluten-free diet". *American Journal Gastroenterology*, 2010. Recuperado el 16 de junio del 2019 Disponible en la World Wide Web: <https://celiac.org/main/wp-content/uploads/2009/12/mucosal-recovery-in-adults.pdf>

S.A. "Harina de arroz". NutrisaCorp [Online]. Recuperado el 17 de agosto del 2019. Disponible en la World Wide Web: <https://nutrisacorp.com/peru/producto/harina-de-arroz-sin-gluten/>

S.A. "Harina de yuca". Cocinista [Online]. Recuperado el 17 de agosto del 2019. Disponible en la World Wide Web: <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/ingredientes-del-mundo/harina-de-yuca.html>

Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial (SENATI), IPACE. Entrenamiento en tecnología de procesos en galletas. Lima – Perú, 2000.

Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial (SENATI), IPACE. Entrenamiento en tecnología de procesos en galletas. Lima – Perú, 2000.

VILLAREJO, Avencio. "Así es la Selva". Centro de estudios Teológicos de la Amazonía. 5ta edición. Editorial Omega. Perú. 2005. Págs. 61 – 67.

## ANEXOS

Formato de encuesta para análisis sensorial. Prueba de aceptabilidad. Atributo dulzor.

### PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

#### ATRIBUTO: DULZOR

Nombre: ..... Fecha: ...../...../.....

#### INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan tres muestras de **hojuelas glaseadas de huitina**. Por favor, pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta el **dulzor** en cada una de las muestras, escribiendo una X en el casillero correspondiente según la calificación que usted le asigne.

Nota: recuerde tomar un poco de agua entre cada muestra.

Calificación	MUESTRA		
	742	932	349
Me gusta extremadamente			
Me gusta mucho			
Me gusta moderadamente			
Me gusta poco			
No me gusta ni me disgusta			
Me disgusta poco			
Me disgusta moderadamente			
Me disgusta mucho			
Me disgusta extremadamente			

Comentarios:

.....  
.....  
.....

MUCHAS GRACIAS

**Anexo N° 02:**

Formato de encuesta para análisis sensorial. Prueba de aceptabilidad. Atributo sabor.

**PRUEBA DE ACEPTABILIDAD**

**ATRIBUTO: SABOR**

Nombre: ..... Fecha: ...../...../.....

**INSTRUCCIONES**

Frente a usted se presentan tres muestras de **hojuelas glaseadas de huitina**. Por favor, pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta el **sabor** en cada una de las muestras, escribiendo una X en el casillero correspondiente según la calificación que usted le asigne.

Nota: recuerde tomar un poco de agua entre cada muestra.

Calificación	MUESTRA		
	742	932	349
Me gusta extremadamente			
Me gusta mucho			
Me gusta moderadamente			
Me gusta poco			
No me gusta ni me disgusta			
Me disgusta poco			
Me disgusta moderadamente			
Me disgusta mucho			
Me disgusta extremadamente			

Comentarios:

.....  
.....  
.....

**MUCHAS GRACIAS**

**Anexo N° 03:**

Formato de encuesta para análisis sensorial. Prueba de aceptabilidad. Atributo  
textura.

**PRUEBA DE ACEPTABILIDAD**

**ATRIBUTO: TEXTURA**

Nombre: ..... Fecha: ...../...../.....

**INSTRUCCIONES**

Frente a usted se presentan tres muestras de **hojuelas glaseadas de huitina**. Por favor, pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta la **textura** en cada una de las muestras, escribiendo una X en el casillero correspondiente según la calificación que usted le asigne.

Nota: recuerde tomar un poco de agua entre cada muestra.

Calificación	MUESTRA		
	742	932	349
Me gusta extremadamente			
Me gusta mucho			
Me gusta moderadamente			
Me gusta poco			
No me gusta ni me disgusta			
Me disgusta poco			
Me disgusta moderadamente			
Me disgusta mucho			
Me disgusta extremadamente			

Comentarios:

.....  
.....  
.....

**MUCHAS GRACIAS**

**Anexo N° 04:**

Formato de encuesta para análisis sensorial. Prueba de aceptabilidad. Atributo color.

**PRUEBA DE ACEPTABILIDAD**

**ATRIBUTO: COLOR**

Nombre: ..... Fecha: ...../...../.....

**INSTRUCCIONES**

Frente a usted se presentan tres muestras de **hojuelas glaseadas de huitina**. Por favor, pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta el **color** en cada una de las muestras, escribiendo una X en el casillero correspondiente según la calificación que usted le asigne.

Nota: recuerde tomar un poco de agua entre cada muestra.

Calificación	MUESTRA		
	742	932	349
Me gusta extremadamente			
Me gusta mucho			
Me gusta moderadamente			
Me gusta poco			
No me gusta ni me disgusta			
Me disgusta poco			
Me disgusta moderadamente			
Me disgusta mucho			
Me disgusta extremadamente			

Comentarios:

.....  
.....  
.....

**MUCHAS GRACIAS**



**Anexo N° 05:**

Formato de encuesta para análisis sensorial. Prueba de aceptabilidad. Atributo olor.

**PRUEBA DE ACEPTABILIDAD**

**ATRIBUTO: OLOR**

Nombre: ..... Fecha: ...../...../.....

**INSTRUCCIONES**

Frente a usted se presentan tres muestras de **hojuelas glaseadas de huitina**. Por favor, pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta el **olor** en cada una de las muestras, escribiendo una X en el casillero correspondiente según la calificación que usted le asigne.

Nota: recuerde tomar un poco de agua entre cada muestra.

Calificación	MUESTRA		
	742	932	349
Me gusta extremadamente			
Me gusta mucho			
Me gusta moderadamente			
Me gusta poco			
No me gusta ni me disgusta			
Me disgusta poco			
Me disgusta moderadamente			
Me disgusta mucho			
Me disgusta extremadamente			

Comentarios:

.....  
.....  
.....

**MUCHAS GRACIAS**

**Anexo N° 06:**

Formato de encuesta para análisis sensorial. Prueba de aceptabilidad.  
Apreciación global.

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD  
APRECIACIÓN GLOBAL

Nombre: ..... Fecha: ...../...../.....

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan tres muestras de **hojuelas glaseadas de huitina**. Por favor, pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada una de las muestras (apreciación global), escribiendo una X en el casillero correspondiente según la calificación que usted le asigne.

Nota: recuerde tomar un poco de agua entre cada muestra.

Calificación	MUESTRA		
	742	932	349
Me gusta extremadamente			
Me gusta mucho			
Me gusta moderadamente			
Me gusta poco			
No me gusta ni me disgusta			
Me disgusta poco			
Me disgusta moderadamente			
Me disgusta mucho			
Me disgusta extremadamente			

Comentarios:

.....  
.....  
.....

MUCHAS GRACIAS

**Anexo N° 07:**  
**Datos prueba de aceptabilidad - atributo dulzor**

Juez	742	932	349
1	1	3	3
2	3	3	2
3	3	3	4
4	3	4	2
5	2	3	4
6	0	2	3
7	3	1	2
8	2	3	3
9	3	4	3
10	3	1	4
11	3	2	1
12	3	2	4
13	1	2	3
14	0	2	3
15	0	2	3
16	1	2	3
17	3	3	2
18	2	2	3
19	1	2	1
20	2	0	1
21	4	2	1
22	-4	0	-1
23	2	3	4
24	-1	1	-2
25	2	4	1

26	1	2	3
27	2	-1	-3
28	2	1	3
29	1	0	-3
30	3	3	4
31	3	4	2
32	2	3	3
33	4	2	1
34	2	1	3
35	1	2	3
36	0	2	1
37	2	1	2
38	2	1	2
39	1	2	3
40	2	3	2
41	2	3	4
42	1	3	3
43	3	2	3
44	2	2	2
45	2	3	1
46	2	3	3
47	1	2	1
48	4	2	1
49	2	2	3
50	2	3	2

**Anexo N° 08:**  
**Datos prueba de aceptabilidad - atributo sabor**

Juez	742	932	349	26	0	2	2
1	-1	2	2	27	3	-2	1
2	3	3	3	28	3	2	3
3	2	3	3	29	2	2	-3
4	4	3	2	30	2	1	4
5	1	3	4	31	2	4	3
6	-1	1	3	32	3	3	4
7	4	1	2	33	3	2	0
8	2	2	3	34	1	3	2
9	3	2	3	35	2	1	3
10	3	2	3	36	2	1	3
11	4	1	3	37	2	2	2
12	3	2	4	38	2	2	3
13	-1	0	4	39	0	2	3
14	2	2	3	40	1	2	3
15	1	-1	4	41	2	3	4
16	2	1	3	42	2	3	2
17	2	2	1	43	3	4	4
18	1	2	3	44	3	2	1
19	1	2	0	45	3	3	2
20	0	-1	1	46	3	3	4
21	4	3	2	47	2	2	1
22	4	2	3	48	3	2	1
23	2	3	4	49	2	2	3
24	2	-2	1	50	2	3	3
25	3	4	1				

**Anexo N° 09:**  
**Datos prueba de aceptabilidad - atributo textura**

Juez	742	932	349	26	0	3	1
1	-1	2	3	27	-4	-4	-4
2	2	3	2	28	2	1	3
3	1	2	3	29	1	0	-3
4	1	3	3	30	3	3	3
5	0	2	3	31	3	3	1
6	-1	0	3	32	4	4	2
7	2	2	3	33	1	0	3
8	4	3	4	34	1	2	2
9	2	3	4	35	1	2	3
10	2	2	3	36	0	-1	2
11	4	1	-1	37	1	2	3
12	4	0	4	38	1	0	1
13	2	1	3	39	0	1	2
14	0	2	3	40	2	2	3
15	-1	-3	2	41	1	2	3
16	3	3	3	42	3	3	3
17	1	3	3	43	3	4	3
18	3	3	3	44	2	3	1
19	3	2	1	45	2	3	1
20	3	2	1	46	1	2	4
21	4	4	4	47	3	3	4
22	1	-4	0	48	4	1	1
23	3	3	4	49	1	0	2
24	2	-1	3	50	2	3	3
25	4	4	4				

**Anexo N° 10:**  
**Datos prueba de aceptabilidad - atributo color**

Juez	742	932	349	42	3	3	3
1	1	3	2	43	4	4	4
2	4	3	4	44	1	1	2
3	3	2	4	45	2	3	2
4	2	4	1	46	0	3	4
5	3	2	0	47	3	3	3
6	3	2	1	48	1	1	1
7	1	3	2	49	-1	2	3
8	2	4	3	50	0	0	0
9	2	3	4				
10	3	3	3				
11	4	1	3				
12	0	0	0				
13	0	2	3				
14	0	0	0				
15	2	-1	2				
16	3	3	3				
17	0	0	0				
18	3	3	3				
19	1	1	1				
20	0	0	0				
21	3	4	4				
22	0	0	0				
23	2	2	2				
24	1	-2	3				
25	4	4	4				
26	2	2	2				
27	0	-1	1				
28	2	2	2				
29	1	0	-3				
30	2	3	2				
31	4	4	4				
32	2	4	3				
33	2	-1	0				
34	0	0	0				
35	3	3	3				
36	0	1	1				
37	2	2	2				
38	0	0	1				
39	2	2	2				
40	3	3	3				
41	3	3	3				

**Anexo N° 11:**  
**Datos prueba de aceptabilidad - atributo olor**

uez	742	932	349	41	3	3	4
1	0	2	0	42	2	3	2
2	4	2	3	43	4	4	4
3	2	3	4	44	2	2	3
4	2	4	1	45	2	3	1
5	1	2	3	46	1	2	2
6	-1	1	3	47	1	3	2
7	2	3	2	48	0	0	0
8	2	4	2	49	1	-1	1
9	3	4	3	50	1	2	3
10	0	1	2				
11	2	0	3				
12	4	2	2				
13	0	3	2				
14	1	1	2				
15	1	3	1				
16	3	3	3				
17	0	0	0				
18	2	2	3				
19	3	3	3				
20	2	2	2				
21	4	4	4				
22	2	1	3				
23	2	2	2				
24	-3	1	3				
25	4	4	3				
26	3	3	3				
27	2	0	3				
28	1	1	1				
29	2	0	-3				
30	4	4	4				
31	3	3	3				
32	3	3	4				
33	3	-2	1				
34	1	1	1				
35	3	3	3				
36	-1	-2	1				
37	2	2	2				
38	3	3	3				
39	3	3	3				
40	2	3	2				

**Anexo N° 12:**  
 Datos prueba de aceptabilidad – apreciación global

Juez	742	932	349	26	1	3	2
1	1	4	3	27	2	-1	1
2	4	3	4	28	3	1	3
3	3	3	4	29	2	0	-3
4	4	3	2	30	2	2	4
5	0	2	4	31	4	4	3
6	-3	0	4	32	3	3	4
7	2	3	2	33	4	-1	2
8	3	3	2	34	2	1	3
9	3	4	3	35	1	2	3
10	2	3	2	36	0	1	-1
11	2	1	4	37	1	2	3
12	3	2	4	38	2	2	3
13	-1	1	3	39	3	3	3
14	1	1	3	40	2	3	2
15	2	2	4	41	2	3	4
16	3	3	3	42	3	3	3
17	3	3	3	43	4	3	4
18	2	3	3	44	3	2	1
19	1	3	1	45	3	4	1
20	3	0	-3	46	2	2	4
21	4	3	3	47	2	2	2
22	2	1	3	48	3	2	2
23	2	3	4	49	1	1	3
24	-2	1	3	50	2	3	2
25	3	4	3				



### Anexo N° 13:

Resultado de análisis físico químico de hojuelas glaseadas al 25% de harina de huitina.



Facultad de  
Ingeniería Química

#### RESULTADO DE ANALISIS

Estudio Hojuelas glaseadas de papa Huitina "Fórmula B" 25% harina de Huitina.  
Solicitado por GEORGETTE MICHELLE CORAL MIGUEL  
Fecha de Análisis Diciembre del 2017

DETERMINACIONES	Unidades	Resultados
Humedad	%	4,09
Ceniza	%	1,32
Grasa	%	16,45
Proteína	%	1,56
Acidez	%	0,15
pH	-.-	6,20
Sólidos solubles	g/100	25,00
Fibra total	%	3,10
Fibra soluble	%	0,50
Carbohidratos	%	73,48
Vitamina C	%	9,50
Hierro	mg/100	2,80
Calcio	mg/100	16,81
Fósforo	mg/100	120,00
Magnesio	mg/100	14,28
Manganeso	mg/100	N.D.
Sodio	mg/100	20,14
Potasio	mg/100	120,00
Cobre	mg/100	0,006
Zinc	mg/100	0,013

Iquitos, 17 de Enero del 2018.

  
Laura Rosa García Panduro  
Ingeniero Químico  
Reg. CIP 23792

## Anexo N° 14:

Resultado de análisis físico químico de materia prima y harina extraída a partir de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina) libre de gluten.



Facultad de  
Ingeniería Química

### RESULTADO DE ANALISIS

Estudio "Hojuelas glaseadas a partir de harina de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina) libre de gluten"  
Solicitado por GEORGETTE MICHELLE CORAL MIGUEL  
Fecha de Análisis 04 al 07 de Agosto del 2017

DETERMINACIONES	Unidades	RESULTADOS	
		HARINA	PAPA
Fibra total	%	5,22	3,45
Fibra soluble	%	0,87	0,59
Vitamina C	%	17,00	12,00
Hierro	mg/100	6,30	4,54
Calcio	mg/100	62,50	55,00
Fósforo	mg/100	290,00	210,00
Magnesio	mg/100	N.D.	N.D.
Manganeso	mg/100	N.D.	N.D.
Sodio	mg/100	N.D.	N.D.
Potasio	mg/100	220,40	155,30
Cobre	mg/100	0,02	0,01
Zinc	mg/100	0,03	0,02

Iquitos, 07 de Agosto del 2017.

  
Laura Rosa García Panduro  
Ingeniero Químico  
Reg. CIP 23792

### Anexo N° 15:

Resultado de análisis microbiológico de hojuelas glaseadas a partir de harina de *Xanthosoma sagittifolium* (papa huitina) libre de gluten. "Fórmula B"



FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS  
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS  
Iquitos - Perú

MUESTRA N°: 164  
Nombre y apellido del analista: Alexander Javier Iman Torres  
Código de la muestra: "Y"  
Fecha de ingreso de la muestra: 11/12/2017  
Observación: Producto muestreado por el cliente

Producto: Hojuela de huitina  
Fechas y días de análisis: 11/12/2017 al 20/12/2017  
Orden de Servicio N°: 000274

27.12.2017

11:03 a.m.

Análisis	Resultado	Método del análisis empleado
Recuento de Bacterias Aerobias Mesófilas (UFC/g a 35-37°C).	4.5 X 10 <sup>1</sup>	Recuento estándar en placa. ICMSF 2000. 2da. Ed. Pág. 120-124.
Mohos (UFC/g)	< 10	Recuento de mohos y levaduras. FDA, 1992. Cap. 18. 7ma. Ed.
Coliformes Totales (NMP /g a 35°C)	< 3	APHA. Múltiple Tubes Fermentation Technique/ Total Coliforms. 9221.B.3. Completed Phase.
<i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	< 10 <sup>2</sup>	Recuento estándar en Placa. ICMSF, 2000. 2da. Ed.
<i>Salmonella</i> sp.	Ausencia en 25g	Salmonella. FDA. BAM. Capítulo 5, Rev. 8ava ed. 2007

Iquitos, 27 de diciembre 2017

Sello y firma del analista

V.B. Jefe de Laboratorio