



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA CON MENCIÓN EN TECNOLOGÍA**  
**DE ALIMENTOS**  
**MODALIDAD: PROYECTO DE DESARROLLO**

**Título:**

---

Influencia de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca (*Manihot esculenta*) en la elaboración de pastas con adición de extractos vegetales.

---

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en  
Agroindustria, con mención en Tecnología de Alimentos

**Autora:**

Zárate Santana Martha Guadalupe, Ing.

**Tutor:**

Guerrón Troya Vicente Alberto, MSc.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2023**

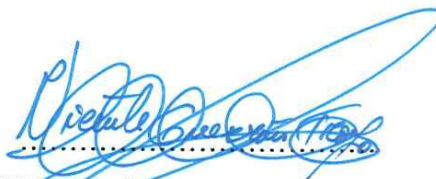
## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “Influencia de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca (*Manihot esculenta*) en la elaboración de pastas con adición de extractos vegetales” presentado por Zárate Santana Martha Guadalupe, para optar por el título Magíster en Agroindustria con mención en Tecnología de Alimentos.

### CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, octubre, 10, 2023



Ing. Vicente Alberto Guerrón Troya MSc.

CC.: 0921044426

## APROBACIÓN TRIBUNAL

El Trabajo de Titulación: “Influencia de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca (*Manihot esculenta*) en la elaboración de pastas con adición de extractos vegetales”, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Agroindustria con mención en Tecnología de Alimentos. El trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

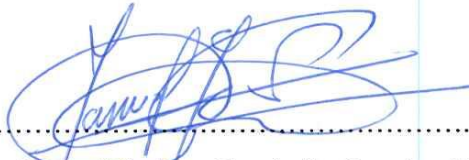
Latacunga, noviembre, 15, 2023



.....  
Ing. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal, Mg.

0501864854


Presidente del tribunal



.....  
Ing. Manuel Enrique Fernández Paredes, Mg.

C.C.: 0501511604

Lector 2



.....  
Ing. Gabriela Beatriz Arias Palma, Mg.

C.C.: 1714592746

Lector 3

## **DEDICATORIA**

A mi mamá y a mi tía por su incondicional apoyo a lo largo de mi vida, impulsándome a seguir estudiando demostrándome que con esfuerzo, valentía y dedicación todo se logra, mi respeto y admiración por ustedes.

A mi familia que con su motivación, respeto y alegría han formado parte de mi desarrollo personal.

A mi pequeño bebé que se desarrolla en mi vientre y a Frank M. que nunca ha dejado de creer en mí y en todo lo que puedo lograr.

Con cariño, Lupi.

## **AGRADECIMIENTO**

Infinitamente agradecida con Dios por darme fuerzas, determinación y perseverancia en este viaje académico, por ser mi guía, fortaleza y refugio; cada logro es un recordatorio de su amor y gracia infinitos hacia mí. A mi mamá Martha Santana y a mi tía Susana Santana por su apoyo inquebrantable, amor y confianza; son la base fundamental en mi vida. A mi familia de la ciudad de Quevedo porque también forman parte importante de mi desarrollo.

A mi Tutor Ing. Vicente Guerrón y a mi Cotutor Ing. Christian Vallejo por su orientación, apoyo y paciencia a lo largo de este proceso de investigación.

Además, agradezco a la vida por permitirme volver a coincidir con Frank, gracias por ser quién eres, por demostrarme tu amor, bondad y respeto incondicional.

Martha Guadalupe Zárate Santana

## RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación.

Latacunga, octubre, 10, 2023




Martha Guadalupe Zárate Santana, Ing.

C.C.: 1722925052

## RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, octubre, 10, 2023



.....  
Martha Guadalupe Zárate Santana, Ing.

C.C.: 1722925052

## AVAL DEL PRESIDENTE

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: “Influencia de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca (*Manihot esculenta*) en la elaboración de pastas con adición de extractos vegetales”. contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los miembros del Tribunal en la predefensa.

Latacunga, noviembre, 14, 2023



.....  
Ing. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal, Mg.

0501864854



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA CON MENCIÓN EN TECNOLOGÍA**  
**DE ALIMENTOS**

**Título: Influencia de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca (Manihot esculenta) en la elaboración de pastas con adición de extractos vegetales.**

**Autor:** Zárate Santana Martha Guadalupe, Ing.

**Tutor:** Guerrón Troya Vicente Alberto, MSc.

**RESUMEN**

La yuca desempeña un papel fundamental en la alimentación de diversas familias, es consumida principalmente cocida aportando nutrientes, energía y algunos beneficios para la salud del consumidor. El presente proyecto de investigación utiliza los residuos de este tubérculo que usualmente no son aceptados por grandes agricultores y se desperdician en el campo, de esta manera se evalúa la influencia de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca en la elaboración de pastas con adición de extractos vegetales. Se estableció un diseño experimental con arreglo factorial AxB, Factor A: Relación de harina de yuca/harina de trigo (15%:85% - 30%:70% - 45%:55%) y Factor B: Polvo de vegetales, por cada tratamiento se realizó tres repeticiones. Con el fin de determinar el mejor tratamiento de acuerdo a la NTE INEN 1375:2000 PASTAS ALIMENTICIAS O FIDEOS. REQUISITOS se realizó una caracterización físico química evaluando porcentajes de humedad, proteína, ceniza, acidez y el análisis sensorial utilizando el método discriminativo y la prueba de perfil de sabor. El contenido de humedad varía desde 2,43% hasta 0,97% de acuerdo a la incidencia de la formulación, a mayor adición de Harina de Yuca el nivel de proteína se reduce (11,26% - 9,92%), a mayor adición de Harina de Yuca (45%) el contenido de ceniza aumenta (4,50% - 4,76%), el T6: 45%HY+55%HT+T fue el mejor tratamiento de acuerdo a dicha caracterización, mientras que el mejor tratamiento de acuerdo al análisis sensorial fue T5: 45%HY+55%HT+R donde el olor, textura y pegajosidad influyó en la aceptación general, se realizó el análisis microbiológico al T5 por su aceptación directa con el consumidor y presencia de calidad en algunos parámetros establecidos obteniendo ausencia en Salmonella y  $1,6 \times 10^2$  en el recuento de Mohos y Levaduras, el precio de venta al público (PVP) en presentaciones de 65g es de 1.00\$.

**PALABRAS CLAVE:** harina de yuca; pasta; extractos vegetales; yuca; remolacha.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA CON MENCIÓN EN TECNOLOGÍA**  
**DE ALIMENTOS**

**Title: Influence of the partial replacement of wheat flour with cassava flour (Manihot esculenta) in the preparation of pasta with the addition of vegetable extracts.**

**Author:** Zárate Santana Martha Guadalupe, Ing.

**Tutor:** Guerrón Troya Vicente Alberto, MSc.

**ABSTRACT**

Cassava plays a fundamental role in the diet of several families; it is mainly consumed cooked, providing nutrients, energy and some health benefits to the consumer. The present research project uses the residues of this tuber that usually are not accepted by large farmers and are wasted in the field, in this way, the influence of the partial substitution of wheat flour by cassava flour in the elaboration of pastes with the addition of vegetable extracts is evaluated. An experimental design with AxB factorial arrangement was established, Factor A: Ratio of cassava flour/wheat flour (15%:85% - 30%:70% - 45%:55%) and Factor B: Vegetable powder, with three replicates for each treatment. In order to determine the best treatment according to NTE INEN 1375:2000 FOOD PASTA OR NOODS. REQUIREMENTS, a physical-chemical characterization was carried out, evaluating percentages of moisture, protein, ash, acidity and sensory analysis using the discriminative method and the taste profile test. The moisture content varied from 2.43% to 0.97% according to the incidence of the formulation, the higher the addition of cassava flour, the lower the protein level (11.26% - 9.92%), the higher the addition of cassava flour (45%) the higher the ash content (4.50% - 4.76%), T6: 45%HY+55%HT+T was the best treatment according to this characterization, while the best treatment according to the sensory analysis was T5: 45%HY+55%HT+R where the odor, texture and stickiness influenced the general acceptance, the microbiological analysis was performed to T5 for its direct acceptance with the consumer and presence of quality in some established parameters obtaining absence in Salmonella and  $1.6 \times 10^2$  in the count of Molds and Yeasts, the retail price (RRP) in presentations of 65g is 1.00\$.

**KEY WORDS:** cassava flour; paste; vegetable extracts; cassava; beet.

Nelson Wilfrido Guagchinga Chicaiza con cédula de identidad número: 0503246415 Licenciado en Ciencias De La Educación Mención Inglés con número de registro de la SENESCYT 1020-12-1146434; y Magíster en Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros Mención Inglés con número de registro de la SENESCYT: 1010-2019-2041252; **CERTIFICADO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: Influencia de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca (Manihot esculenta) en la elaboración de pastas con adición de extractos vegetales de Martha Guadalupe Zárate Santana, aspirante a magíster en Agroindustria con mención en Tecnología de los Alimentos.

Latacunga, noviembre, 15, 2023

.....  
Nelson Wilfrido Guagchinga Chicaiza  
C.C.: 0503246415

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN .....	1
Justificación.....	2
Planteamiento del problema.....	3
Hipótesis.....	4
Objetivos .....	4
CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
Antecedentes .....	5
1.1.    La yuca .....	7
1.1.1.    Composición nutricional .....	7
1.1.2.    Propiedades de la harina de yuca .....	8
1.1.3.    Compuestos cianogénicos de la yuca.....	9
1.1.3.1.    Clasificación de las variedades de yuca según el contenido de ácido cianhídrico.....	10
1.1.4.    Harina de trigo.....	10
1.1.5.    Composición proximal de la harina de trigo y harina de yuca.....	10
1.1.6.    Propiedades de la harina de trigo .....	11
1.1.6.1.    Con base en su solubilidad .....	11
1.1.6.2.    Con base en su funcionalidad .....	13
1.1.7.    Pastas alimenticias .....	14
1.1.7.1.    Tipos de pasta .....	14
1.1.7.2.    Calidad de la pasta.....	14
1.1.7.2.1.    Apariencia .....	15
1.1.8.    Composición de la pasta.....	15
1.1.9.    Pigmentos Vegetales .....	16
1.1.10.    Remolacha.....	17

1.1.10.1.	Polvo de Remolacha.....	18
1.1.11.	Tomate.....	19
1.1.11.1.	Polvo de Tomate.....	20
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....		22
2.1.	Modalidad o enfoque de la investigación.....	22
2.2.	Tipo de investigación.....	22
2.3.	Técnicas e instrumentos.....	22
2.3.1.	Materiales y equipos.....	23
2.4.	Diagrama de procesos de elaboración de harina de yuca.....	25
2.5.	Análisis de características físico químicas de la harina de yuca.....	26
2.5.1.	Determinación de Humedad.....	26
2.5.2.	Determinación de ceniza.....	27
2.5.3.	Determinación de Proteína.....	27
2.5.4.	Determinación de Acidez.....	29
2.5.5.	Determinación de Fibra.....	30
2.5.6.	Determinación de grasa.....	32
2.6.	Diagrama de procesos de extracción de polvo de vegetales.....	33
2.7.	Diagrama de procesos de elaboración de pasta.....	35
2.8.	Análisis de características físico químicas y microbiológicas de la pasta.....	36
2.8.1.	Detección de Salmonella y recuento de Mohos y Levaduras.....	36
2.8.2.	Formulación.....	37
2.9.	Diseño experimental.....	38
2.9.1.	Factores en estudio.....	38
2.9.2.	Modelo matemático.....	38
2.9.3.	Variables.....	39

2.10.	Evaluación de la calidad de la pasta .....	39
2.10.1.	Tiempo óptimo de cocción.....	39
2.10.2.	Porcentaje de hinchamiento .....	39
2.11.	Evaluación sensorial de la pasta .....	40
2.11.1.	Prueba de aceptación o rechazo .....	40
2.11.2.	Tipo de ensayo sensorial .....	40
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>		<b>41</b>
3.1.	Balance de materia del proceso de elaboración de harina de yuca.....	41
3.1.1.	Descripción del balance de materia.....	42
3.1.2.	Rendimiento del proceso de elaboración de harina de yuca .....	42
3.2.	Análisis bromatológico de la harina de yuca.....	43
3.2.1.	Análisis bromatológicos del polvo de vegetales .....	43
3.3.	Balance de materia del proceso de elaboración de pasta con adición de extractos vegetales al mejor tratamiento .....	45
3.3.1.	Descripción del balance de materia.....	46
3.3.2.	Rendimiento del proceso de elaboración de pasta .....	47
3.4.	Análisis Bromatológico de la pasta con adición de extractos vegetales	48
3.4.1.	Humedad .....	48
3.4.2.	Proteína .....	49
3.4.3.	Grasa .....	49
3.4.4.	Ceniza.....	50
3.4.5.	Fibra .....	51
3.4.6.	Acidez .....	51
3.5.	Análisis de la varianza (ANOVA) en resultados bromatológicos estudiados (humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra y acidez) a la pasta con adición de extractos vegetales .....	52
3.6.	Evaluación de los parámetros físicos de calidad de la pasta.....	58

3.7.	Análisis sensorial de la pasta con adición de extractos vegetales.....	60
3.8.	Análisis Microbiológico al mejor tratamiento de la pasta con adición de extractos vegetales.....	62
3.9.	Costos de elaboración de harina de yuca.....	63
3.10.	Costos de elaboración de polvo de remolacha.....	64
3.11.	Costos de elaboración de pasta .....	65
3.12.	Comparación de los tratamientos en función del análisis físico químico .....	66
3.13.	Descripción y comparación del producto final con fideos presentes en el mercado .....	67
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
4.1.	Conclusiones .....	69
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
	ANEXOS .....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Principales componentes de la harina de yuca.....	8
<b>Tabla 2</b> Composición de la harina de trigo .....	10
<b>Tabla 3</b> Composición proximal de la harina de trigo y harina de yuca.....	11
<b>Tabla 4</b> Proteínas presentes en la Fracción Osborne.....	12
<b>Tabla 5</b> Composición nutricional de la Remolacha .....	18
<b>Tabla 6</b> Composición nutricional del tomate .....	20
<b>Tabla 7</b> Datos de la Investigación .....	23
<b>Tabla 8</b> Parámetros para la obtención de harina de yuca .....	23
<b>Tabla 9</b> Materiales y Equipos para la obtención de harina de yuca y elaboración de pasta.....	24
<b>Tabla 10</b> Formulación general.....	37
<b>Tabla 11</b> Factores en estudio .....	38
<b>Tabla 12</b> Tratamientos e interacción de los tratamientos .....	38
<b>Tabla 13</b> Descripción de PCC en el proceso de elaboración de harina de yuca ..	41
<b>Tabla 14</b> Resultados de análisis bromatológico de la harina de yuca .....	43
<b>Tabla 15</b> Composición bromatológica del polvo de tomate.....	44
<b>Tabla 16</b> Composición bromatológica del polvo de remolacha.....	44
<b>Tabla 17</b> Descripción de PCC en el proceso de elaboración de pasta.....	45
<b>Tabla 18</b> Resultados del Análisis Estadístico (Tukey < 0,05) .....	48
<b>Tabla 19</b> Análisis de varianza de la humedad .....	52
<b>Tabla 20</b> Análisis de varianza de la proteína.....	53
<b>Tabla 21</b> Análisis de varianza de la grasa .....	54
<b>Tabla 22</b> Análisis de varianza de la ceniza .....	55
<b>Tabla 23</b> Análisis de varianza de la fibra .....	56
<b>Tabla 24</b> Análisis de varianza de la acidez .....	57
<b>Tabla 25</b> Análisis de varianza de tasa de hinchamiento de la pasta .....	58
<b>Tabla 26</b> Análisis de varianza de tiempo de cocción de la pasta .....	58
<b>Tabla 27</b> Parámetros físicos de calidad de la pasta .....	59
<b>Tabla 28</b> Prueba de significancia en el análisis sensorial de la pasta.....	60
<b>Tabla 29</b> Análisis Microbiológico realizado al mejor tratamiento.....	62
<b>Tabla 30</b> Costos de elaboración de harina de yuca .....	63

<b>Tabla 31</b> Estado de costos de la harina de yuca .....	63
<b>Tabla 32</b> Costos de elaboración de polvo de remolacha .....	64
<b>Tabla 33</b> Estado de costos del polvo de remolacha.....	64
<b>Tabla 34</b> Costos de elaboración de pasta .....	65
<b>Tabla 35</b> Estado de costos de la pasta .....	65
<b>Tabla 36</b> Comparación del mejor tratamiento en función del análisis físico químico .....	66
<b>Tabla 37</b> Comparación de la pasta elaborada con productos del mercado.....	67
<b>Tabla 38</b> Comparación con fideos instantáneos del mercado .....	68



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Diagrama de procesos de elaboración de harina de yuca. ....	25
<b>Figura 2</b> Diagrama de procesos de extracción de polvo de vegetales.....	33
<b>Figura 3</b> Diagrama de procesos de elaboración de pasta .....	35
<b>Figura 4</b> Balance de materia en el proceso de elaboración de harina de yuca.....	41
<b>Figura 5</b> Balance de materia del proceso de elaboración de pasta al mejor tratamiento (A2B0) .....	45
<b>Figura 6</b> Interacción de factores en variable humedad .....	52
<b>Figura 7</b> Interacción de factores en variable proteína.....	53
<b>Figura 8</b> Interacción de factores en variable grasa.....	54
<b>Figura 9</b> Interacción de factores en variable ceniza.....	55
<b>Figura 10</b> Interacción de factores en variable fibra.....	56
<b>Figura 11</b> Interacción de factores en variable acidez.....	57
<b>Figura 12</b> Gráfico radial de los resultados del análisis sensorial de la pasta .....	61

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Elaboración de Harina de Yuca.....	79
<b>Anexo 2.</b> Elaboración de Polvo de Remolacha.....	79
<b>Anexo 3.</b> Elaboración de Polvo de Tomate. ....	79
<b>Anexo 4.</b> Elaboración de pasta con adición de polvo de tomate. ....	79
<b>Anexo 5.</b> Elaboración de pasta con adición de polvo de remolacha.....	80
<b>Anexo 6.</b> Análisis microbiológico al mejor tratamiento.....	80
<b>Anexo 7.</b> Evaluación Sensorial por parte de estudiantes semientrenados .....	80
<b>Anexo 8.</b> Medidas resumen de los análisis físico químicos .....	81
<b>Anexo 9.</b> Análisis de la varianza de las características físico químicas de la pasta .....	81
<b>Anexo 10.</b> Análisis de varianza de tiempo de cocción e hinchamiento de la pasta .....	87
<b>Anexo 11.</b> Resultados de análisis físico químico de harina de yuca. ....	88
<b>Anexo 12.</b> Resultados de análisis físico químico de la pasta.....	89
<b>Anexo 13.</b> Ficha de análisis sensorial.....	101

## INFORMACIÓN GENERAL

<b>Título del Trabajo de Titulación:</b>	Influencia de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca ( <i>Manihot esculenta</i> ) en la elaboración de pastas con adición de extractos vegetales.
<b>Línea de investigación:</b>	Procesos tecnológicos, bioquímica, biomateriales, desarrollo y seguridad alimentaria.
<b>Proyecto de investigación asociado:</b>	Manejo de Cosecha y Poscosecha de Productos Agrícolas y Estudio de los Procesos de Transformación de Residuos Agropecuarios.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente en el Ecuador, la yuca (*Manihot esculenta*) forma parte de uno de los cultivos principales que se producen en todas las provincias de país, este al ser un cultivo de ciclo corto posee ciertas características que facilitan sus procesos agronómicos puesto a que esta raíz además de tener un alto contenido de nutrientes su cultivo es tolerante a sequías, plagas y algunas enfermedades producidas por bacterias, hongos y virus provenientes del cultivo. Según INIAP, (2020) el índice de producción de la yuca es de 21,3 toneladas por hectárea; mientras que el volumen de desperdicio es del 25% aproximadamente ya que este depende de los costos establecidos en el mercado de acuerdo a la temporada.

Este tubérculo es fuente principal de carbohidratos ideal para la elaboración de harinas, además posee vitaminas del grupo B y algunos minerales como hierro, magnesio y calcio. Por su composición, la yuca es un aliado en las dietas alimenticias de personas que buscan reducir peso por su bajo contenido en grasas y por sus efectos depurativos y desintoxicantes.

La extracción de colorantes naturales a partir de vegetales es de gran importancia en la elaboración de ciertos productos alimenticios, ya que son los encargados de dar el color característico y aportar cierta cantidad de nutrientes a los mismos. En la presente investigación se busca obtener los colorantes del tomate y remolacha ya que presentan en su contenido carotenoides, proteína y vitamina C, además de fibra, vitaminas del grupo B y algunos minerales respectivamente.

Las pastas alimenticias son alimentos mayormente consumidos en todo el mundo, estos se caracterizan por ser un alimento tradicional y de gran aceptación debido a su fácil acceso y cualidades nutricionales (Martínez, 2010). El trigo es el cereal más utilizado en la elaboración de estos productos debido a que por sus proteínas tienen la capacidad de interactuar con los demás componentes para contribuir en el desarrollo de la masa previniendo la disgregación durante la cocción en agua caliente (Feillet, 1984).

## **Justificación**

El desarrollo, seguridad alimentaria y procesos industriales presentan un papel importante dentro de la industria alimentaria, tienen como objetivo proveer a la población alimentos, bebidas y otros bienes de calidad además de asegurar sus condiciones óptimas de consumo. Durante el proceso de transformación de la materia prima hasta el producto final, se diferencian varias etapas como la recepción, almacenamiento, procesamiento y conservación, de esta manera la industria pretende mantener la calidad e inocuidad de sus productos.

De acuerdo a la investigación realizada, la yuca al ser escogida para su venta por grandes agricultores es desperdiciada en gran cantidad en el campo ya que al no obtener precios justos por este sembrío los agricultores prefieren no venderla por tal razón no existe un método que permita dar valor agregado a la elaboración de subproductos de la misma con el fin de reducir los desperdicios generados. En el proceso de elaboración de pasta, es común utilizar harina de trigo puesto a que en su composición presentan complejos de lipoproteínas viscoelásticas denominadas gluten, estas contribuyen al desarrollo de la masa y previenen la disgregación de la pasta durante su cocción en agua caliente.

Tomando como consideración lo expuesto, el presente proyecto de investigación pretende elaborar harina de yuca para posteriormente analizar la sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca en la elaboración de pastas adicionadas con extractos vegetales; esto con el objetivo de obtener fideos instantáneos con características nutricionales, organolépticas y de alto rendimiento. A su vez, de esta manera se propone una alternativa de consumo saludable mejorando la calidad de vida de sus consumidores y productores de la materia prima.

### **Planteamiento del problema**

Según Laura & Rio, (2021) la yuca es considerada un alimento base en la canasta familiar por su alto contenido de carbohidratos necesarios para la dieta diaria del ser humano. Es un tubérculo con una alta demanda de consumidores y se considera el cuarto producto alimenticio esencial, seguido del arroz, el trigo y el maíz, con una amplia importancia en la seguridad alimentaria y generación de productos con valor agregado. Además, el incremento de la población, las necesidades y requerimientos alimenticios, la ampliación de mercados y el desarrollo industrial han generado un aumento en la elaboración de alimentos y así mismo un profundo impacto al medio ambiente.

El problema se centra principalmente en la cantidad de yuca desperdiciada en el campo por no cumplir con los estándares de calidad que exigen los grandes agricultores en el Recinto Pisce del Tarro de la parroquia La Esperanza del Cantón Quevedo para la compra de dicho producto. De acuerdo al tipo de yuca se presenta un rendimiento de raíces promedio de 3 kg, además dependiendo de la temporada el volumen de desperdicio es del 25% aproximadamente y su índice de producción por raíz es de 8,300 plantas por hectárea dependiendo de los marcos de plantación. La presente investigación pretende utilizar la yuca desperdiciada en el campo para la producción de harina con el propósito de elaborar fideos con sustitución parcial de harina de trigo y adición de extractos vegetales permitiendo agregar un valor nutricional y apto para consumidores con intolerancia al gluten.

## **Hipótesis**

**H<sub>1</sub>:** La sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca con adición de extractos vegetales en la elaboración de pasta modifica sus características fisicoquímicas y sensoriales en el producto final.

**H<sub>0</sub>:** La sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca con adición de extractos vegetales en la elaboración de pasta no modifica sus características fisicoquímicas y sensoriales en el producto final.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar la influencia de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca en la elaboración de pastas con adición de extractos vegetales.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar las características fisicoquímicas de la harina de yuca.
- Establecer la incidencia de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca en las características fisicoquímicas y sensoriales de la pasta.
- Realizar el análisis microbiológico al mejor tratamiento de la pasta.
- Establecer el costo del mejor tratamiento.

## CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### Antecedentes

En la investigación denominada “Elaboración de productos tipo tallarín libres de gluten y evaluación de sus propiedades fisicoquímicas” se determinó que la harina de yuca presenta mayor facilidad para cocinar y requieren menor consumo de energía durante su cocción teniendo en cuenta las temperaturas y entalpías de gelatinización. Por lo tanto, no deben ser sometidos a tratamientos térmicos agresivos (Castaño et al., 2019).

Según Fachin Torres, (2018) en su trabajo de titulación previo a la obtención del título profesional de Ingeniero Agroindustrial “Utilización de la hoja de yuca (*Manihot esculenta*) como sucedáneo en la elaboración de fideos tipo tallarines, en la región de Ucayali” se obtuvieron fideos tipo tallarines con sustitución de harina sucedánea de hoja de yuca, y estos estuvieron dentro de los parámetros de humedad de acuerdo al Codex Stan 249 – 2006, por otra parte el tiempo de cocción y el porcentaje de hinchamiento son directamente proporcional a la sustitución de la harina de trigo por la harina de hoja de yuca.

Alvarado, (2010), en su trabajo de investigación denominado “Elaboración de fideos precocidos a partir de harina de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule allen*) como sustituto parcial de la harina de Trigo (*Triticum vulgare*), concluye que según la evaluación sensorial se puede sustituir hasta 20% de harina de Cañihua por la harina de trigo en la elaboración de fideos, y que este presenta mejores características nutricionales comparado con el fideo convencional.

La elaboración de fideos a partir de harina de cultivos andinos y residuo agroindustrial representa un reto tecnológico debido a la compleja actividad de reemplazar la función del gluten proveniente del trigo (Schoenlechner et al., 2010).



Es así que se deben utilizar altas temperaturas y aditivos para mejorar la calidad de cocción y sus características organolépticas (Hooper et al., 2019).

Según Afaray C. A., (2014) en su trabajo de titulación previo a la obtención del título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias “Elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*)” en el proceso tecnológico conforme aumenta la sustitución (HT/HK), varía la formulación de la pasta, aumenta los tiempos de mezcla y amasado, demostrado por el análisis reológico, que muestra que, a mayores sustituciones, la absorción de agua disminuye ligeramente en un 1 %, aumenta el tiempo de hidratación de hasta 1,2 min y disminuye la estabilidad de la masa en 1,10 min.

En la investigación denominada “Obtención de harina de yuca (*Manihot esculenta*) y plátano verde (*Musa paradisiaca*) a partir de materia prima proveniente del Cantón Arajuno” se concluyó que a mayor temperatura aumenta la rapidez de transferencia de calor y por ende se reduce el tiempo de secado, estas temperaturas si influyen en las propiedades fisicoquímicas de las harinas de yuca y plátano, esta influencia es positiva ya que se evidencia un aumento de las características fisicoquímicas conforme aumenta la temperatura de secado. Además, debido a que las yucas son altamente perecederas se recomienda aplicar a las raíces frescas un método de conservación como la congelación y estudiar sus propiedades fisicoquímicas al igual que las de la harina, tiempos de secado, rendimientos, y se recomienda una humedad de 8% para retrasar el crecimiento microbiano (Pijal De la Cruz & Pineda Pineda, 2022).

## **1.1. La yuca**

La yuca (*Manihot esculenta*) es considerada un alimento esencial, ya que proporciona una valiosa fuente de carbohidratos y un porcentaje significativo de vitaminas y minerales; asimismo, es uno de los tubérculos más cultivados del mundo (Laura & Rio, 2021). Además, se dice que es la cuarta fuente de energía alimentaria después del arroz, la caña de azúcar y el maíz (DANE, 2016). La yuca se clasifica en función de su contenido de glucósidos cianogénicos como dulce y amargo (GARCIA MOGOLLON et al., 2018). La variedad amarga contiene grandes cantidades de un componente tóxico llamado ácido cianhídrico, mientras que la variedad dulce contiene pequeñas cantidades de esta toxina, adecuada para el consumo (Harijono et al., 2017).

Este tubérculo es apreciado por los pequeños agricultores porque se adapta a cualquier cambio climático extremo y genera ingresos económicos a partir de diferentes productos elaborados con esta materia prima (DANE, 2016), la cual, una vez tratada, genera una gran cantidad de residuos (Vargas Corredor & Pérez Pérez, 2018). Por lo general, se queman sin control, se eliminan de manera inadecuada en vertederos o en lugares no aptos para el depósito, generando deterioro ambiental por desconocimiento.

### **1.1.1. Composición nutricional**

La yuca contiene 25 mg de vitamina C, 40 mg de fósforo y 50 mg de calcio por cada 100 g de material vegetal. La concentración de proteínas, ribocina, tiamina y niacina en la yuca es muy baja en comparación con otros tubérculos, lo que hace que la yuca sea una de las mayores fuentes de carbohidratos entre los tubérculos (Morgan & Choct, 2016). El contenido de carbohidratos de la yuca varía de 64 a 72% de almidón (amilosa y amilopectina), el almidón presente en la yuca es estructuralmente diferente del que se encuentra en los cereales; en su distribución de longitud de cadena ramificada, contenido de amilosa y estructura granular. Alrededor del 17% de la sacarosa también se encuentra en la yuca, principalmente en variedades dulces, y también se han reportado cantidades limitadas de fructosa y dextrosa. El contenido proteico está entre el 1 y el 2%, con un bajo perfil de aminoácidos esenciales, especialmente metionina, triptófano y lisina. Además, la

yuca tiene un alto contenido de fibra dietética (3.40 a 3.78% soluble y 4.92 a 5.6% insoluble) (Abass et al., 2018).

Según (Kotopka & Smolke, 2019), estos compuestos actúan como defensas químicas producidas por las plantas. La yuca se compone de dos glucósidos cianogénicos, loteurino y linamarina, que liberan cianuro de hidrógeno (HCN) durante la destrucción de tejidos. La destrucción de los tejidos se produce como resultado de daños mecánicos durante la cosecha o, de hecho, como resultado de la acción masticadora de herbívoros y otros consumidores.

**Tabla 1**

*Principales componentes de la harina de yuca*

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Humedad</b>	11,3
<b>Proteína cruda</b>	2,6
<b>Fibra cruda</b>	2,4
<b>Extracto etéreo</b>	0,4
<b>Cenizas</b>	2,5

*Nota.* Esta tabla muestra el porcentaje de los principales componentes de la harina de yuca. Murillo (1981).

### **1.1.2. Propiedades de la harina de yuca**

Una forma de conservar la yuca es convertirla en un producto seco como la harina. La harina de yuca producida a partir de raíz de yuca pelada tiene un enorme potencial para reemplazar las harinas de trigo o maíz para cocinar alimentos (S. Jensen et al., 2015).

El uso de la harina de yuca en la industria alimentaria como materia prima se rige principalmente por su composición y propiedades funcionales, que pueden verse influenciadas por el origen del crecimiento (Mawoyo et al., 2017). El almidón es el componente más abundante en la harina de yuca aproximadamente 74-85% del peso seco de la raíz (Sánchez et al., 2009). Las propiedades físico químicas del almidón

de yuca contribuyen significativamente a la textura y los atributos sensoriales de los productos alimenticios de yuca.

Recientemente, la harina de yuca se produce en masa, pero su aplicación en la industria alimentaria aún no está optimizada. En general, la harina de yuca solo se usa como espesante o aditivo en el proceso de elaboración de pasteles, no como ingrediente principal. Hay tres diferencias fundamentales entre la harina de yuca y la harina de trigo. En primer lugar, la harina de yuca no contiene gluten. El gluten es un compuesto proteico en la harina de trigo que da elasticidad y extensibilidad a los fideos. Por otra parte, Dziedzic & Kearsley, (1995), encontraron que, en comparación con otros almidones, el almidón de yuca contiene más amilopectina (87%) que amilasa. La amilopectina tiene una viscosidad más alta que la amilasa, lo que resulta en una mayor viscosidad y viscosidad del almidón de yuca. Finalmente, la yuca también contiene compuestos cianogénicos, que deben eliminarse antes de que la yuca se use como ingrediente alimentario.

### **1.1.3. Compuestos cianogénicos de la yuca**

El cianuro se encuentra en la yuca en forma de dos glucósidos cianogénicos; linamarina y loteaustralina. En la planta también se encuentran presentes enzimas hidrolíticas que son capaces de descomponer estos glucósidos cianogénicos para liberar cianuro (ácido cianhídrico, HCN), sin embargo, en condiciones normales, se separan del sustrato. Cualquier proceso que rompa las paredes celulares pondrá las enzimas en contacto con los glucósidos y, por lo tanto, liberará cianuro libre y reducirá el contenido de glucósidos del producto final (Heuberger, 2009).

La toxicidad de la yuca en humanos representa un problema, los tubérculos de yuca varían ampliamente en su contenido de cianógeno, aunque la mayoría de las variedades contienen de 15 a 400 mg de HCN por kg de peso fresco (Padmaja, 1995). Se informa que dosis de cianuro de 50 a 100 mg son letales para los adultos (Halstrøm & Møller, 1945).

### 1.1.3.1. Clasificación de las variedades de yuca según el contenido de ácido cianhídrico

El nivel de glucósidos cianogénicos o ácido cianhídrico total presente en la raíz o follaje de yuca, determina la diferencia entre variedades amargas (de mayor toxicidad) y variedades dulces (Sánchez, 2004). Según las experiencias del CIAT el manejo de variedades de yuca se pueden clasificar como:

- Menos de 180 ppm de HCN (en base seca) – variedades dulces
- Entre 180 – 300 ppm de HCN (en base seca) – rango intermedio
- Mayor de 300 ppm de HCN (en base seca) – variedades amargas

### 1.1.4. Harina de trigo

La harina de trigo es el principal ingrediente para la elaboración de pan, sus componentes son: almidón (70 – 75 %), agua (14 %) y proteínas (10 - 12 %), además de polisacáridos no del almidón (2 - 3%) particularmente arabinosilanos y lípidos (2%).

**Tabla 2**

*Composición de la harina de trigo*

Componente	Porcentaje (%)
<b>Almidón</b>	70 – 75
<b>Proteínas</b>	10 – 12
<b>Polisacáridos no del almidón</b>	2 – 3
<b>Lípidos</b>	2

*Nota.* Esta tabla muestra el porcentaje de los principales componentes de la harina de trigo. De la Vega (2009, pp. 27 - 32)

### 1.1.5. Composición proximal de la harina de trigo y harina de yuca

La yuca puede convertirse en una harina de alta calidad para ser utilizada como sustituto de la harina de trigo, maíz o arroz, entre otros. Por sus propiedades puede ser utilizada como materia prima en la industria alimenticia para la producción de productos de panadería, aglutinantes en la industria cárnica, en la producción de sopas deshidratadas, así como en productos dietéticos (Ayankunbi et al., 1991); (Akubor & Ukwuru, 2003).

Sin embargo, su contenido de proteínas es bajo y para obtener una dieta balanceada con alto consumo de yuca se recomienda una complementación nutricional que proporción un adecuado aporte en aminoácidos esenciales, o fuentes de proteínas ricas en aminoácidos limitantes.

**Tabla 3**

*Composición proximal de la harina de trigo y harina de yuca*

<b>Características</b>	<b>Harina de yuca</b>	<b>Harina de trigo</b>
<b>Proteína</b>	2,00 ± 0,45 a	11,97 ± 0,64 b
<b>Grasa</b>	0,61 ± 0,38 a	0,53 ± 0,76 a
<b>Ceniza</b>	2,58 ± 0,89 a	2,52 ± 0,94 a
<b>Humedad</b>	7,97 ± 0,54 a	8,49 ± 0,65 a
<b>Fibra cruda</b>	1,20 ± 0,50 a	0,80 ± 0,89 a
<b>Carbohidratos</b>	85,64 ± 1,20 a	75,69 ± 1,56 b
<b>Energía metabolizable**</b>	324,94 ± 0,34 a	319,27 ± 0,89 b

*Nota.* \*g/100g ± DE. \*\* Kcal/100g. a, b: Medias con diferentes superíndices dentro de una misma fila difieren significativamente (p<0,05). (Bénitez et al., 2008)

### **1.1.6. Propiedades de la harina de trigo**

Las proteínas de la harina de trigo pueden clasificarse con base a su solubilidad y funcionalidad.

#### **1.1.6.1. Con base en su solubilidad**

Esta clasificación fue desarrollada por Osborne (1924) y consiste en una serie de extracciones consecutivas con: agua, solución de sal diluida, solución de alcohol y solución de ácidos o álcalis diluidos. Usando esta secuencia de separación, las proteínas se pueden clasificar en albúminas, globulinas, gliadinas y gluteninas respectivamente.

La tabla 4, muestra las proteínas presentes en las diferentes fracciones, además su papel biológico y funcional (Goesaert et al., 2005).

**Tabla 4***Proteínas presentes en la Fracción Osborne*

<b>Fracción Osborne</b>	<b>Comportamiento en Solubilidad</b>	<b>Composición</b>	<b>Papel biológico</b>	<b>Papel funcional</b>
<b>Albúminas</b>	Extraíbles en agua	Proteínas no del gluten (principalmente monoméricas)	Proteínas estructurales y metabólicas.	Variable
<b>Globulinas</b>	Extraíbles en sales diluidas	Proteínas no del gluten (principalmente monoméricas)	Proteínas estructurales y metabólicas.	Variable
<b>Gliadinas</b>	Extraíbles en soluciones de alcohol	Proteínas del gluten (principalmente gliadinas monoméricas y polímeros de glutenina de bajo peso molecular)	Proteínas de almacenamiento de la semilla, tipo prolaminas.	Viscosidad a la masa/extensibilidad
<b>Gluteninas</b>	Extraíbles en ácido acético diluido	Proteínas del gluten (principalmente polímeros de glutenina de alto peso molecular)	Proteínas de almacenamiento de la semilla, tipo prolaminas.	Elasticidad a la masa/tenacidad
<b>Residuo</b>	Sin extraer	Proteínas del gluten (polímeros de alto peso molecular) y proteinasa no del gluten poliméricas (triticinas)	Proteínas de almacenamiento de la semilla, tipo prolaminas (gluten) y tipo globulinas (triticinas).	Variable

*Nota.* Goesaert et al., (2005)

Una fracción importante de proteínas se excluye de las fracciones de Osborne porque no son extraíbles con ninguno de los disolventes utilizados. Las fracciones de Osborne no proporcionan una clara separación entre las proteínas para poder diferenciarlas bioquímicamente, genéticamente o en funcionalidad durante la elaboración de pan. Actualmente los nombres gliadinas y gluteninas son generalmente usados para indicar la relación bioquímica/funcionalidad de las proteínas en lugar de la exclusiva solubilidad de la fracción de Osborne.

El fraccionamiento de Osborne se usa todavía extensamente en estudios que relacionan la composición de proteínas con su funcionalidad, en la elaboración de pan. Además, debido a que este método de separación es relativamente simple, a menudo es muy usado como una etapa de separación inicial para obtener fracciones semipuras de proteína (Goesaert et al., 2005).

#### **1.1.6.2. Con base en su funcionalidad**

Desde el punto de vista de la funcionalidad de las proteínas, se pueden distinguir dos grupos de proteínas de trigo. Proteínas pertenecientes al gluten con un desempeño muy importante en la elaboración del pan y proteínas no pertenecientes al gluten, con un desempeño secundario en la elaboración del pan. Las proteínas no pertenecientes al gluten representan entre un 15–20 % del total de las proteínas del trigo, principalmente se encuentran en las capas externas del grano de trigo y en bajas concentraciones en el endospermo. Estas proteínas son extraídas en soluciones de sales diluidas y por lo tanto se encuentran en las fracciones de Osborne de albúminas y globulinas.

En su mayor parte son proteínas monoméricas, estructurales o fisiológicamente activas (enzimas). No obstante, a estas proteínas también pertenecen un grupo secundario de proteínas poliméricas de almacenamiento, llamadas triticinas, que pertenecen a la clase globulinas de las proteínas de almacenamiento de la semilla. Están relacionadas con la mayoría de las proteínas de almacenamiento de legumbres y en otros cereales, como la avena y el arroz (Shewry et al., 1995). Estas proteínas se han encontrado en el residuo que queda después del fraccionamiento de Osborne. Su papel en la formación de pan no está muy claro (Veraverbeke & Delcour, 2002). Las proteínas del gluten representan entre un 80–85 % del total de las proteínas del trigo, representan la mayor parte de las proteínas de almacenamiento, pertenecen a la clase de prolaminas (Shewry et al., 1995). Las proteínas del gluten se encuentran en el endospermo del grano de trigo maduro donde forman una matriz continua alrededor de los gránulos de almidón. Las proteínas de gluten son en gran parte insolubles en agua o en soluciones de sales diluidas. Pueden distinguirse dos grupos funcionalmente distintos de proteínas de gluten: gliadinas que son monoméricas y



gluteninas que son poliméricas y estas últimas se subclasifican en extraíbles y no extraíbles.

Las gliadinas y gluteninas se encuentran normalmente en una relación 50/50 en el trigo. Las gliadinas representan un grupo sumamente polimórfico de proteínas monoméricas del gluten con pesos moleculares que varían entre 30,000 y 80,000. Bioquímicamente se han identificado tres tipos (a, g y w) (Veraverbeke & Delcour, 2002). Estas son fácilmente solubles en soluciones de alcohol en agua y son por lo tanto los principales componentes en la fracción de gliadinas de Osborne (ver tabla 4). Por otra parte, las gluteninas son una mezcla heterogénea de polímeros con pesos moleculares que varían desde aproximadamente 80,000 hasta varios millones de kDa. Las gluteninas están entre las proteínas más grandes encontradas en la naturaleza (Wrigley, 1996). El verdadero tamaño de las proteínas poliméricas más grandes no ha sido determinado con precisión por su enorme tamaño. Mientras que aquellas gluteninas de tamaño relativamente pequeño, son solubles en soluciones de alcohol al igual que las gliadinas y ello ha permitido conocer su peso molecular.

#### **1.1.7. Pastas alimenticias**

Las pastas alimenticias son productos simples de la dieta humana, pues se elaboran con sémola de trigo y agua, pero están compuestas básicamente de carbohidratos y su aporte nutrimental es bajo (Jiménez-Vera et al., 2018).

##### **1.1.7.1. Tipos de pasta**

La pasta puede ser categorizada en tres principales tipos: pasta larga el cual incluye productos como el spaghetti, vermicelli y linguine. Para elaborar este tipo de pasta la cabeza del extrusor y del dado son rectangulares; la pasta corta incluye coditos macarrones, rigatoni y ziti, utilizando para su elaboración cabeza y dados circulares. El tercer tipo es la pasta de especialidades como la lasagna, manicotti, conchas jumbo y pastas rellenas (Cota, 2004).

##### **1.1.7.2. Calidad de la pasta**

La calidad de la pasta al igual que otros alimentos procesados, depende tanto del proceso de transformación empleado como de la materia prima. Dentro de las

características masa importantes que influyen en la calidad de la pasta se encuentra la apariencia y las características de conocimiento de la pasta (Cota, 2004).

#### **1.1.7.2.1. Apariencia**

La apariencia involucra varios factores como son: color, pecas, textura de la superficie, fuerza y flexibilidad de la tira de la pasta, la cual está relacionada a las condiciones bajo las cuales fue extruida y secada la pasta. La superficie de la textura de la pasta está determinada por la naturaleza del dado. Los dados modernos que contienen teflón producen pasta con una superficie lisa y brillante, mientras que los dados de bronce le dan una apariencia más heterogénea y rugosa.

La fuerza y flexibilidad de la pasta es una importante consideración, ya que si el producto es frágil no soportara los procesos de cortado, empaclado, manejo y transporte. Se considera que tanto la calidad de la materia prima como los procesos de mezclado y extrusión tienen influencia en la fuerza de la pasta, pero probablemente el factor más crítico y determinante es el proceso de secado (Matsuo, 1994).

#### **1.1.7.2.2. Cocción**

La calidad de la cocción se refiere a la capacidad de la pasta de mantener una buena textura después de ser cocinada, sin dar una sensación espesa y pegajosa, concepto que es interpretado de acuerdo a los hábitos del consumidor (Cubadda, 1988).

#### **1.1.8. Composición de la pasta**

Además de la harina, algunos ingredientes básicos de los fideos mencionados son: agua, huevo, sal y álcali. La harina es la fuente de carbohidratos, la masa consiste en matrices formadas por harina y agua, la sal se agrega a los fideos de sabor, pero también puede fortalecer la estructura, aumentar la elasticidad y la flexibilidad, así como unirse al agua, el huevo esencialmente proporciona valor nutricional a los fideos y la capacidad de no romperse fácilmente, la clara de huevo puede producir una capa delgada y fuerte en la superficie de los fideos (Cota, 2004).

La yema de huevo consiste en lecitina, que es ampliamente conocida como un buen emulsionante, el agua alcalina se utiliza para hacer fideos; el propósito de agregar

álcali es aumentar la elasticidad y la extensibilidad y suavizar la textura de los fideos. El álcali puede liberar CO<sub>2</sub>, lo que hace que la masa se expanda, los compuestos alcalinos habituales utilizados en los fideos son: carbonato de sodio, carbonato de potasio y sal fosfórica. La dosis de álcali en los fideos es 0.5-0.6% del peso de la harina (Ong, 2003).

Existen investigaciones sobre la formulación de fideos húmedos a partir de harina de yuca, pero la mayoría de las investigaciones han utilizado harina de trigo como ingrediente base. Además, estas investigaciones no llevaron a cabo un análisis de mercado del producto final.

#### **1.1.9. Pigmentos Vegetales**

Los pigmentos vegetales se pueden clasificar generalmente en pigmentos liposolubles y pigmentos hidrosolubles (Choon-Koo Zhoh et al., 2010). Dentro del grupo de los pigmentos liposolubles se encuentran principalmente las clorofilas y los carotenoides, y dentro del grupo de los pigmentos hidrosolubles se encuentran las antocianinas, las betalainas y los flavonoides (Valenzuela V. & Pérez M., 2016).

En este sentido, la clorofila es el pigmento responsable del color verde de las plantas. Se puede clasificar en clorofila a y b. Los carotenoides son tetraterpenoides responsables del color rojo, naranja o amarillo de la mayoría de plantas frutales. Los carotenoides más conocidos son el  $\alpha$  y  $\beta$ -caroteno (pigmento naranja), luteína (pigmento amarillo), y el licopeno (pigmento rojo). Los carotenoides actúan como antioxidantes y promueven la salud visual en los seres humanos al ser algunas fuentes de provitamina A (Rodríguez-Amaya, 2015).

Las antocianinas son glucósidos de antocianidinas, pertenecientes a la familia de los flavonoides que pueden presentar tonalidades rojas y/o azules. De acuerdo con el pH (Garzón, 2010), estas tonalidades se producen en algunos de los tejidos de las plantas superiores que proporcionan estos colores en las hojas, tallos de plantas, raíces, flores y frutos (M. B. Jensen et al., 2011). A su vez las antocianinas están involucradas en una amplia relación metabólica de actividades biológicas contra la enfermedad coronaria, el riesgo de cáncer y el sistema inmune, debido

a que los pigmentos antociánicos permanecen intactos durante el paso del tracto digestivo al sistema sanguíneo aportando un efecto antioxidante contra las diferentes especies de oxígeno reactivo que inciden en las etapas de iniciación, promoción y progresión de la carcinogénesis.

#### **1.1.10. Remolacha**

La remolacha o betabel es la raíz profunda, grande y carnosa que crece en la planta del mismo nombre. Pertenece a la familia de las quenopodiáceas, que comprende unas 1.400 especies de plantas, casi todas herbáceas, propias de zonas costeras o de terrenos salinos templados. Dentro de esta familia se incluyen también otras verduras como las espinacas y las acelgas. Se trata de una raíz casi esférica de forma globosa. Tiene un diámetro de entre 5 y 10 cm y puede pesar entre 80 y 200 g. Su color es variable, desde rosáceo a violáceo y anaranjado rojizo hasta el marrón. La pulpa suele ser de color rojo oscuro y puede presentar en ocasiones círculos concéntricos de color blanco. El sabor, debido a que se trata de una raíz en la que se acumulan gran cantidad de azúcares, es dulce (Gregorio Varela Moreiras, Paula Rodríguez Alonso, et al., 2018).

**Tabla 5***Composición nutricional de la Remolacha*

	Por 100 g de porción comestible	Por ración (200g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendacion es día-mujeres
Energía (Kcal)	37	74	3.000	2.300
Proteínas (g)	1.3	2.6	54	41
Lípidos totales (g)	Tr	Tr	100-117	77-89
AG saturados (g)	-	-	23-27	18-20
AG monoinsaturados (g)	-	-	67	51
AG poliinsaturados (g)	-	-	17	13
ω-3 (g)*	-	-	3.3-6.6	2.6-5.1
C18:2 Linoleico (ω-6) (g)	-	-	10	8
Colesterol (mg/1000 kcal)	0	0	<300	<230
Hidratos de carbono (g)	6.4	12.8	375-413	288-316
Fibra (g)	3.1	6.2	>35	>25
Agua (g)	89.2	178	2.500	2.000
Calcio (mg)	23	46.0	1.000	1.000
Hierro (mg)	0.8	1.6	10	18
Yodo (μg)	-	-	140	110
Magnesio (mg)	15	30.0	350	330
Zinc (mg)	0.4	0.8	15	15
Sodio (mg)	84	168	<2.000	<2.000
Potasio (mg)	300	600	3.500	3.500
Fosforo (mg)	31	62.0	700	700
Selenio (μg)	1	2.0	70	55
Tiamina (mg)	0.03	0.06	1.2	0.9
Riboflavina (mg)	0.05	0.10	1.8	1.4
Equivalentes niacina (mg)	0.3	0.6	20	15
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	0.05	0.10	1.8	1.6
Folatos (μg)	90	180	400	400
Vitamina B <sub>12</sub> (mg)	0	0	2	2
Vitamina C (mg)	10	20.0	60	60
Vitamina A: Eq. Retinol (μg)	Tr	Tr	1.000	800
Vitamina D (μg)	0	0	15	15
Vitamina E (mg)	Tr	Tr	12	12

*Nota.* Tablas de Composición de Alimentos. Moreiras y col., 2013. (REMOLACHA).

**1.1.10.1. Polvo de Remolacha**

La remolacha se destaca por poseer folatos y ciertas vitaminas del grupo B, como B1, B2, B3 y B6, además de ser un gran regenerador y reconstituyente del organismo sobre todo del hígado y sangre. El extracto de remolacha es una fuente nutricional rica en nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) que, una vez ingerido, es reducido a óxido nítrico (ON). El ON posee efectos hipotensores, antiinflamatorios y provoca mejoras en la eficiencia mitocondrial y en la regulación de la contractilidad muscular (Ramos Álvarez et al., 2020). Por otra parte, las betalaínas presentan tonalidades rojas y/o

amarillas, pero, a diferencia de las antocianinas, son compuestos alcaloides derivados del indol y sintetizados de la tirosina. Éstos son responsables del color rojo oscuro de la remolacha, la tuna roja y otras especies comestibles y no comestibles (ALBA-JIMÉNEZ et al., 2014).

El efecto positivo de las betalaínas contra los trastornos relacionados con el estrés en los seres humanos se debe a su potencial para inhibir la oxidación y la peroxidación lipídica (Kanner et al., 2001) Han sido observados efectos antiinflamatorios anti radicales, actividad antioxidante y también ha sido descrito el efecto inhibitor de la betanina en el crecimiento de las células del melanoma (Kim et al., 2011). Además de las antocianinas, los carotenoides y las clorofilas, las betalaínas representan una de las cuatro clases de pigmentos vegetales utilizados comercialmente como colorantes naturales en alimentos.

En contraste con las antocianinas estables únicamente en medio ácido, el color de las betalaínas se mantiene en un amplio rango de pH de 3 a 7. Esta propiedad las convierte en alternativa para colorear alimentos de baja acidez. Dado que las betalaínas poseen altos coeficientes de extinción molar, su poder colorante es comparable con los colorantes sintéticos (Esquivel & Araya Quesada, 2012).

#### **1.1.11. Tomate**

Es el fruto de una planta de la familia de las *solanáceas*. Originario del continente americano (Perú), la planta está totalmente cubierta por unos pelillos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, tiene hojas fuertemente aromáticas con bordes dentados, florece con abundancia y sus flores pequeñas y amarillas producen frutos muy coloreados de tonos que van del amarillento al rojo, debido a la presencia de pigmentos como el licopeno y los carotenos (Gregorio Varela Moreiras, Teresa Valero Gaspar, et al., 2018).

**Tabla 6***Composición nutricional del tomate*

	Por 100 g de porción comestible	Por ración (1500g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendacion es día-mujeres
Energía (Kcal)	22	31	3.000	2.300
Proteínas (g)	1	1.4	54	41
Lípidos totales (g)	0.11	0.2	100-117	77-89
AG saturados (g)	Tr	Tr	23-27	18-20
AG monoinsaturados (g)	Tr	Tr	67	51
AG poliinsaturados (g)	0.11	0.16	17	13
ω-3 (g)*	-	-	3.3-6.6	2.6-5.1
C18:2 Linoleico (ω-6) (g)	-	-	10	8
Colesterol (mg/1000 kcal)	0	0	<300	<230
Hidratos de carbono (g)	3.5	4.9	375-413	288-316
Fibra (g)	1.4	2.0	>35	>25
Agua (g)	94	133	2500	2.000
Calcio (mg)	11	15.5	1.000	1.000
Hierro (mg)	0.6	0.8	10	18
Yodo (μg)	7	9.9	140	110
Magnesio (mg)	10	14.1	350	330
Zinc (mg)	0.22	0.3	15	15
Sodio (mg)	3	4.2	<2.000	<2.000
Potasio (mg)	290	409	3.500	3.500
Fosforo (mg)	27	38.1	700	700
Selenio (μg)	Tr	Tr	70	55
Tiamina (mg)	0.06	0.08	1.2	0.9
Riboflavina (mg)	0.04	0.06	1.8	1.4
Equivalentes niacina (mg)	0.8	1.1	20	15
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	0.11	0.16	1.8	1.6
Folatos (μg)	28	39.5	400	400
Vitamina B <sub>12</sub> (mg)	0	0	2	2
Vitamina C (mg)	26	36.7	60	60
Vitamina A: Eq. Retinol (μg)	82.3	116	1.000	800
Vitamina D (μg)	0	0	15	15
Vitamina E (mg)	1.2	1.7	12	12

*Nota.* Tablas de Composición de Alimentos. Moreiras y col., 2013. (TOMATE).

**1.1.11.1. Polvo de Tomate**

El tomate es una de las hortalizas más importantes en el mundo, por su nivel de producción y de consumo. Debido a su naturaleza perecedera tiene un difícil manejo postcosecha, lo que ocasiona pérdidas importantes de producto durante su almacenamiento y comercialización, razón importante para considerar métodos de conservación, como la deshidratación y así extender su vida útil (Moreno et al., 2014).

El consumo de tomate y productos a base de tomate se han asociado con un menor riesgo de desarrollar cierto tipo de cáncer, como el cáncer del tracto digestivo y el

cáncer de próstata, que pueden deberse a la capacidad del licopeno y otros componentes antioxidantes (Tapiero et al., 2004). Los productos de tomate seco (es decir, mitades, rodajas y polvos de tomate) tienen un alto consumo en comparación con otros productos de tomate debido a sus excelentes propiedades. El tomate en polvo es muy demandado por los fabricantes de sopas deshidratadas, y también se puede utilizar como ingrediente en muchos productos alimenticios, principalmente sopas, salsas y salsa de tomate.

Debido al alto consumo y uso industrial de productos de tomate seco, varios autores han estudiado los efectos de diferentes condiciones de procesamiento y almacenamiento sobre las propiedades químicas y físicas de los mismos. Durante el procesamiento y el almacenamiento, se producen una serie de cambios en los productos de tomate seco. Se informa que el contenido de humedad, la densidad aparente y la solubilidad del polvo de tomate, las tres especificaciones más comúnmente citadas de un producto en polvo, dependían de las condiciones de secado por pulverización, es decir, la temperatura de entrada de aire, el caudal de aire de secado y el caudal de aire comprimido (Goula & Adamopoulos, 2005). La calidad del polvo de tomate deshidratado se ve influenciada por condiciones de almacenamiento, incluido el material de embalaje durante el período de almacenamiento (Davoodi et al., 2007).



## **CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Modalidad o enfoque de la investigación**

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo, pretende comprobar la hipótesis de la investigación y recolectar datos numéricos mediante la elaboración de análisis físico químicos y microbiológicos de los fideos obtenidos de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca con adición de extractos vegetales; además de utilizar un diseño experimental dentro de la investigación.

Esta investigación se caracteriza principalmente por centrar su atención en los datos o resultados expresados de manera numérica, porcentajes, entre otros. De esta manera, se pretende comprobar el comportamiento de la sustitución de harinas en la elaboración de pastas.

### **2.2. Tipo de investigación**

Se realiza un tipo de investigación experimental, descriptiva y exploratoria, esta procura analizar el efecto producido por la acción y/o manipulación de una o más variables independientes sobre las variables dependientes, describir las características de lo que se está estudiando y destacar los aspectos fundamentales de la problemática mencionada.

### **2.3. Técnicas e instrumentos**

La investigación presenta un enfoque experimental, se utiliza la observación y lectura científica a través de fuentes bibliográficas: tesis, libros, artículos científicos utilizando buscadores académicos, de esta manera la recolección de información ayuda en la aprobación de las hipótesis planteadas inicialmente.

Para el proceso experimental, se generó un registro en Excel para analizarlos en el software estadístico InfoStat; dicho proceso se realizó en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo campus “La María” en el Taller de Agroalimentos.

**Tabla 7***Datos de la Investigación*

<b>Investigación</b>	<b>Localización</b>
<b>Obtención de la materia prima</b>	Finca “Minerva” – El vergel recinto Pisce del Tarro.
<b>Análisis físico químicos</b>	Laboratorio “AGROLAB” – Santo Domingo de los Tsáchilas.
<b>Análisis microbiológicos</b>	Laboratorio de Microbiología – Finca Experimental “La María” UTEQ.
<b>Análisis sensorial</b>	Estudiantes semi entrenados de la Carrera Ingeniería en Alimentos – UTEQ – 6to Semestre.

**2.3.1. Materiales y equipos**

Dentro del proceso de obtención de harina de yuca se revisó los parámetros establecidos en la NTE – INEN 2786 2013-11 NORMA PARA LA HARINA DE YUCA COMESTIBLE (CODEXSTAN 176-1989, MOD).

**Tabla 8***Parámetros para la obtención de harina de yuca*

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>
<b>Humedad</b>	13,0 % m/m máximo

Se utilizó harina de trigo por su alto contenido en gluten permitiendo que la masa tenga humedad, elasticidad y resistencia. En la Tabla 9 se muestran los materiales y equipos para el proceso de obtención de harina de yuca y elaboración de pasta.

**Tabla 9**

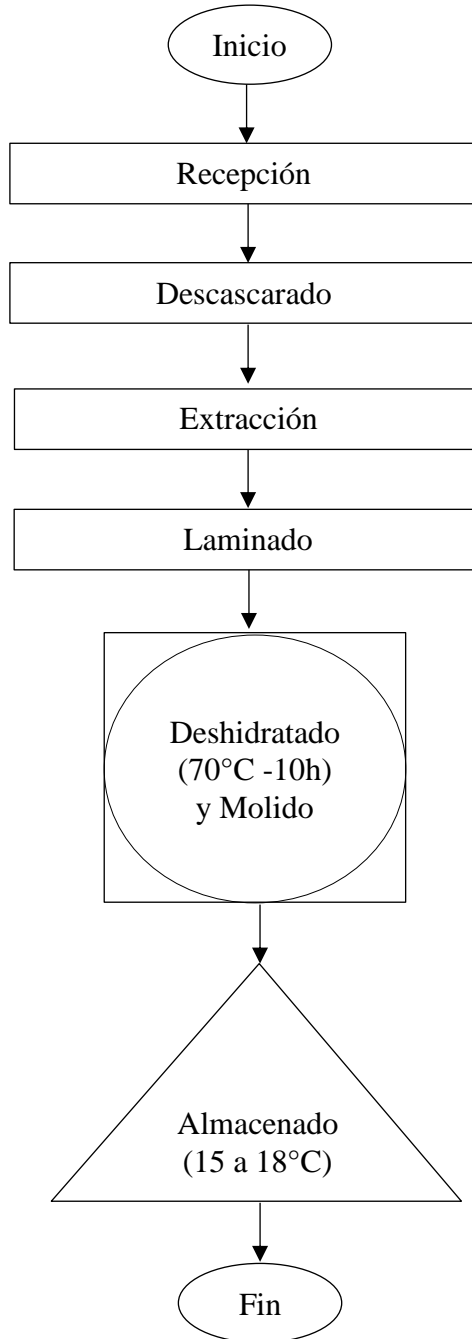
*Materiales y Equipos para la obtención de harina de yuca y elaboración de pasta*

<b>Harina de yuca</b>	
<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>
<b>Cuchillo</b>	Deshidratador
<b>Tabla de picar</b>	Molino
<b>Balanza</b>	
<b>Pasta</b>	
<b>Rodillo</b>	Laminadora de pastas
<b>Balanza</b>	
<b>Envases plásticos</b>	

## 2.4. Diagrama de procesos de elaboración de harina de yuca

**Figura 1**

*Diagrama de procesos de elaboración de harina de yuca.*



## Descripción del diagrama de proceso

- Recepción, se escogió raíces de yuca fresca libre de daños y apta para el consumo, se lavó con abundante agua para eliminar el exceso de tierra de las mismas.
- Descascarado, se separó la cáscara externa de la pulpa, además de eliminar residuos de hojas provenientes del tubérculo para posteriormente pesar.
- Extracción, se extrajo la parte interna de la yuca, xilemas y fibras.
- Laminado, se laminó la yuca con un grosor aproximado de 2mm.
- Deshidratado y molido, en un deshidratador se colocó la yuca laminada a 70°C por 10 horas, concluido este lapso se molió hasta obtener una textura fina.
- Empacado, en fundas ziploc se almacenó la harina hasta obtener la cantidad necesaria para el proceso de la pasta.

## 2.5. Análisis de características físico químicas de la harina de yuca

### 2.5.1. Determinación de Humedad

Considerando la NTE INEN 518 para determinación de humedad.

- Calentar la estufa a 130°C y colocar la cápsula por aproximadamente 1 hora.
- Sacar la cápsula y enfriar en el desecador para pesarla vacía y seca.
- Colocar 2 g de muestra de harina de yuca y secar en la estufa a 130°C por 1 hora. Concluido este lapso de tiempo pesar la cápsula para realizar los cálculos correspondientes para obtener el porcentaje de humedad.

$$Pc = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

Pc = pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa.

M<sub>1</sub> = masa del pesafiltro vacío con tapa, en g.

m<sub>2</sub> = masa del pesafiltro y tapa, con la muestra sin secar, en g.

m<sub>3</sub> = masa del pesafiltro y tapa, con la muestra seca, en g.

### 2.5.2. Determinación de ceniza

Se determinó de acuerdo a la NTE INEN 520:2012 HARINAS DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA CENIZA.

- Calentar el crisol de porcelana vacío en la mufla ajustada a  $550 \pm 15^\circ\text{C}$ , durante 30 min. Enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg.
- Transferir el crisol y pesar, con aproximación al 0,1 mg, 5g de la muestra.
- Introducir el crisol en la mufla a  $550 \pm 15^\circ\text{C}$  hasta obtener cenizas de un color gris claro, no deben fundirse las cenizas.
- Sacar de la mufla el crisol con la muestra, dejar enfriar en el desecador y pesar tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, con aproximación al 0,1 mg.
- Repetir la incineración por periodos de 30 min, enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa.

El contenido de cenizas en muestras de harina de origen vegetal, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$C = \frac{100 (m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_2 - m_1)} \quad (2)$$

Donde:

C = contenido de cenizas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.

$M_1$  = masa del crisol vacío, en g.

$m_2$  = masa del crisol con la muestra, en g.

$m_3$  = masa del crisol con las cenizas, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

### 2.5.3. Determinación de Proteína

Se determinó de acuerdo a la NTE INEN 519:1980-12 HARINAS DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA PROTEÍNA.

- Pesar 0,7 a 2,2 g de muestra y transferir al matraz Kjeldahl.
- Agregar 15g de la mezcla catalizadora sulfato de cobre, sulfato de potasio (o sulfato de sodio) y  $25 \text{ cm}^3$  de ácido sulfúrico concentrado.

- Agitar cuidadosamente el matraz y colocarlo en la hornilla del aparato Kjeldahl. Calentar hasta que no se observe formación de espuma y luego aumentar el calentamiento, rotando el matraz frecuentemente durante la digestión hasta que el contenido del matraz se presente cristalino e incoloro; continuar durante dos horas y dejar enfriar.
- Agregar aproximadamente 200 cm<sup>3</sup> de agua destilada, enfriar la mezcla hasta una temperatura inferior a 25°C y añadir trocitos de parafina o granallas de zinc para evitar proyecciones durante la ebullición.
- Inclinar el matraz con su contenido y verter cuidadosamente por sus paredes para que se formen dos capas, 50 cm<sup>3</sup> de la solución concentrada de hidróxido de sodio (o mayor cantidad, si fuere necesario para alcanzar un alto grado de alcalinidad).
- Conectar el matraz Kjeldahl al condensador mediante la ampolla de destilación, el extremo de salida del condensador debe sumergirse en 50 cm<sup>3</sup> de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico contenido en el matraz Erlenmeyer de 500 cm<sup>3</sup> a la que se ha agregado unas gotas de la solución alcohólica de rojo de metilo.
- Agitar el matraz Kjeldahl hasta mezclar completamente su contenido y calentar.
- Destilar hasta que todo el amoníaco haya pasado a la solución acida contenida en el matraz Erlenmeyer lo que se logra después de destilar por lo menos 150 cm<sup>3</sup>.
- Antes de retirar el matraz Erlenmeyer, lavar con agua destilada el extremo del condensador y titular el exceso de ácido contenido en el matraz Erlenmeyer con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio.

El contenido de proteínas en muestras de harina de origen vegetal se determina mediante la siguiente ecuación:

$$P = (1,40)(F) \frac{(V_1N_1 - V_2N_2) - (V_3N_1 - V_4N_2)}{m (100 - H)} \quad (3)$$

Donde:

P = contenido de proteínas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.

V<sub>1</sub> = volumen de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico, empleado para recoger el destilado de la muestra, en cm<sup>3</sup>.

N<sub>1</sub> = normalidad de la solución de ácido sulfúrico.

V<sub>2</sub> = volumen de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, empleado en la titulación, en cm<sup>3</sup>.

N<sub>2</sub> = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

V<sub>3</sub> = volumen de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado del ensayo en blanco, en cm<sup>3</sup>.

V<sub>4</sub> = volumen de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio empleado en la titulación del ensayo en blanco, cm<sup>3</sup>.

m = masa de la muestra, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

#### **2.5.4. Determinación de Acidez**

Se determinó de acuerdo a la NTE INEN 521:2013 HARINAS DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE.

- Pesar con aproximación al 0,1 mg, 5g de la harina de origen vegetal y transferir al matraz Erlenmeyer de 100 cm<sup>3</sup>.
- Agregar lentamente 50 cm<sup>3</sup> de alcohol de 90% neutralizado, tapar el matraz Erlenmeyer y agitar fuertemente. Dejar en reposo durante 24h.
- Tomar con la pipeta una alícuota del 10 cm<sup>3</sup> del líquido claro sobrenadante y transferir al matraz Erlenmeyer de 50 cm<sup>3</sup>; agregar 2 cm<sup>3</sup> de la solución indicadora de fenolftaleína.
- Agregar lentamente y con agitación la solución 0,02 N de hidróxido de sodio, hasta conseguir un color rosado que desaparece poco a poco.
- Continuar agregando la solución hasta que el color rosado persista durante 30s.
- Leer en la bureta el volumen de solución empleada, con aproximación a 0,05 cm<sup>3</sup>.



La acidez titulable en harinas de origen vegetal, en base seca, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$A = \frac{490 NV}{m (100 - H)} \times \frac{V_1}{V_2} \quad (4)$$

Donde:

A = contenido de acidez en las harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa de ácido sulfúrico.

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm.

V<sub>1</sub> = volumen de alcohol empleado en cm<sup>3</sup> (50 cm<sup>3</sup>).

V<sub>2</sub> = volumen de la alícuota tomada para la titulación, en cm<sup>3</sup> (10 cm<sup>3</sup>).

m = masa de la muestra, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

### 2.5.5. Determinación de Fibra

Se determinó de acuerdo a la NTE INEN 522:1980-12 HARINAS DE ORIGEN VEGETAL DETERMINACIÓN DE LA FIBRA CRUDA.

- Pesar con aproximación al 0,1 mg, 3g de muestra y transferir a un dedal de porosidad adecuada, tapar con algodón, colocar en la estufa calentada a 130 ± 2° C, por aproximadamente una hora.
- Transferir al desecador el dedal que contiene la muestra, dejar enfriar hasta temperatura ambiente.
- Colocar en el aparato Soxhlet y llevar a cabo la extracción de la grasa, con una cantidad suficiente de éter anhidro; el tiempo de extracción será de cuatro horas, si la velocidad de condensación es de 5 a 6 gotas por segundo, o por un tiempo de 16 h, si dicha velocidad es de 2 a 3 gotas por segundo.
- Sacar el dedal con la muestra sin grasa, dejar en el medio ambiente para que se evapore el solvente, colocarlo en la estufa y llevar a una temperatura de 100°C, por aproximadamente dos horas. Transferir al desecador y dejar enfriar a temperatura ambiente.

- Pesar aproximadamente 2g de la muestra desengrasada y transferir al balón de precipitación de 600 cm<sup>3</sup>, con mucho cuidado.
- Agregar aproximadamente 1g de asbesto preparado, 200 cm<sup>3</sup> de solución hirviendo, 0,255 N de ácido sulfúrico, una gota de antiespumante diluido.
- Colocar el balón de precipitación y su contenido en el aparato de digestión, dejar hervir durante 30 min, girando el balón periódicamente para evitar que los sólidos se adhieran a las paredes.
- Filtrar a través de la tela de tejido fino puesta en el embudo, el que a su vez se coloca en el Erlenmeyer de 1000 cm<sup>3</sup>, lavar el residuo con agua destilada caliente.
- Colocar el residuo en el balón de precipitación, agregar 200 cm<sup>3</sup> de solución 0,313 N de hidróxido de sodio hirviendo, colocar en el aparato de digestión y llevar a ebullición durante 30 min.
- Filtrar a través de la tela de tejido fino, lavar el residuo con 25 cm<sup>3</sup> de la solución 0,255 N de ácido sulfúrico hirviendo y luego con agua destilada hirviendo, hasta que las aguas de lavado no den reacción alcalina.
- El residuo es transferido cuantitativamente al crisol de Gooch, agregar 25 cm<sup>3</sup> de alcohol etílico poco a poco y filtrar aplicando el vacío.
- Colocar el crisol Gooch y su contenido en la estufa calentada a 130 ± 2°C por dos horas, transferir al desecador, dejar enfriar a temperatura ambiente y pesar.
- Colocar el crisol con la muestra seca en la mufla e incinerar a temperatura de 500 ± 50° C, por 30 min; enfriar en desecador y pesar.

El contenido de fibra cruda en muestras de harina de origen vegetal se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$F_c = \frac{(m_1 - m_2) - (m_3 - m_4)}{m} \times 100 \quad (5)$$

Donde:

F<sub>c</sub> = contenido de fibra cruda, en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra desengrasada y seca, en g.

m1 = masa de crisol conteniendo asbestos y la fibra seca, en g.

m2 = masa de crisol conteniendo asbesto después de ser incinerado, en g.

m3 = masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbestos, en g.

m4 = masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbestos, después de ser incinerado, en g.

### 2.5.6. Determinación de grasa

Se determinó mediante NTE INEN 523:1980-12 HARINAS DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE GRASA.

- Lavar el balón del aparato Soxhlet y secarlo en la estufa calentada a  $100 \pm 5^\circ\text{C}$ , por una hora. Transferir al desecador y pesar cuando haya alcanzado la temperatura ambiente.
- En el dedal de Soxhlet, pesar 2,35g de la muestra de harina, 2g de arena bien seca; mezclar con la espátula.
- Colocar algodón hidrófilo en la parte superior del dedal a manera de tapa e introducir en la estufa calentada a  $130 \pm 5^\circ\text{C}$  por una hora y luego transferir el dedal con su contenido al desecador y dejar enfriar a temperatura ambiente.
- Colocar el dedal y su contenido en el aparato Soxhlet, agregar suficiente cantidad de éter anhidrido y extraer durante cuatro horas.
- Terminada la extracción, recuperar el disolvente por destilación en el mismo aparato y eliminar los restos de disolvente en baño María.
- Colocar el balón que contiene la grasa, durante 30 min en la estufa calentada a  $100 \pm 5^\circ\text{C}$ , enfriar a temperatura ambiente en el desecador y pesar.

El contenido de grasa en muestras de harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa sobre base seca, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$G = \frac{(m2 - m1)}{m (100 - H)} \times 100 \quad (6)$$

Donde:

G = contenido de grasa en la harina de origen vegetal, en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra, en g.

m1 = masa del balón vacío, en g.

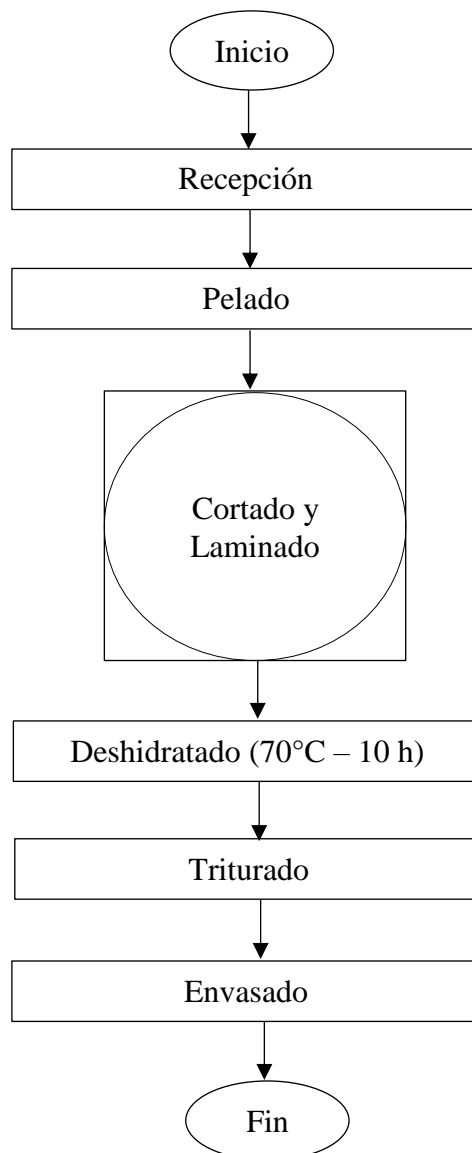
m2 = masa del balón con grasa, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

## 2.6. Diagrama de procesos de extracción de polvo de vegetales

**Figura 2**

*Diagrama de procesos de extracción de polvo de vegetales*



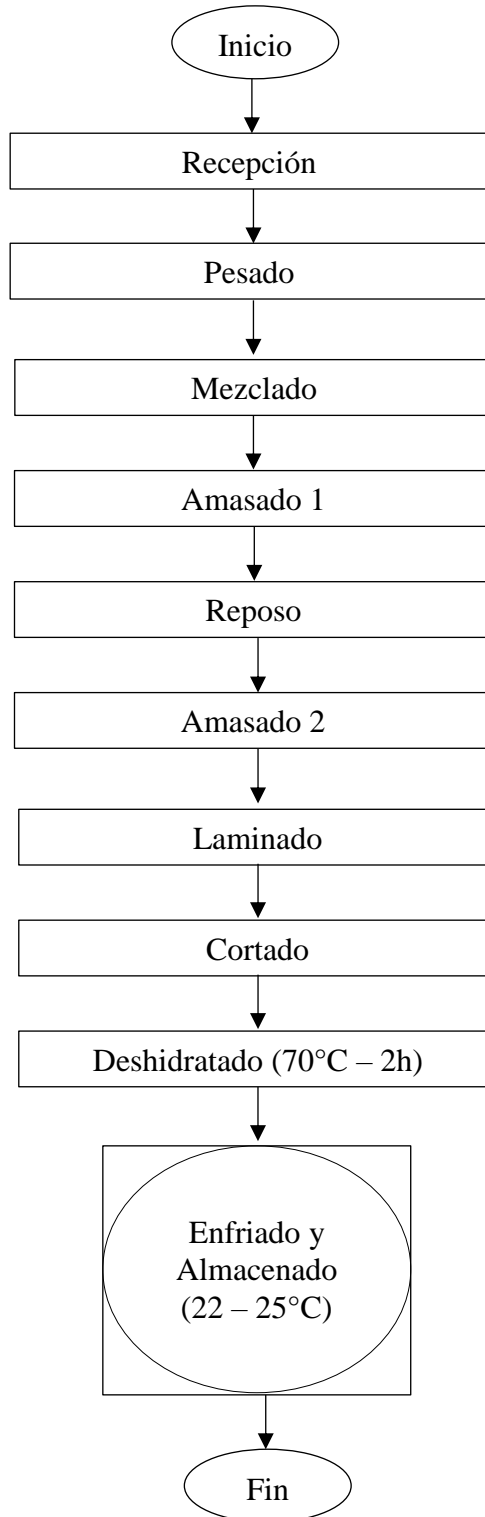
### **Descripción del diagrama de proceso**

- Recepción, se seleccionó remolachas y tomates de buena calidad, es decir sin magulladuras, cortes u otra impureza presente en los vegetales.
- Pelado, se extrajo la corteza de cada uno de los vegetales.
- Cortado y laminado, se dividió el vegetal en dos partes para realizar el laminado de aproximadamente 2mm de grosor.
- Deshidratado, extender las láminas de tomate y remolacha en las bandejas del deshidratador por un lapso de 10 horas a 70°C.
- Triturado, en un envase se colocó las láminas deshidratadas y se trituró en la licuadora hasta obtener un polvo fino sin gránulos.
- Envasado, se envasó en frascos de plásticos para su posterior uso.

## 2.7. Diagrama de procesos de elaboración de pasta

**Figura 3**

*Diagrama de procesos de elaboración de pasta*



### **Descripción del diagrama de proceso**

- Recepción, se obtienen los insumos necesarios para iniciar con el proceso de elaboración de pasta: harina de yuca, harina de trigo, polvos de vegetales deshidratados (tomate y remolacha), sal, agua y como conservante benzoato de sodio.
- Pesado, de acuerdo a la formulación establecida se establecen las cantidades indicadas de los insumos.
- Mezclado, se agregan los productos secos y luego el agua para mezclar hasta obtener una masa uniforme.
- Amasado 1, se mezcla y amasa por aproximadamente 15 minutos o hasta incorporar todos los ingredientes.
- Reposo, 20 minutos.
- Amasado 2, se estira la masa con un rodillo hasta obtener un grosor de aproximadamente 3 mm.
- Laminado, en la laminadora de pasta se extiende la masa hasta obtener láminas finas que permitan el corte y deshidratado adecuado.
- Cortado, dividir la masa en partes iguales y realizar el corte del fideo.
- Deshidratado, se distribuye el fideo en las bandejas de deshidratado e inicia el proceso por un lapso de 2 horas a 70°C.
- Enfriado y Almacenado, se enfría a temperatura ambiente y se empaca en fundas ziploc.

### **2.8. Análisis de características físico químicas y microbiológicas de la pasta**

Los análisis físico químicos realizados a los fideos instantáneos se establecen de acuerdo a los métodos descritos en la NTE INEN 1375:2000 PASTAS ALIMENTICIAS numeral 6.1. Requisitos específicos y 6.2. Requisitos microbiológicos y en la NTE INEN 2318:2008 FIDEOS INSTANTÁNEOS. REQUISITOS.

#### **2.8.1. Detección de Salmonella y recuento de Mohos y Levaduras**

##### **Preparación de medio de cultivo (NTE INEN 1529 – 15; NTE INEN 1529 – 10)**

Para la detección de Salmonella se utilizó Agar Salmonella-Shigella (SS) y para el recuento de Mohos y Levaduras Potato Dextrose Agar (PDA).

- En 50 mL de agua destilada se disolvió 4g del Agar especificado para cada tipo de aislamiento.
- Se esteriliza en el autoclave a 120°C durante 40 min a 15 psi, concluido este lapso se deja reposar por 15 minutos.

### **Preparación de muestra**

- En un mortero se trituró 1g de muestra de fideo deshidratado, para posteriormente homogeneizar con 10 mL de agua destilada.
- Se dejó reposar por el tiempo que se esterilizó el medio de cultivo (40 minutos).

### **Siembra**

- Se esterilizó con alcohol de 96°C la cámara de aislamiento, se colocaron las cajas Petri, medios de cultivo, mechero y micropipeta, se encendió el UV por un lapso de 10 a 15 minutos.
- Para la siembra, se colocó 20 µl en cada caja Petri y con el aza se esparció la muestra.
- Se rotuló y se llevó a la incubadora a 28°C por 24 horas.

### **2.8.2. Formulación**

En la tabla 10 se muestra la formulación utilizada para la elaboración de fideos de acuerdo al diseño experimental.

**Tabla 10**

*Formulación general*

<b>Formulación</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Gramos (g)</b>
<b>Harinas de yuca y trigo</b>	63	630
<b>Agua</b>	32	320
<b>Sal</b>	2,5	25
<b>Benzoato de sodio</b>	0,1	1
<b>Polvo de vegetales</b>	2,40	24
<b>TOTAL</b>	100	1000

*Nota.* Formulación general, del 63% de harinas se desglosa el 15% + 85%, 30% + 70%, 45% + 55% respectivamente.



## 2.9. Diseño experimental

La investigación es de carácter experimental, permitirá identificar y cuantificar las causas del efecto que tendrá la harina de yuca en la sustitución parcial para la elaboración de pastas con adición de extractos vegetales. Se aplicará un diseño factorial A x B: porcentajes de harina de trigo y yuca (%); extracto de remolacha y tomate, para cada tratamiento se realizarán 3 repeticiones.

### 2.9.1. Factores en estudio

**Tabla 11**

*Factores en estudio*

Factores en estudio	Nivel de factores	Descripción
Relación de harina de yuca / harina de trigo	A <sub>0</sub>	15% Harina de Yuca; 85% Harina de Trigo
	A <sub>1</sub>	30% Harina de Yuca; 70% Harina de Trigo
	A <sub>2</sub>	45% Harina de Yuca; 55% Harina de Trigo
Polvo de vegetales	B <sub>0</sub>	Remolacha
	B <sub>1</sub>	Tomate

*Nota.* El experimento consta de tres repeticiones es decir se presentan 18 unidades experimentales, que se describen en la tabla 12.

**Tabla 12**

*Tratamientos e interacción de los tratamientos*

Tratamientos	Interacción	Descripción
T1	A <sub>0</sub> B <sub>0</sub>	15% Harina de Yuca; 85% Harina de Trigo; Remolacha
T2	A <sub>0</sub> B <sub>1</sub>	15% Harina de Yuca; 85% Harina de Trigo; Tomate
T3	A <sub>1</sub> B <sub>0</sub>	30% Harina de Yuca; 70% Harina de Trigo; Remolacha
T4	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	30% Harina de Yuca; 70% Harina de Trigo; Tomate
T5	A <sub>2</sub> B <sub>0</sub>	45% Harina de Yuca; 55% Harina de Trigo; Remolacha
T6	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	45% Harina de Yuca; 55% Harina de Trigo; Tomate

### 2.9.2. Modelo matemático

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + R_k + \varepsilon_{ijk}$$

(7)

Donde:

- $\mu$ : Media general.
- $\alpha_i$ : efecto del nivel i-ésimo del Factor A (harinas).
- $\beta_j$ : efecto del nivel j-ésimo del Factor B (extractos vegetales).
- $(\alpha\beta)_{ij}$ : efecto de la interacción entre ambos factores.
- $R_k$ : interacciones
- $\epsilon_{ijk}$  el término de error

### 2.9.3. Variables

#### Variables independientes

- Tipos de harinas
- Porcentajes de sustitución
- Adición de extractos vegetales.

#### Variables dependientes

- Elaboración de pastas con adición de extractos vegetales.
- Características físico-químicas, organolépticas y microbiológicas.

## 2.10. Evaluación de la calidad de la pasta

### 2.10.1. Tiempo óptimo de cocción

Para la determinación, se utilizaron 25g de pasta elaborada con los diferentes porcentajes de sustitución de harina de yuca por harina de trigo y el polvo de vegetales correspondiente, las cuales se introdujeron en 200g de agua en ebullición y se controló el tiempo de cocción mediante un cronómetro.

### 2.10.2. Porcentaje de hinchamiento

El porcentaje, índice o tasa de hinchamiento de las pastas se relaciona con las características de absorción de agua que posee el almidón. Este se calculó mediante la ecuación 8.

$$\% \text{ de hinchamiento} = \frac{\text{Peso de la pasta cocida} - \text{Peso de la pasta seca}}{\text{Peso de la pasta seca}} \quad (8)$$

## **2.11. Evaluación sensorial de la pasta**

La pasta elaborada con sustitución parcial de harina de yuca por harina de trigo fue sometida a una evaluación sensorial y de aceptabilidad. La técnica utilizada en la preparación de las muestras fue calentar agua hasta que llegue a su punto de ebullición (100°C), apagar y colocar cada tratamiento respectivamente por un lapso de 3 minutos, escurrir las muestras, enfriar y agregar en los envases para su degustación.

### **2.11.1. Prueba de aceptación o rechazo**

Se seleccionaron 16 estudiantes semientrenados de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo de la carrera Ingeniería en Alimentos, ya que han adquirido experiencia en realizar pruebas discriminativas sencillas, se realizó el análisis de las 18 unidades experimentales (6 tratamientos + 3 repeticiones) con una ficha en la que se busca determinar la aceptabilidad o rechazo del color, olor, sabor, textura, pegajosidad y aceptabilidad respectivamente. Cada tratamiento fue codificado de acuerdo a su numeración T1R1, T1R2, T1R3, T2R1, T2R2, T2R3, T3R1, T3R2, T3R3, T4R1, T4R2, T4R3, T5R1, T5R2, T5R3, T6R1, T6R2, T6R3.

### **2.11.2. Tipo de ensayo sensorial**

De acuerdo a lo realizado se estableció por el método discriminativo y método descriptivo: prueba de perfil de sabor.

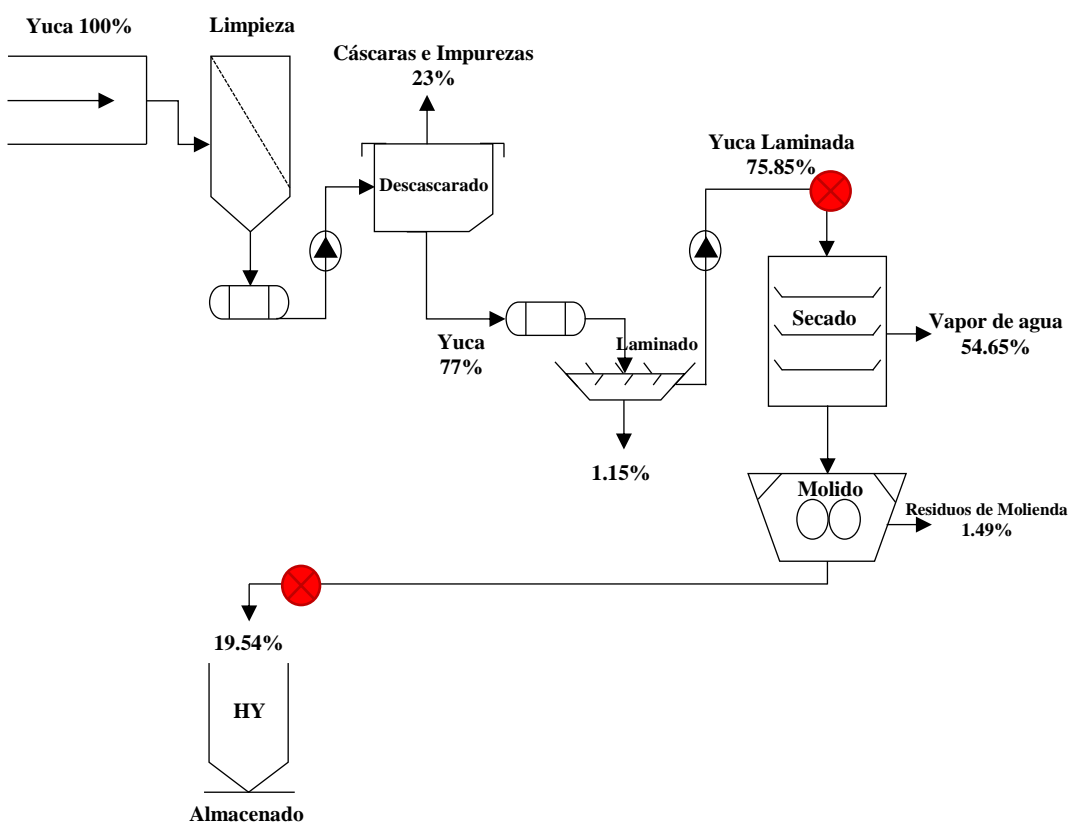
El método discriminativo consiste en evaluar simultáneamente dos muestras, con el objetivo de determinar si existe diferencia perceptible en ellas. La prueba de perfil de sabor es un método cualitativo y semi cuantitativo que consiste en describir el olor y sabor integral de un producto, así como sus atributos individuales, a través de él se definen el orden de aparición de cada atributo, grado de intensidad de cada uno de ellos, sabor residual y amplitud o impresión general del sabor y el olor (Manfugás, 2007).

## CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Balance de materia del proceso de elaboración de harina de yuca

**Figura 4**

*Balance de materia en el proceso de elaboración de harina de yuca*



**Tabla 13**

*Descripción de PCC en el proceso de elaboración de harina de yuca*

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN
⊗	<b>Secado/Deshidratado:</b> se determina como PCC por el inadecuado uso de temperaturas, durante este proceso puede existir el deterioro de la yuca, contraer humedad y presencia de hongos.
⊗	<b>Almacenado:</b> deterioro durante el almacenado por el control de temperatura, humedad e higiene.

### 3.1.1. Descripción del balance de materia

**Recepción**, se utilizó 17.40 kg (100%) de yuca fresca.

**Descascarado**, se quitó la cascara externa, algunas impurezas (23%), los xilemas y fibras.

**Laminado**, se realizó finas láminas de yuca, perdiendo aproximadamente el 1.15% de residuos de pulpa.

**Deshidratado**, al proceso de deshidratación ingresaron 13.20kg (75.85%) de yuca laminada, esta operación se realizó por paradas de proceso, cada una con una duración aproximada de 10 horas. En este proceso se perdió 9.51kg de agua (54.65%).

**Molido**, durante el proceso de molido y refinado, la harina pasó por un tamiz para eliminar residuos no deshidratados

**Empacado**, se almacenó en fundas ziploc en un lugar seco con el fin de evitar deterioros en el producto.

### 3.1.2. Rendimiento del proceso de elaboración de harina de yuca

El rendimiento del proceso de elaboración de harina de yuca se calculó mediante la ecuación 9.

$$R = \frac{Pf}{Pi} \times 100 \quad (9)$$

Donde:

**R** = Rendimiento de harina de yuca

**Pf** = Peso final de harina obtenida

**Pi** = Peso inicial de yuca fresca

$$R = \frac{3.40}{17.40} \times 100$$

$$R = 19.54 \%$$

### 3.2. Análisis bromatológico de la harina de yuca

**Tabla 14**

*Resultados de análisis bromatológico de la harina de yuca*

<b>Variable</b>	<b>Composición</b>	<b>NTE INEN 2786:2013</b>
<b>Humedad (%)</b>	7,01	13.0%
<b>Proteína (%)</b>	1,60	-
<b>Extracto etéreo (%)</b>	1,45	-
<b>Ceniza (%)</b>	2,59	3.00%
<b>Fibra (%)</b>	5,77	2.00%

De acuerdo a la Tabla 14 Análisis Bromatológico de la Harina de Yuca los valores promedios de humedad, proteína, grasa, ceniza y fibra se encuentran dentro de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2786 2013 – 11, donde la proteína y la fibra son considerados importantes para el desarrollo de derivados alimenticios; similares resultados fueron reportados en la investigación de (Techeira et al., 2014) donde se realiza una caracterización fisicoquímica, funcional y nutricional de harinas crudas obtenidas a partir de diferentes variedades de yuca.

#### 3.2.1. Análisis bromatológicos del polvo de vegetales

Para establecer los análisis bromatológicos de la remolacha y tomate deshidratado, se realizó una investigación bibliográfica de artículos científicos.

En la investigación realizada por González, E., Pilleps, M., & Ducreux, A. (2017) se busca aprovechar la producción excedente de tomate al transformarlos en tomates deshidratados, se utilizaron tres procesos: osmótico, por microondas y solar. De acuerdo a los resultados que se muestran en la Tabla 15 el método osmótico es el más recomendado ya que permite la preservación de sus componentes.

**Tabla 15***Composición bromatológica del polvo de tomate*

<b>Variable</b>	<b>Composición</b>
<b>Grasa (%)</b>	0,7
<b>Humedad (mg/100g)</b>	39,4
<b>Proteína (%)</b>	11,6
<b>Acidez (%)</b>	1,9
<b>Ceniza (%)</b>	7,8

*Nota.* Los resultados de la composición del tomate deshidratado se muestran en la investigación: El tomate deshidratado como fuente de alimentación y solución a los tomateros locales. González, E., Pilleps, M., & Ducreux, A. (2017).

En la investigación realizada por Zurita (2022) se determina la Optimización de secador solar indirecto para sector rural – Tarma, dicha investigación muestra resultados del contenido químico proximal de la remolacha deshidratada a diferentes temperaturas.

**Tabla 16***Composición bromatológica del polvo de remolacha*

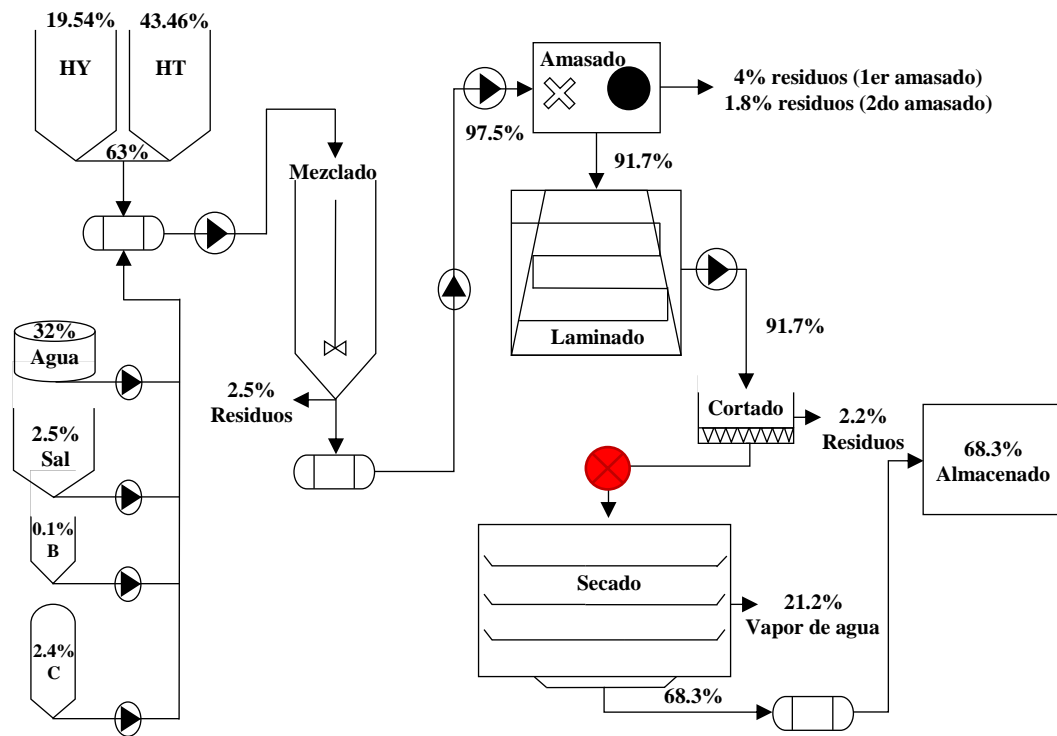
<b>Variable</b>	<b>Composición</b>
<b>Humedad</b>	12,68 ± 0,31
<b>Grasa</b>	0,22 ± 0,03
<b>Fibra</b>	5,06 ± 0,23
<b>Ceniza</b>	4,55 ± 0,45

*Nota.* Los resultados del contenido químico proximal de la remolacha deshidratada se muestran a temperaturas de 55°C. Zurita (2022).

### 3.3. Balance de materia del proceso de elaboración de pasta con adición de extractos vegetales al mejor tratamiento


**Figura 5**

*Balance de materia del proceso de elaboración de pasta al mejor tratamiento (A2B0)*



**Tabla 17**

*Descripción de PCC en el proceso de elaboración de pasta*

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN
	<b>Secado/Deshidratado:</b> se determina como PCC por el inadecuado uso de temperaturas, esto conlleva a la contaminación por mohos, levaduras y bacterias.



### 3.3.1. Descripción del balance de materia

**Recepción**, para iniciar con el proceso de elaboración de pasta se utilizó 1kg del total de sus ingredientes: 63% harinas, 32% agua, 2,5% sal, 0,1% benzoato, 2,4% colorante (polvo de remolacha).

**Mezclado**, se realizó la mezcla de acuerdo al tipo de producto, primero sólidos y luego líquidos.

**Amasado**, con una cuchara de silicón se integró los ingredientes y se amasó con las manos para que no quedaran partes sin mezclar por un lapso de 20 minutos, en este proceso se obtuvo 975g del peso inicial.

**Reposo**, la masa debe reposar aproximadamente 10 minutos para continuar con el proceso.

**Amasado**, se realiza por 5 minutos y en este proceso quedan un aproximado de 18g de residuos en la mesa donde se realiza el amasado.

**Laminado**, la masa es dividida en partes para ser extendida con un rodillo, posteriormente colocada en la maquina laminadora de pasta y realizar finas láminas.

**Cortado**, se establece el grosor del fideo y se colocan las láminas de pasta para realizar el corte, durante este proceso se pierden 22g del peso inicial por que la masa se queda en los laterales de la máquina.

**Deshidratado**, se divide en dos partes los 895g de pasta ya laminada y cortada para iniciar con el proceso de deshidratación, por un lapso 120 minutos respectivamente.

**Enfriado y empacado**, concluido el proceso, se pesa obteniendo 683g de pasta seca, se deja enfriar a temperatura ambiente y se empaca en fundas ziploc.

### 3.3.2. Rendimiento del proceso de elaboración de pasta

El rendimiento del proceso de elaboración de pasta se calculó mediante la ecuación 10.

$$R = \frac{Pf}{Pi} \times 100 \quad (10)$$

Donde:

**R** = Rendimiento de pasta con sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca

**Pf** = Peso final de pasta deshidratada

**Pi** = Peso inicial de pasta fresca

$$R = \frac{683}{1000} \times 100$$

$$R = 68.30 \%$$

### 3.4. Análisis Bromatológico de la pasta con adición de extractos vegetales

**Tabla 18**

*Resultados del Análisis Estadístico (Tukey < 0,05)*

<b>Factor A</b>	<b>Humedad</b>	<b>Proteína</b>	<b>Grasa</b>	<b>Ceniza</b>	<b>Fibra</b>	<b>Acidez</b>
15%Harina de Yuca + 85%Harina de Trigo	1,59 <sup>a</sup>	14,88 <sup>a</sup>	1,71 <sup>c</sup>	4,04 <sup>c</sup>	6,67 <sup>a</sup>	0,11 <sup>c</sup>
30% Harina de Yuca + 70% Harina de Trigo	1,03 <sup>a</sup>	12,59 <sup>b</sup>	1,77 <sup>b</sup>	4,22 <sup>b</sup>	5,43 <sup>b</sup>	0,15 <sup>b</sup>
45%Harina de Yuca + 55% Harina de Trigo	1,25 <sup>a</sup>	10,59 <sup>c</sup>	1, 83 <sup>a</sup>	4,63 <sup>a</sup>	4,93 <sup>c</sup>	0,22 <sup>a</sup>
<b>Factor B</b>						
Polvo de Remolacha	1,79 <sup>a</sup>	12,76 <sup>a</sup>	1,54 <sup>b</sup>	4,18 <sup>b</sup>	5,50 <sup>b</sup>	0,14 <sup>b</sup>
Polvo de Tomate	0,79 <sup>a</sup>	12,62 <sup>a</sup>	1,99 <sup>a</sup>	4,41 <sup>a</sup>	5,85 <sup>a</sup>	0,18 <sup>a</sup>
<b>Interacción A*B</b>						
<b>a0b0:</b> 15%Harina de Yuca + 85%Harina de Trigo + Remolacha	2,43 <sup>a</sup>	13,88 <sup>b</sup>	1,49 <sup>d</sup>	3,81 <sup>e</sup>	6,36 <sup>b</sup>	0,11 <sup>d</sup>
<b>a0b1:</b> 15%Harina de Yuca + 85%Harina de Trigo + Tomate	0,75 <sup>a</sup>	15,89 <sup>a</sup>	1,94 <sup>b</sup>	4,28 <sup>c</sup>	6,98 <sup>a</sup>	0,12 <sup>cd</sup>
<b>a1b0:</b> 30% Harina de Yuca + 70% Harina de Trigo + Remolacha	1,43 <sup>a</sup>	13,13 <sup>c</sup>	1,51 <sup>d</sup>	4,24 <sup>cd</sup>	5,28 <sup>d</sup>	0,15 <sup>bcd</sup>
<b>a1b1:</b> 30% Harina de Yuca + 70% Harina de Trigo + Tomate	0,64 <sup>a</sup>	12,06 <sup>d</sup>	2,02 <sup>a</sup>	4,20 <sup>d</sup>	5,58 <sup>c</sup>	0,16 <sup>bc</sup>
<b>a2b0:</b> 45%Harina de Yuca + 55% Harina de Trigo + Remolacha	1,52 <sup>a</sup>	11,26 <sup>e</sup>	1,64 <sup>c</sup>	4,50 <sup>b</sup>	4,87 <sup>f</sup>	0,17 <sup>b</sup>
<b>a2b1:</b> 45%Harina de Yuca + 55% Harina de Trigo + Tomate	0,97 <sup>a</sup>	9,92 <sup>f</sup>	2,02 <sup>a</sup>	4,76 <sup>a</sup>	4,98 <sup>e</sup>	0,26 <sup>a</sup>

#### 3.4.1. Humedad

De acuerdo con los resultados (Tabla 18) la humedad no presentó diferencias significativas para el factor A; es decir que la relación Harina de trigo y yuca no afecta al contenido de humedad de las pastas obtenidas; esto se debe a que las harinas son consideradas productos deshidratados y la Norma Técnica de Calidad INEN 1375:2000 establece los requisitos de humedad de la pasta encontrándose en los niveles establecidos. En relación a la investigación realizada por Agua Vera, K. A. (2020) en la que se determinó la humedad a fideos elaborados con sustitución

parcial de harina de trigo por harina de camote y extracto de zanahoria obteniendo humedad de 4,9 este valor es relativamente alto en comparación con los valores de la presente investigación, pero tomando en cuenta que se adicionó otro tipo de harina como sustituto por ende la cantidad de humedad varía y de acuerdo a la norma el nivel máximo de humedad permitido es 14,0 esto nos indica que se obtuvo una pasta alimenticia con un porcentaje de humedad adecuado para los consumidores.

### **3.4.2. Proteína**

En relación a los resultados obtenidos (Tabla 18) en la variable proteína del Factor A existe diferencias significativas de acuerdo a lo evaluado, con mayor índice se tiene 15,89 que corresponde a la mezcla 15% Harina de Yuca + 85% Harina de Trigo es decir que entre mayor adición de Harina de Yuca el valor de la proteína se reduce, dichos valores de acuerdo a la investigación realizada por Coral & Gallegos, (2015) en la que determinan los niveles de proteína de yuca obtenida de diferentes lugares como el Mercado Mayorista, Mercado San Roque, Mercado Ofelia y el Supermaxi siendo estos desde 0,38 hasta 0,81% de dicha variable. En el factor B, no se encontró diferencia significativa, mientras que en la interacción A\*B si existen diferencias significativas, teniendo como valor más alto 15,89 correspondiente al tratamiento a0b1 esto debido al alto nivel de harina de trigo y polvo de tomate agregado, no se afirma que por la adición de tomate deshidratado el contenido de proteína sea alto pero de acuerdo a Isack & Lyimo, (2015) en su investigación realizada Efecto de las prácticas de manipulación poscosecha en la composición fisicoquímica del tomate indica que el contenido de proteína es de 16,03%, además del valor más bajo 9,92 del tratamiento a2b1 que De acuerdo a la NTE INEN 1375:2000 se encuentra de lo establecido (10.0%).

### **3.4.3. Grasa**

De acuerdo a los resultados de la variable grasa, observados en la (Tabla 18) se puede determinar que existe diferencia significativa en el Factor A, obteniendo como valor más alto 1,83 esto determina hipotéticamente que al disminuir la sustitución de harina de trigo por harina de yuca el contenido de grasa se incrementa. En relación al factor B, existe mayor contenido de grasa en el polvo de

tomate (1,54) en comparación con el polvo de remolacha (1,99), por otra parte, en la interacción A\*B existe diferencia significativa entre las medias de las intervenciones estudiadas donde el tratamiento a1b1 (2,02) y a2b1 (2,02) presentan mayor contenido de grasa a diferencia de los demás tratamientos sin demeritar el grupo independiente del tratamiento a0b1 (1,94) que también presenta un alto valor significativo acorde a esta variable; dichos valores se asemejan a la investigación realizada por Raquel, (2014) en la que determina las características fisicoquímicas de fideos enriquecidos con harina de frijol de palo y pigmentado con harina de zapallo estableciendo que la adición de componentes nutricionales influye directamente en dicha composición.

#### **3.4.4. Ceniza**

Acorde a los resultados obtenidos del análisis estadístico (Tabla 18) de la variable ceniza, se determinó que existe diferencia significativa en el Factor A; tomando en consideración que al disminuir la adición de harina de trigo y aumentar la adición de harina de yuca el valor de ceniza aumenta esto podría deberse a los compuestos cianogénicos que contiene la yuca de esta manera se determina en un estudio realizado por Abidin et al., (2013) en la que se realiza una comparación de la composición de harina de yuca y harina de trigo para la elaboración de fideos húmedos a base de dicha harina. Además, en el Factor B existe una mayor concentración de ceniza en el Polvo de Tomate (4,41) que en el Polvo de Remolacha (4,18); mientras que en la interacción A\*B existe diferencia significativa donde aquellos fideos elaborados bajo la nomenclatura a2b0 (4.50) y a2b1(4.76) presentaron mayor contenido en dicha variable, lo cual es indicativo de que, a mayor presencia de harina de yuca en la formulación, el contenido de minerales es directamente proporcional en su valoración; por lo cual hipotéticamente se establece que la harina de yuca presenta mayor contenido de minerales porque en su composición presenta almidón, resultados detallados se observan la investigación de (Engelen et al., 2020) en la que elaboran tallarines secos a base de harina y almidón de yuca, dentro de la que se afirma que en base a la opinión de Faza, (2007) cuanto más harina de yuca se adicione, el contenido de ceniza aumenta esto debido al 0,2% de contenido de minerales de dicha harina. Tomando en

consideración la NTE INEN 1375:2000 se establece que los límites de ceniza en la elaboración de pasta son de 1.50%.

#### **3.4.5. Fibra**

En relación a los resultados obtenidos observados (Tabla 18) de la variable fibra se determina que existe diferencia significativa en el Factor A, se observa que, a mayor incidencia en la adición de harina de trigo, incrementa el contenido de fibra. Mientras que, en el Factor B el contenido de fibra del Polvo de Tomate (5,85) es mayor al contenido de fibra del Polvo de Remolacha (5,50). Por otra parte, en la Interacción A\*B existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el que mayor contenido tiene el tratamiento a0b1 (6,98) por su alto nivel de harina de trigo y polvo de tomate. Similares resultados se encontraron en la investigación de Ajibola & Olapade, (2021) en la que establecen la composición química, factores anti nutricionales y propiedades pastosas de las mezclas de harina de yuca y ñame africano para la preparación de fideos obteniendo valores de fibra de 5,09.

#### **3.4.6. Acidez**

De acuerdo a los resultados obtenidos, se determinó que existe diferencia significativa en el Factor A tomando en consideración de acuerdo a lo observado que a mayor adición de harina de trigo el índice de acidez aumenta, según Castaño-Carvajal et al., (2019) en productos de molinería la acidez, se atribuye a la presencia de fosfatos ácidos y pequeñas cantidades de ácidos orgánicos, como el láctico y el fórmico. En el factor B existe diferencia significativa teniendo en el Polvo de Remolacha (0,14) y en el Polvo de Tomate (0,18). Además, existe diferencia significativa en la Interacción A\*B, teniendo una notable diferencia en el tratamiento a2b1 (0,26) pero de acuerdo a la norma INEN 1375:2000 cumple con lo especificado que establece como valor máximo 0,45%. En comparación con los resultados de la investigación de Castaño-Carvajal et al., (2019) donde elaboran productos tipo tallarín libres de gluten y evalúan sus propiedades fisicoquímicas obtienen acidez de 0,09 esto varía por la adición de ingredientes de cada investigación.

**3.5. Análisis de la varianza (ANOVA) en resultados bromatológicos estudiados (humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra y acidez) a la pasta con adición de extractos vegetales**

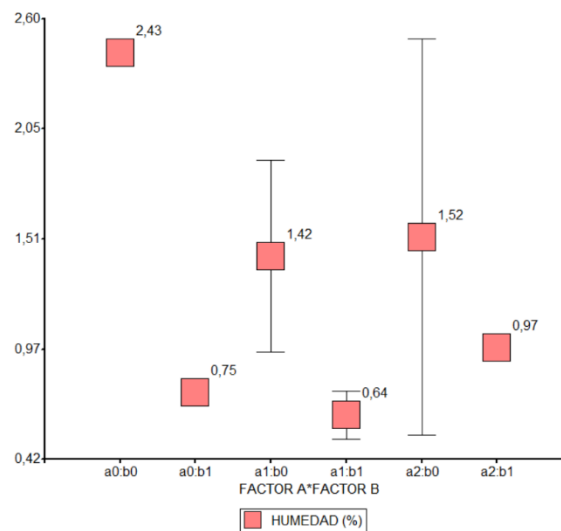
**Tabla 19**

*Análisis de varianza de la humedad*

FV	GL	SC	CM	F	Valor – p
<b>A: Mezcla de Harinas</b>	2	0,63	0,32	0,79	0,4956
<b>B: Polvo de vegetales</b>	1	3,03	3,03	7,57	0,0332
<b>Repetición</b>	1	0,58	0,58	1,58	0,2645
<b>Interacción A*B</b>	2	0,71	0,36	0,89	0,4594
<b>Error Experimental</b>	5	1,83	0,40		
<b>Total</b>	11	6,78			

**Figura 6**

*Interacción de factores en variable humedad*



Respecto a los resultados obtenidos del análisis de varianza se determinó que existe diferencia significativa en el Factor B: Polvo de vegetales, mientras que en el Factor A: Mezcla de Harinas y en la Interacción A\*B: Mezcla de Harinas \* Polvo de Vegetales, no existe diferencia significativa.

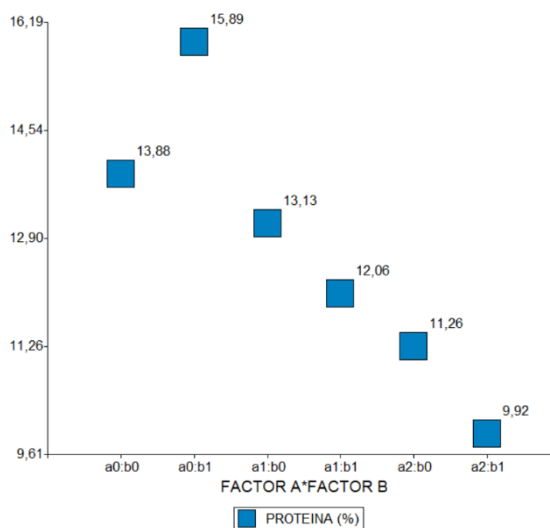
**Tabla 20**

*Análisis de varianza de la proteína*

FV	GL	SC	CM	F	Valor – p
<b>A: Mezcla de Harinas</b>	2	36,91	18,45	120346,36	<0,0001
<b>B: Polvo de vegetales</b>	1	0,05	0,05	347,83	<0,0001
<b>Repetición</b>	1	0,000053	0,000053	3,48	0,1212
<b>Interacción A*B</b>	2	6,90	3,45	22488,64	<0,0001
<b>Error Experimental</b>	5	7,7E-04	1,5E-04		
<b>Total</b>	11	43,86			

**Figura 7**

*Interacción de factores en variable proteína*



Considerando el análisis de varianza (ANOVA) realizado a la variable proteína se determinó que existe diferencia significativa en el Factor A: Mezcla de Harinas, en el Factor B: Polvo de vegetales y en la Interacción A\*B: Mezcla de Harinas \* Polvo de Vegetales, mientras que en la repetición no existe diferencia significativa por lo tanto existe normalidad.



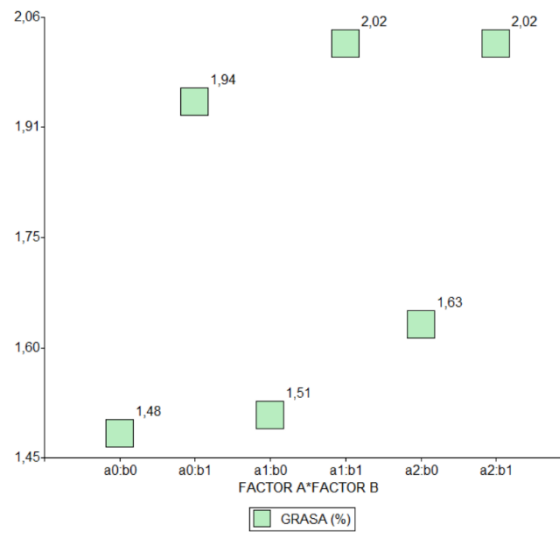
**Tabla 21**

*Análisis de varianza de la grasa*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Valor – p</b>
<b>A: Mezcla de Harinas</b>	2	0,03	0,01	180,80	<0,0001
<b>B: Polvo de vegetales</b>	1	0,61	0,61	8284,09	<0,0001
<b>Repetición</b>	1	5,3E-04	5,3E-04	7,27	0,0429
<b>Interacción A*B</b>	2	0,01	3,9E-03	53,52	0,0004
<b>Error Experimental</b>	5	1,7E-04	7,3E-05		
<b>Total</b>	11	0,64			

**Figura 8**

*Interacción de factores en variable grasa*



De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó que existe diferencia significativa en los factores estudiados.

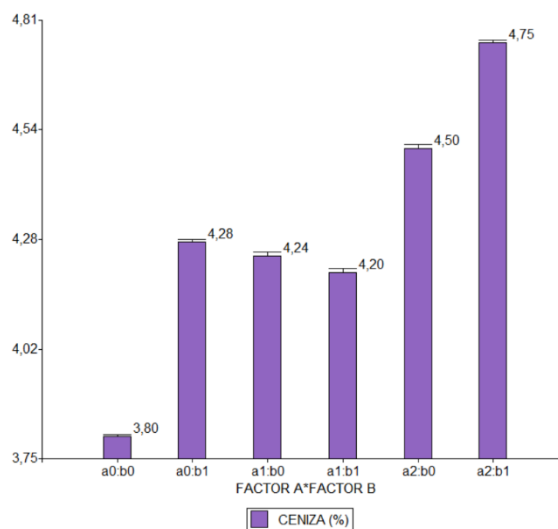
**Tabla 22**

*Análisis de varianza de la ceniza*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Valor – p</b>
<b>A: Mezcla de Harinas</b>	2	0,72	0,36	5303,54	<0,0001
<b>B: Polvo de vegetales</b>	1	0,16	0,16	2288,90	<0,0001
<b>Repetición</b>	1	4,1E-04	4,1E-04	5,98	0,0583
<b>Interacción A*B</b>	2	0,13	0,07	959,39	<0,0001
<b>Error Experimental</b>	5	3,4E-04	6,8E-05		
<b>Total</b>	11	1,01			

**Figura 9**

*Interacción de factores en variable ceniza*



Considerando la variable ceniza de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza se determinó que no existe diferencia significativa en la repetición, mientras que en el Factor A: Mezcla de Harinas, Factor B: Polvo de Vegetales y en la Interacción A\*B: Mezcla de Harinas \* Polvo de vegetales si existe diferencia significativa.

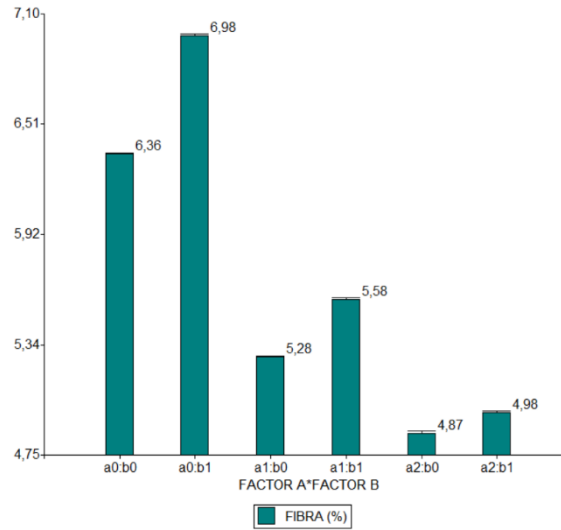
**Tabla 23**

*Análisis de varianza de la fibra*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Valor – p</b>
<b>A: Mezcla de Harinas</b>	2	6,44	3,22	18563,13	<0,0001
<b>B: Polvo de vegetales</b>	1	0,36	0,36	2080,00	<0,0001
<b>Repetición</b>	1	3,3E-05	3,3E-05	0,19	0,6793
<b>Interacción A*B</b>	2	0,14	0,07	390,05	<0,0001
<b>Error Experimental</b>	5	8,7E-04	1,7E-04		
<b>Total</b>	11	6,93			

**Figura 10**

*Interacción de factores en variable fibra*



Según los resultados obtenidos en el análisis realizado a la variable fibra se determinó que existe diferencia significativa en el Factor A: Mezcla de Harinas, Factor B: Polvo de Vegetales y en la Interacción A\*B: Mezcla de Harinas \* Polvo de Vegetales; mientras que en la repetición existe normalidad.

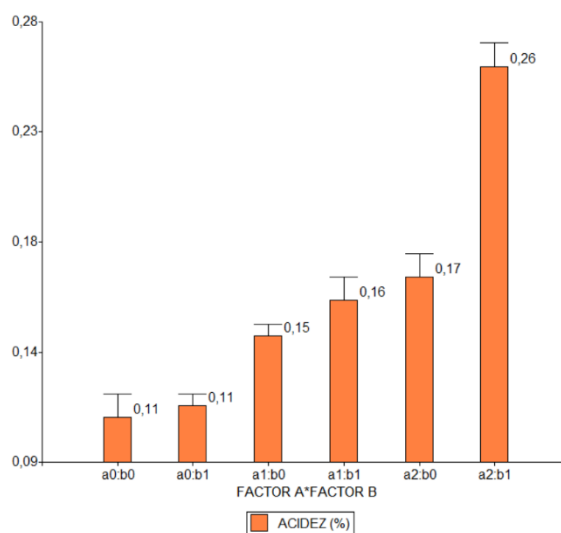
**Tabla 24**

*Análisis de varianza de la acidez*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Valor – p</b>
<b>A: Mezcla de Harinas</b>	2	0,02	0,01	145,57	<0,0001
<b>B: Polvo de vegetales</b>	1	4,0E-03	4,0E-03	55,00	0,0007
<b>Repetición</b>	1	5,3E-04	5,3E-04	7,27	0,0429
<b>Interacción A*B</b>	2	4,3E-03	2,2E-03	29,43	0,0017
<b>Error Experimental</b>	5	3,7E-04	7,3E-05		
<b>Total</b>	11	0,03			

**Figura 11**

*Interacción de factores en variable acidez*



Considerando los resultados obtenidos se determinó que existe diferencia significativa en el Factor A: Mezcla de Harinas, en el Factor B: Polvo de vegetales y en la Interacción A\*B: Mezcla de Harinas \* Polvo de Vegetales.

### 3.6. Evaluación de los parámetros físicos de calidad de la pasta

Se detallan los resultados del tiempo óptimo de cocción y porcentaje de hinchamiento de la pasta de acuerdo a cada tratamiento y repetición. En la tabla 25 se observa que existe diferencia significativa en los tratamientos, mientras que en la repetición no existe diferencia.

**Tabla 25**

*Análisis de varianza de tasa de hinchamiento de la pasta*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Valor – p</b>
<b>DBCA</b>	7	861,54	123,08	4,27	0,0195
<b>Repetición</b>	2	67,50	33,75	1,17	0,3495
<b>Tratamiento</b>	5	794,04	158,81	5,50	0,0108
<b>Error</b>	10	288,51	28,85		
<b>Total</b>	17	1150,05			

En la tabla 26 se observa que no existe diferencia significativa los tratamientos ni en la repetición.

**Tabla 26**

*Análisis de varianza de tiempo de cocción de la pasta*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Valor – p</b>
<b>DBCA</b>	7	3,89	0,56	2,17	0,1283
<b>Repetición</b>	2	1,44	0,72	2,83	0,1064
<b>Tratamiento</b>	5	2,44	0,49	1,91	0,1790
<b>Error</b>	10	2,56	0,26		
<b>Total</b>	17	6,44			

Además, en la tabla 27 se observan los parámetros físicos para determinar la calidad de la pasta.

**Tabla 27***Parámetros físicos de calidad de la pasta*

<b>Tratamientos</b>	<b>Tiempo óptimo de cocción (min)</b>	<b>Tasa de hinchamiento (%)</b>
<b>T1</b>	3,00	86,56
<b>T2</b>	3,00	80,83
<b>T3</b>	3,33	80,00
<b>T4</b>	3,33	79,17
<b>T5</b>	3,67	96,06
<b>T6</b>	3,67	93,33

*Nota.* Se realizó el promedio de las 3 repeticiones por tratamiento para establecer el tiempo óptimo y porcentaje de hinchamiento.

La tasa de hinchamiento de la pasta está relacionada con la capacidad de absorción de agua del almidón, durante la cocción los gránulos de almidón absorben agua lo que significa que aumenta el volumen del producto, como se observa en la Tabla 27 a mayor sustitución de harina de yuca por harina de trigo y adición de polvo de remolacha (T1, T3, T5) debido a la composición en almidón de la yuca el tiempo óptimo de cocción disminuye y su tasa de hinchamiento aumenta.

Por otra parte, de acuerdo a los resultados obtenidos, según (Awoyale et al., 2020) en su investigación denominada Evaluación de la idoneidad de diferentes variedades de yuca para la producción de harina de gari y fufu en Liberia, se determinó que el poder de hinchamiento proporciona evidencia de la magnitud de la interacción entre las cadenas de almidón de la yuca con los dominios cristalinos; es decir, cuanto mayor es el poder de hinchamiento menor es la fuerza asociativa de la misma.

Según Vivanco et al., (2018) en su investigación Cocción de pastas alimenticias elaboradas con harina de trigo y almidón de frutipan (*Artocarpus altilis*) determinó que a medida que aumenta el porcentaje de sustitución de harina de trigo por almidón nativo de fruta de pan el tiempo óptimo de cocción disminuye y su grado de hinchamiento incrementa; de esta forma se observan valores de 69.09, 62.93, 84.19 y 82.06 de acuerdo a lo evaluado.

### 3.7. Análisis sensorial de la pasta con adición de extractos vegetales

El análisis sensorial de la pasta con sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca con adición de extractos vegetales, fue elaborada con el fin de determinar el mejor tratamiento evaluando atributos sensoriales como **Color** 1: Rosa Fuerte, 2: Rosa Liger, 3: Rosa Pálido 4: Albaricoque, 5: Naranja Pálido, 6: Naranja Claro; **Olor**: 1: Remolacha, 2: Tomate, 3: Yuca, 4: Rancio, 5: Agradable; **Textura**: 1: Chiclosa, 2: Harinosa, 3: Duro, 4: Blando, 5: Firme; **Pegajosidad**: 1: Nada pegajoso, 2: Poco pegajoso, 3: Pegajoso, 4: Ligeramente Pegajoso, 5: Muy pegajoso; **Sabor**: 1: Ni agradable ni desagradable, 2: Desagradable, 3: Poco Agradable, 4: Agradable, 5: Muy Agradable; **Aceptabilidad**: 1: Ni me gusta ni me disgusta, 2: No me gusta, 3: Me gusta, 4: Me gusta poco, 5: Me gusta mucho.

En la tabla 28 se presenta la prueba de significancia del análisis sensorial.

**Tabla 28**

*Prueba de significancia en el análisis sensorial de la pasta*

Tratamientos	Color	Olor	Textura	Pegajosidad	Sabor	Aceptabilidad
<b>a0b0: 15%Harina de Yuca + 85%Harina de Trigo + Remolacha</b>	2,38 <sup>b</sup>	3,65 <sup>ab</sup>	3,71 <sup>b</sup>	3,21 <sup>ab</sup>	3,67 <sup>a</sup>	3,27 <sup>a</sup>
<b>a0b1: 15%Harina de Yuca + 85%Harina de Trigo + Tomate</b>	4,48 <sup>c</sup>	4,02 <sup>b</sup>	3,31 <sup>b</sup>	3,17 <sup>ab</sup>	3,75 <sup>a</sup>	3,06 <sup>a</sup>
<b>a1b0: 30% Harina de Yuca + 70% Harina de Trigo + Remolacha</b>	1,73 <sup>a</sup>	3,23 <sup>a</sup>	3,56 <sup>b</sup>	2,85 <sup>a</sup>	3,83 <sup>a</sup>	3,21 <sup>a</sup>
<b>a1b1: 30% Harina de Yuca + 70% Harina de Trigo + Tomate</b>	5,13 <sup>d</sup>	3,85 <sup>ab</sup>	3,52 <sup>b</sup>	3,60 <sup>b</sup>	3,92 <sup>a</sup>	3,06 <sup>a</sup>
<b>a2b0: 45%Harina de Yuca + 55% Harina de Trigo + Remolacha</b>	2,13 <sup>ab</sup>	3,31 <sup>a</sup>	3,23 <sup>ab</sup>	3,58 <sup>b</sup>	3,52 <sup>a</sup>	3,06 <sup>a</sup>
<b>a2b1: 45%Harina de Yuca + 55% Harina de Trigo + Tomate</b>	5,33 <sup>d</sup>	3,83 <sup>ab</sup>	2,56 <sup>a</sup>	3,46 <sup>b</sup>	3,56 <sup>a</sup>	2,75 <sup>a</sup>

*Nota.* Resultados estadísticos del análisis sensorial.

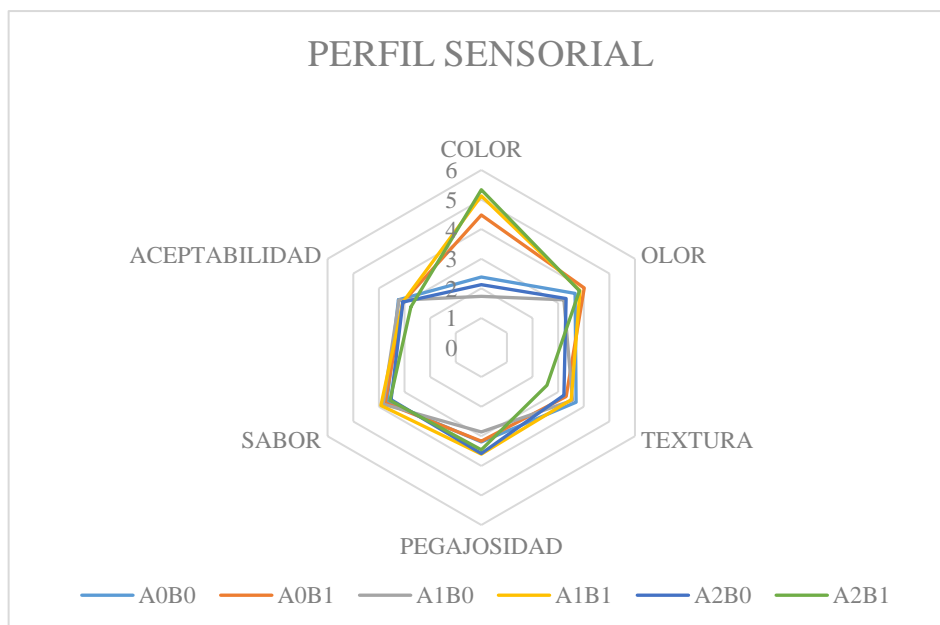
De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que los panelistas indican inicialmente que el color de los fideos va de acuerdo al polvo del vegetal adicionado (remolacha y tomate) en este atributo los tratamientos a0b0, a1b0, a2b0 recibieron una puntuación media de 2,38, 1,73 y 2,13 respectivamente (Rosa Pálido, Rosa Ligerito y Rosa Fuerte). En el olor, se tiene una puntuación media de 3,23 a 4,02 determinando que los fideos tienen olor característico a yuca, la textura de los tratamientos fue dura a excepción del tratamiento a2b1 que fue harinosa, la pegajosidad de los tratamientos fue poco pegajosa para el tratamiento a1b0, mientras que para los demás tratamientos los panelistas señalaron que era pegajosa. De acuerdo a su sabor y aceptabilidad estos fideos fueron agradables y al gusto de sus paladares.

### 3.7.1. Gráfico radial de análisis sensorial

Los resultados obtenidos, fueron mostrados en un gráfico radial para su posterior interpretación.

**Figura 12**

*Gráfico radial de los resultados del análisis sensorial de la pasta*



De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis sensorial que se utilizó para evaluar las características hedónicas y sensoriales de la pasta, además de determinar



el mejor tratamiento se observa que por su adición de polvo de vegetales (remolacha y tomate) el tratamiento A0B0, A1B0, A2B0 tomaron el color característico del polvo de remolacha adicionado, mientras que el tratamiento A0B1 y A1B1 demostraron similitud en la apariencia de su color (Albaricoque) y el tratamiento A2B1 por el porcentaje de adición de harina de yuca su color se torna más pálido.

Para determinar el mejor tratamiento, se consideró los criterios de olor, textura y pegajosidad, debido a que el sabor y la aceptabilidad se encuentran dentro de los rangos adecuados. Por esta razón se determinó que el mejor tratamiento es el A2B0: 45% Harina de Yuca + 55% Harina de Trigo + Remolacha por su olor a yuca, textura blanda y su textura ligeramente pegajosa.

### **3.8. Análisis Microbiológico al mejor tratamiento de la pasta con adición de extractos vegetales**

Se realizó el análisis microbiológico al mejor tratamiento A2B0: 45% de harina de yuca + 55% de harina de trigo + remolacha.

**Tabla 29**

*Análisis Microbiológico realizado al mejor tratamiento*

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Método de Ensayo</b>
<b>Recuento de Mohos y Levaduras</b>	1,6 x 10 <sup>2</sup>	NTE INEN 1529-10
<b>Detección de Salmonella</b>	Ausencia	NTE INEN 1529-15

Los resultados obtenidos se encuentran dentro de lo establecido en la NTE INEN 1375:2000 PASTAS ALIMENTICIAS O FIDEOS. REQUISITOS numeral 6.2 en las que se establecen los parámetros que se debe cumplir las pastas, teniendo en el recuento de Mohos y Levaduras 5.0 x 10<sup>2</sup> y ausencia en Detección de Salmonella.

Similares resultados fueron descritos por Castaño-Carvajal et al., (2019) en su investigación Elaboración de productos tipo tallarín libres de gluten y evaluación de sus propiedades fisicoquímicas en la que se visualiza ausencia en la detección de Salmonella y 2.300UFC/g en el recuento de Mohos y Levaduras.

### 3.9. Costos de elaboración de harina de yuca

Para establecer el costo del mejor tratamiento, se determinan los costos de elaboración de harina de yuca.

**Tabla 30**

*Costos de elaboración de harina de yuca*

Descripción	Rubros	Cantidad	P. Unitario	P. Total
MPD	Yuca	17,4	\$1,00	\$17,40
<b>Total</b>				<b>\$17,40</b>
	Nómina	Nro. Horas	C. Unitario	C. Total
MOD	Operario (2 horas por cada parada)	10	\$1,70	\$17,00
<b>Total</b>				<b>\$17,00</b>
	Rubros	Cantidad	P. Unitario	P. Total
CIF	Deshidratadora	1	\$60,00	\$60,00
	Molino	1	\$25,00	\$25,00
	Balanza	1	\$10,00	\$10,00
	Cuchillo	1	\$3,00	\$3,00
	Bandejas	3	\$2,00	\$6,00
<b>Total</b>				<b>\$104,00</b>
Depreciación	Anual	Mensual	Diario	
	\$20,80	1,73	0,35	
	Rubros	Cantidad	P. Unitario	P. Total
MIF	Empaques	28	\$0,05	\$1,40
<b>Total</b>				<b>\$1,40</b>
Suministros	Rubro	Cantidad	P. Unitario	P. Total
	Kw./h	28	\$0,13	\$3,64
<b>Total</b>				<b>\$3,64</b>

**Tabla 31**

*Estado de costos de la harina de yuca*

ESTADO DE COSTOS	
COSTOS FIJOS	
Suministros	\$3,64
<b>TOTAL</b>	<b>\$3,64</b>
COSTOS VARIABLES	
MPD	\$17,40
MOD	\$17,00
CIF	\$104,00
MIF	\$1,40
<b>TOTAL</b>	<b>\$139,80</b>
Cantidad Producida	28
<b>CUP</b>	<b>\$4,99</b>

*Nota.* Se utilizaron 28 fundas ziploc de 120g c/u.

La producción de 3.360g de harina tiene un costo unitario de producción de \$4,99; es decir cada funda de 120g tiene un costo aproximado de 0,17ctvs.

### 3.10. Costos de elaboración de polvo de remolacha

**Tabla 32**

*Costos de elaboración de polvo de remolacha*

Descripción	Rubros	Cantidad (Lb)	P. Unitario	P. Total
MPD	Remolacha	4	\$0,40	\$1,60
<b>Total</b>				<b>\$1,60</b>
	Nómina	Nro. Horas	C. Unitario	C. Total
MOD	Operario (2 horas por cada parada)	16	\$1,70	\$27,20
<b>Total</b>				<b>\$27,20</b>
	Rubros	Cantidad	P. Unitario	P. Total
CIF	Deshidratadora	1	\$60,00	\$60,00
	Licuada	1	\$35,00	\$35,00
	Balanza	1	\$10,00	\$10,00
	Cuchillo	1	\$3,00	\$3,00
	Bandejas	2	\$2,00	\$4,00
	Cuchara de silicona	1	\$2,00	\$2,00
	Cernidera	1	\$1,00	\$1,00
<b>Total</b>				<b>\$115,00</b>
Depreciación	Anual	Mensual	Diario	
	\$23,00	1,92	0,64	
MIF	Rubros	Cantidad	P. Unitario	P. Total
	Envase plástico	1	\$1,00	\$1,00
<b>Total</b>				<b>\$1,00</b>
Suministros	Rubro	Cantidad	P. Unitario	P. Total
	Kw. /h	3,71	\$0,13	\$0,48
<b>Total</b>				<b>\$0,48</b>

**Tabla 33**

*Estado de costos del polvo de remolacha*

ESTADO DE COSTOS	
<b>COSTOS FIJOS</b>	
Suministros	\$0,48
<b>TOTAL</b>	<b>\$0,48</b>
<b>COSTOS VARIABLES</b>	
MPD	\$1,60
MOD	\$27,20
CIF	\$115,00
MIF	\$1,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$144,80</b>
Cantidad Producida	75
<b>CUP</b>	<b>\$1,93</b>

*Nota.* La cantidad producida fue 75g.

La producción de 75g de polvo de remolacha tiene un costo unitario de producción de \$1,93; es decir el gramo de dicho polvo producido tiene un costo aproximado de 0,026ctvs.

### 3.11. Costos de elaboración de pasta

**Tabla 34**

*Costos de elaboración de pasta*

Descripción	Rubros	Cantidad	P. Unitario	P. Total
MPD	Harina de yuca	283,5	\$0,18	\$0,43
	Harina de trigo	346,5	\$0,002	\$0,80
MPI	Agua	320	-	\$0,32
	Sal	25	-	\$0,01
	Benzoato de sodio	1	-	\$0,02
	Polvo de remolacha	24	\$0,03	\$0,60
<b>Total</b>				<b>\$2,17</b>
MOD	Nómina	Nro. Horas	C. Unitario	C. Total
	Operario	2	\$1,70	\$3,40
<b>Total</b>				<b>\$3,40</b>
	Rubros	Cantidad	P. Unitario	P. Total
CIF	Deshidratadora	1	\$60,00	\$60,00
	Laminadora	1	\$60,00	\$60,00
	Balanza	1	\$10,00	\$10,00
	Cuchillo	1	\$3,00	\$3,00
	Bandejas	3	\$2,00	\$6,00
	Vasos desechables	2	\$0,10	\$0,20
	Cucharas de plástico	2	\$0,05	\$0,10
<b>Total</b>				<b>\$139,30</b>
Depreciación	Anual	Mensual	Diario	
	\$27,86	2,32	0,46	
MIF	Rubros	Cantidad	P. Unitario	P. Total
	Empaques	10	\$0,05	\$0,50
<b>Total</b>				<b>\$0,50</b>
Suministros	Rubro	Cantidad	P. Unitario	P. Total
	Kw. /h	0,168	\$0,13	\$0,02
<b>Total</b>				<b>\$0,02</b>

**Tabla 35**

*Estado de costos de la pasta*

ESTADO DE COSTOS	
COSTOS FIJOS	
Suministros	\$0,02
<b>TOTAL</b>	<b>\$0,02</b>
COSTOS VARIABLES	
MPD	\$2,17
MOD	\$3,40
CIF	\$139,30
MIF	\$0,50
<b>TOTAL</b>	<b>\$145,37</b>
Cantidad Producida	1kg (1000g)
<b>CUP</b>	<b>\$0,15</b>

La producción de 1000g de pasta tiene un costo aproximado de 0,15ctvs por gramo producido. En presentaciones de 65g el precio sugerido es de \$1,00.

*Nota. Se realizó 1kg de pasta de acuerdo al mejor tratamiento.*

### 3.12. Comparación de los tratamientos en función del análisis físico químico

En la tabla 36 se muestra la comparación de los tratamientos de acuerdo a los análisis físico químicos realizados, esto se determina en base a la NTE INEN 1375:2000 PASTAS ALIMENTICIAS O FIDEOS. REQUISITOS, el mejor tratamiento fue el T6: 45% Harina de Yuca + 55% Harina de Trigo + Tomate; porque sus variables se encuentran dentro de los rangos establecidos a excepción de la ceniza que por la adición de polvo de tomate presenta un valor significativamente alto en relación a la norma.

**Tabla 36**

*Comparación del mejor tratamiento en función del análisis físico químico*

TRATAMIENTOS	VARIABLES	RESULTADOS	NTE INEN 1375:2000
A0B0	Humedad	2.43%	
	Proteína	13.88%	
	Ceniza	3.81%	
	Acidez	0.11%	
A0B1	Humedad	0.75%	
	Proteína	15.89%	
	Ceniza	4.28%	
	Acidez	0.12%	
A1B0	Humedad	1.43%	
	Proteína	13.13%	
	Ceniza	4.24%	14.0%
	Acidez	0.15%	10.0%
A1B1	Humedad	0.64%	1.50%
	Proteína	12.06%	0.45%
	Ceniza	4.20%	
	Acidez	0.16%	
A2B0	Humedad	1.52%	
	Proteína	11.26%	
	Ceniza	4.50%	
	Acidez	0.17%	
A2B1	Humedad	0.97%	
	Proteína	9.92%	
	Ceniza	4.76%	
	Acidez	0.26%	



*Nota.* Los valores 14.0%, 10.0%, 1.50% y 0.45% corresponden a las variables humedad, proteína, ceniza y acidez respectivamente.

### 3.13. Descripción y comparación del producto final con fideos presentes en el mercado

De acuerdo a la investigación realizada, la yuca presenta en su composición de 64 a 72% de almidón, en la actualidad no existe en el mercado fideos con sustitución parcial de harina de yuca; por tal razón en la Tabla 37 se muestra la comparación con fideos de arroz ya que según (Chen et al., 1998) el principal componente de los granos de arroz es el almidón (70-80%) el cual se encuentra en el endospermo del grano y con fideos de camote porque según Zhu & Wang, (2014) el almidón al ser un carbohidrato principal de la raíz de camote, representa hasta aproximadamente el 80% de la materia seca; por lo que sigue siendo una de las materias primas más baratas para las industrias de almidón en todo el mundo.

**Tabla 37**



*Comparación de la pasta elaborada con productos del mercado*

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
Fideo de Arroz	Fideos gruesos precocidos, libres de gluten, grasa y colesterol. <b>Presentación:</b> 200g <b>Precio:</b> \$3.30	
Fideo de Camote	Fideos elaborados con camote, libre de gluten, sin colorante artificial ni preservantes. Antes de su cocción se debe remojar de 15 a 20 minutos. <b>Presentación:</b> 400g <b>Precio:</b> \$4.00	

*Nota.* Se realiza la comparación por su similar contenido de almidón entre el arroz, el camote y la yuca.

Los fideos elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca y adición de extractos vegetales pueden ser considerados una alternativa de consumo saludable en comparación a los fideos instantáneos que actualmente se encuentran en el mercado, este producto al tener un bajo contenido de gluten es seguro para consumidores intolerantes al mismo; en la Tabla 38 se muestra la comparación directa de fideos instantáneos en presentaciones de 65g.

**Tabla 38***Comparación con fideos instantáneos del mercado*

<b>PRODUCTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>REFERENCIA</b>
Fideos instantáneos Lonchys	Fideos instantáneos con saborizantes artificiales y vegetales deshidratados, contiene gluten. <b>Tiempo de preparación:</b> 3 min <b>Presentación:</b> 65g <b>Precio:</b> \$0.99	
Fideos instantáneos Rapidito	Fideos instantáneos con saborizantes artificiales y vegetales deshidratados, contiene gluten. <b>Tiempo de preparación:</b> 3 min <b>Presentación:</b> 65g <b>Precio:</b> \$0.85	

*Nota.* Se realiza la comparación con fideos instantáneos del mercado por su similar presentación y tiempo de preparación.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

- Se obtuvo 7,01% de humedad, 1,60% de proteína, 1,45% de grasa, 2,59% de ceniza y 5,77% de fibra; dichos valores se encuentran dentro de los parámetros establecidos de acuerdo a la normativa ya antes mencionada, de esta manera se establece que el producto elaborado es apto para el proceso de elaboración de pasta.
- Se estableció la formulación de seis tratamientos a diferentes porcentajes de adición, además de polvo de vegetales deshidratados (tomate y remolacha) para evaluar la incidencia en sus características fisicoquímicas, las cuales sitúan al T6: 45% Harina de Yuca + 55% Harina de Trigo + Tomate como mejor tratamiento de acuerdo a las variables evaluadas H:0.97%, P: 9.92%, C: 4.76% A: 0.26%, mientras que el análisis sensorial determinó que el T5: 45% Harina de Yuca + 55% Harina de Trigo + Remolacha expresó mejor valoración de acuerdo a los consumidores, por tal razón a dicho tratamiento se le realizó el análisis microbiológico porque además de su aceptación directa presenta calidad en algunos parámetros establecidos. De esta manera se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.
- Considerando los requisitos microbiológicos realizados al mejor tratamiento se determinó que existe ausencia en Salmonella y  $1,6 \times 10^2$  en el recuento de Mohos y Levaduras, de acuerdo a la normativa para pastas alimenticias cumple con los parámetros establecidos denotando uso adecuado de buenas prácticas de manipulación e higiene en la elaboración.
- Tomando como base, la determinación del mejor tratamiento de acuerdo al análisis sensorial y fisicoquímico (A2B0) se estableció el costo de producción, obteniendo que el precio unitario de producción del gramo de pasta es de 0,15 ctvs, y en presentaciones de 65g el precio de venta al público (PVP) es de \$1.00.



## Recomendaciones

- Investigar acerca de la composición nutricional de diversas variedades de yuca cultivadas en las regiones de nuestro país, pues debido a las condiciones ambientales su proceso de deshidratado y mezclado con otras harinas puede interferir en el producto final a realizar.
- Ejecutar una investigación acerca de los compuestos cianogénicos de la yuca para la elaboración de pasta, además de efectuar análisis complementarios al estudio realizado.
- Manejar adecuadamente la yuca desde su proceso de deshidratación para realizar pruebas preliminares en la formulación de mezclas con otro tipo de harinas hasta su uso en la elaboración de masas, además de realizar estudios de los componentes del polvo de tomate ya que su adición hace que su amasado sea más forzado que con el polvo de remolacha.
- Realizar un estudio acerca de la adición de aditivos alimentarios para la preservación del color del tomate durante el proceso de deshidratación.
- Evaluar si existe la posibilidad de sustituir totalmente la harina de trigo por harina de yuca con adición de un componente vegetal o químico que permita la compactación de su masa además de adicionar una característica nutricional al producto final.
- Llevar el control de la cantidad y costos de los insumos utilizados durante el proceso, esto ayudará a establecer precios justos y accesibles para el consumidor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abass, A. B., Awoyale, W., Alenkhe, B., Malu, N., Asiru, B. W., Manyong, V., & Sanginga, N. (2018). Can food technology innovation change the status of a food security crop? A review of cassava transformation into “bread” in Africa. In *Food Reviews International* (Vol. 34, Issue 1). <https://doi.org/10.1080/87559129.2016.1239207>
- Abidin, A. Z., Devi, C., & Adeline. (2013). Development of wet noodles based on cassava flour. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 45 B(1), 97–111. <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2013.45.1.7>
- Afaray C. A. (2014). Elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*). In *Tesis de pregrado*.
- Ajibola, G. O., & Olapade, A. A. (2021). Chemical Composition, Anti-Nutritional Factors and Pasting Properties of Cassava-African Yam Bean Flour Blends for Noodle Preparation. *International Journal of Food Studies*, 10, S11–S113. <https://doi.org/10.7455/ijfs/10.SI.2021.a1>
- Akubor, P. I., & Ukwuru, M. U. (2003). Functional properties and biscuit making potential of soybean and cassava flour blends. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58(3). <https://doi.org/10.1023/b:qual.0000040344.93438.df>
- ALBA-JIMÉNEZ, J. E., CHÁVEZ-SERVIA, J. L., VERDALET-GUZMÁN, I., JESÚS MARTÍNEZ, A., & AQUINO-BOLAÑOS, E. N. (2014). Betalaínas, polifenoles y actividad antioxidante en tuna roja mínimamente procesada, almacenada en atmósferas controladas. *Gayana. Botánica*, 71(2), 222–226. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432014000200005>
- Awoyale, W., Asiedu, R., Kawalawu, W. K. C., Abass, A., Maziya-Dixon, B., Kromah, A., Edet, M., & Mulbah, S. (2020). Assessment of the Suitability of Different Cassava Varieties for Gari and Fufu Flour Production in Liberia. *Asian Food Science Journal*. <https://doi.org/10.9734/afsj/2020/v14i230128>

- Ayankunbi, M. A., Keshinro, O. O., & Egele, P. (1991). Effect of methods of preparation on the nutrient composition of some cassava products-Garri (eba), “Lafun” and “Fufu.” *Food Chemistry*, *41*(3). [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(91\)90059-W](https://doi.org/10.1016/0308-8146(91)90059-W)
- Bénitez, B., Archile, A., Rangel, L., Ferrer, K., Barboza, Y., & Márquez, E. (2008). Composición proximal, evaluación microbiológica y sensorial de una galleta formulada a base de harina de yuca y plasma de bovino. *Interciencia*, *33*(1).
- Castaño, M. F., Correa, D., & Agudelo, L. M. (2019). Elaboración de productos tipo tallarín libres de gluten y evaluación de sus propiedades físicoquímicas. Elaboration of gluten free noodle products and evaluation of its physicochemical properties. *U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, *vol.22*(N° 1194), 2–7. <https://doi.org/10.31910/rudca.v22>.
- Castaño-Carvajal, M. F., Correa-Giraldo, D., & Agudelo-Laverde, L. M. (2019). Elaboración de productos tipo tallarín libres de gluten y evaluación de sus propiedades físicoquímicas. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, *22*(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n1.2019.1194>
- Chen, H., Siebenmorgen, T. J., & Griffin, K. (1998). Quality Characteristics of Long-Grain Rice Milled in Two Commercial Systems. *Cereal Chemistry*, *75*(4), 560–565. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.1998.75.4.560>
- Choon-Koo Zhoh, Hye-Jin Kwon, & Sun-Rye Ahn. (2010). Antioxidative and Antimicrobial Effects to Skin Flora of Extracts from Peel of *Allium cepa* L. *Asian Journal of Beauty & Cosmetology*, 49–58.
- Coral, V., & Gallegos, R. (2015). DETERMINACIÓN PROXIMAL DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES NUTRICIONALES DE HARINA DE MAÍZ, HARINA DE TRIGO INTEGRAL, AVENA, YUCA, ZANAHORIA AMARILLA, ZANAHORIA BLANCA Y CHOCHO. *InfoAnalítica*, *3*(1).
- Cota, A. (2004). *Utilización del método de comprensión uniaxial con Lubricación para evaluar la viscosidad en pasta cocida*. UNIVERSIDAD DE SONORA.

- Cubadda, R. (1988). Evaluation of durum wheat, semolina and pasta in Europe. *Chemistry and Technology*, 217–228.
- Davoodi, M. G., Vijayanand, P., Kulkarni, S. G., & Ramana, K. V. R. (2007). Effect of different pre-treatments and dehydration methods on quality characteristics and storage stability of tomato powder. *LWT*, 40(10). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.12.004>
- Engelen, A., Rahman, R. A., & Mutsyahidan, A. M. A. (2020). MAKING DRY NOODLES MADE FROM CASSAVA FLOUR (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ) AND CASSAVA STARCH. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 8(2). <https://doi.org/10.30869/jtech.v8i2.616>
- Esquivel, P., & Araya Quesada, Y. (2012). Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3(1).
- GARCIA MOGOLLON, C., SALCEDO MENDOZA, J., & BERMUDEZ, A. A. (2018). Condiciones óptimas de la etapa de lixiviación en la extracción de almidón de yuca. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16(1). [https://doi.org/10.18684/bsaa\(16\)62-67](https://doi.org/10.18684/bsaa(16)62-67)
- Garzón, G. A. (2010). Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: Revisión. In *Acta Biologica Colombiana* (Vol. 13, Issue 3).
- Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W. S., Courtin, C. M., Gebruers, K., & Delcour, J. A. (2005). Wheat flour constituents: How they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in Food Science and Technology*, 16(1–3). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2004.02.011>
- Goula, A. M., & Adamopoulos, K. G. (2005). Spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. The effect on powder properties. *Journal of Food Engineering*, 66(1). <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.02.031>
- Gregorio Varela Moreiras, Paula Rodríguez Alonso, Emma Ruiz Moreno, José Manuel Ávila Torres, & Teresa Valero Gaspar. (2018). REMOLACHA. In *LA ALIMENTACIÓN ESPAÑOLA* (2ª Edición).

- Gregorio Varela Moreiras, Teresa Valero Gaspar, Paula Rodríguez Alonso, Emma Ruiz Moreno, & José Manuel Ávila Torres. (2018). TOMATE. In *LA ALIMENTACIÓN ESPAÑOLA* (2<sup>a</sup> Edición, pp. 229–239).
- Halstrøm, F., & Møller, K. O. (1945). The Content of Cyanide in Human Organs from Cases of Poisoning with Cyanide taken by Mouth. With a Contribution to the Toxicology of Cyanides. *Acta Pharmacologica et Toxicologica*, *1*(1). <https://doi.org/10.1111/j.1600-0773.1945.tb02560.x>
- Harijono, H., Hindun Pulungan, M., Muchlisiyah, J., Triyas Tanti, E., & Estiasih, T. (2017). Chemical Characteristics of Biscuit Substituted by Modified Cassava Product (Mocap) Flour from High Cyanide Variety of Cassava. *Research Journal of Life Science*, *4*(2). <https://doi.org/10.21776/ub.rjls.2017.004.02.2>
- Heuberger, C. (2009). Cyanide Content of Cassava and Fermented Products with Focus on Attiéké and Attiéké Garba. *BRISK Binary Robust Invariant Scalable Keypoints*.
- Hooper, S. D., Glahn, R. P., & Cichy, K. A. (2019). Single Varietal Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Pastas: Nutritional Profile and Consumer Acceptability. *Plant Foods for Human Nutrition*, *74*(3). <https://doi.org/10.1007/s11130-019-00732-y>
- Isack, M. E., & Lyimo, M. (2015). Effect of Postharvest Handling Practices on Physicochemical Composition of Tomato. *International Journal of Vegetable Science*, *21*(2). <https://doi.org/10.1080/19315260.2013.837134>
- Jensen, M. B., López-de-Dicastillo Bergamo, C. A., Payet, R. M., Liu, X., & Konczak, I. (2011). Influence of copigment derived from tasmannia pepper leaf on davidson's plum anthocyanins. *Journal of Food Science*, *76*(3). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02077.x>
- Jensen, S., Skibsted, L. H., Kidmose, U., & Thybo, A. K. (2015). Addition of cassava flours in bread-making: Sensory and textural evaluation. *LWT*, *60*(1). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.08.037>

- Jiménez-Vera, V., Aguilar Martínez, D., & Martínez-Manrique, E. (2018). Elaboración de una pasta de sémola tipo Fettuccine enriquecida con chía blanca (*Salvia hispanica* L.) con alto valor nutrimental. *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3.
- Kanner, J., Harel, S., & Granit, R. (2001). Betalains - A new class of dietary cationized antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11). <https://doi.org/10.1021/jf010456f>
- Kim, H. J., Choi, H. K., Moon, J. Y., Kim, Y. S., Mosaddik, A., & Cho, S. K. (2011). Comparative Antioxidant and Antiproliferative Activities of Red and White Pitayas and Their Correlation with Flavonoid and Polyphenol Content. *Journal of Food Science*, 76(1). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01908.x>
- Kotopka, B. J., & Smolke, C. D. (2019). Production of the cyanogenic glycoside dhurrin in yeast. *Metabolic Engineering Communications*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.mec.2019.e00092>
- Laura, Lady, & Rio, D. (2021). Valorización de residuos industriales en la producción de almidón de yuca Valorization of industrial waste in the production of cassava starch. *Prospectiva*, 2(July).
- Manfugás, J. E. (2007). Métodos de evaluación sensorial. In *Evaluación sensorial de alimentos*:
- Martinez, C. (2010). Utilización De Pastas Como Alimentos Funcionales. *Universidad Nacional De La Plata*, 1.
- Matsuo, R. R. (1994). Durum wheat: its unique pasta-making properties. In *Wheat* (pp. 169–178). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2672-8\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2672-8_12)
- Mawoyo, B., Adebola, P., Gerrano, A. S., & Amonsou, E. O. (2017). Effect of genotypes and growth locations on composition and functional properties of amadumbe flours. *Journal of Food Science and Technology*, 54(11). <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2816-0>

- Moreno, D. C., Sierra, H. M., & Díaz Moreno, C. (2014). Evaluación de parámetros de calidad físico- química, microbiológica y sensorial en tomate deshidratado comercial (*Lycopersicum esculentum*). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 17(1).  
<https://doi.org/10.31910/rudca.v17.n1.2014.948>
- Morgan, N. K., & Choct, M. (2016). Cassava: Nutrient composition and nutritive value in poultry diets. In *Animal Nutrition* (Vol. 2, Issue 4).  
<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.08.010>
- Padmaja, G. (1995). Cyanide Detoxification in Cassava for Food and Feed Uses. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35(4).  
<https://doi.org/10.1080/10408399509527703>
- Pijal De la Cruz, B. T., & Pineda Pineda, G. J. (2022). *Obtención de harina de yuca (Manihot esculenta) y plátano verde (Musa paradisiaca) a partir de materia prima proveniente del Cantón Arajuno*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI.
- Ramos Álvarez, J. J., Montoya Miñano, J. J., Miguel Tobal, F., Jodrá Jiménez, P., & Domínguez, R. (2020). Efectos de la suplementación con zumo de remolacha sobre la respuesta neuromuscular: revisión sistemática (Effect of beet juice supplementation (BJ) on neuromuscular response: a systematic review). *Retos*, 39. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.79650>
- Raquel, E. T. (2014). ELABORACIÓN DE FIDEOS ENRIQUECIDA CON HARINA DE FRIJOL DE PALO (*Cajanus cajan* Linneo) PIGMENTADO CON HARINA DE ZAPALLO (*Cucúrbita máxima*). In *Universidad Nacional Agraria de la selva*.
- Rodriguez-Amaya, D. B. (2015). Carotenes and xanthophylls as antioxidants. In *Handbook of Antioxidants for Food Preservation* (pp. 17–50). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-089-7.00002-6>
- Sanchez, T. (2004). *Evaluación de 6000 variedades de yuca*. Programa Mejoramiento de Yuca-CIAT.

- Sánchez, T., Salcedo, E., Ceballos, H., Dufour, D., Mafla, G., Morante, N., Calle, F., Pérez, J. C., Debouck, D., Jaramillo, G., & Moreno, I. X. (2009). Screening of starch quality traits in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Starch/Staerke*, *61*(1). <https://doi.org/10.1002/star.200800058>
- Schoenlechner, R., Drausinger, J., Ottenschlaeger, V., Jurackova, K., & Berghofer, E. (2010). Functional Properties of Gluten-Free Pasta Produced from Amaranth, Quinoa and Buckwheat. *Plant Foods for Human Nutrition*, *65*(4). <https://doi.org/10.1007/s11130-010-0194-0>
- Shewry, P. R., Napier, J. A., & Tatham, A. S. (1995). Seed storage proteins: structures and biosynthesis. *The Plant Cell*, *7*(7), 945–956. <https://doi.org/10.1105/tpc.7.7.945>
- Tapiero, H., Townsend, D. M., & Tew, K. D. (2004). The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, *58*(2). <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2003.12.006>
- Techeira, N., Sívoli, L., Perdomo, B., Ramírez, A., & Sosa, F. (2014). Caracterización físicoquímica , funcional y nutricional de harinas crudas obtenidas a partir de diferentes variedades de yuca (*Manihot esculenta* crantz), batata (*Ipomoea batatas* lam) y ñame (*Dioscorea alata*), cultivadas en Venezuela. *Interciencia*, *39*(3).
- Valenzuela V., C., & Pérez M., P. (2016). Actualización en el uso de antioxidantes naturales derivados de frutas y verduras para prolongar la vida útil de la carne y productos cárneos. In *Revista Chilena de Nutricion* (Vol. 43, Issue 2). <https://doi.org/10.4067/S0717-75182016000200012>
- Vargas Corredor, Y. A., & Pérez Pérez, L. I. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3108>
- Veraverbeke, W. S., & Delcour, J. A. (2002). Wheat protein composition and properties of wheat glutenin in relation to breadmaking functionality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *42*(3). <https://doi.org/10.1080/10408690290825510>



- Vivanco, E., Martínez, E., Farías, M., Martínez, D., Zaragocín, R., Mackliff, C., & Sánchez, J. (2018). COCCIÓN DE PASTAS ALIMENTICIAS ELABORADAS CON HARINA DE TRIGO Y ALMIDÓN DE FRUTIPAN (*Artocarpus altilis*). *Revista de Investigación Talentos*, 5(2), 12–16. <https://doi.org/10.33789/talentos.5.79>
- Wrigley, C. W. (1996). Giant proteins with flour power. In *Nature* (Vol. 381, Issue 6585). <https://doi.org/10.1038/381738a0>
- Zhu, F., & Wang, S. (2014). Physicochemical properties, molecular structure, and uses of sweetpotato starch. *Trends in Food Science & Technology*, 36(2), 68–78. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.01.008>

## ANEXOS

### Anexo 1. Elaboración de Harina de Yuca.



### Anexo 2. Elaboración de Polvo de Remolacha.



### Anexo 3. Elaboración de Polvo de Tomate.



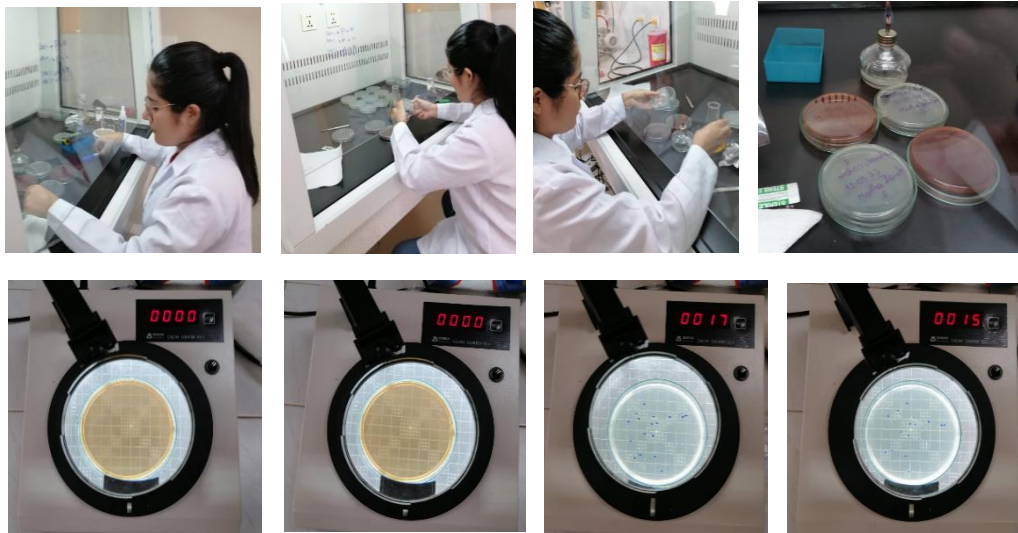
### Anexo 4. Elaboración de pasta con adición de polvo de tomate.



**Anexo 5.** Elaboración de pasta con adición de polvo de remolacha.



**Anexo 6.** Análisis microbiológico al mejor tratamiento.



**Anexo 7.** Evaluación Sensorial por parte de estudiantes semientrenados



## Anexo 8. Medidas resumen de los análisis físico químicos

### Medidas resumen

Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
HUMEDAD (%)	12	1,29	0,78	0,52	2,50
PROTEINA (%)	12	12,69	2,00	9,91	15,89
GRASA (%)	12	1,77	0,24	1,48	2,03
CENIZA (%)	12	4,30	0,30	3,80	4,76
FIBRA (%)	12	5,67	0,79	4,86	6,99
ACIDEZ (%)	12	0,16	0,05	0,10	0,27

## Anexo 9. Análisis de la varianza de las características físico químicas de la pasta

Nueva tabla : 29/7/2023 - 18:59:13 - [Versión : 30/4/2020]

### Análisis de la varianza

#### HUMEDAD (%)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HUMEDAD (%)	12	0,73	0,41	46,87

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,95	6	0,83	2,26	0,1945
FACTOR A	0,63	2	0,32	0,87	0,4750
FACTOR B	3,03	1	3,03	8,30	0,0346
REPETICION	0,58	1	0,58	1,58	0,2645
FACTOR A*FACTOR B	0,71	2	0,36	0,97	0,4394
Error	1,83	5	0,37		
Total	6,78	11			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,39032

Error: 0,3651 gl: 5

FACTOR A	Medias	n	E.E.
2	1,03	4	0,30 A
3	1,25	4	0,30 A
1	1,59	4	0,30 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,89680

Error: 0,3651 gl: 5

FACTOR B	Medias	n	E.E.
2	0,79	6	0,25 A
1	1,79	6	0,25 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,89680

Error: 0,3651 gl: 5

REPETICION	Medias	n	E.E.
2	1,07	6	0,25 A
1	1,51	6	0,25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,57771

Error: 0,3651 gl: 5

FACTOR A	FACTOR B	Medias	n	E.E.
2	2	0,64	2	0,43 A
1	2	0,75	2	0,43 A
3	2	0,97	2	0,43 A
2	1	1,43	2	0,43 A
3	1	1,52	2	0,43 A
1	1	2,43	2	0,43 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**PROTEINA (%)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PROTEINA (%)	12	1,00	1,00	0,10

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	43,86	6	7,31	47670,22	<0,0001
FACTOR A	36,91	2	18,45	120346,36	<0,0001
FACTOR B	0,05	1	0,05	347,83	<0,0001
REPETICION	5,3E-04	1	5,3E-04	3,48	0,1212
FACTOR A*FACTOR B	6,90	2	3,45	22488,64	<0,0001
Error	7,7E-04	5	1,5E-04		
Total	43,86	11			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02849**

Error: 0,0002 gl: 5

FACTOR A	Medias	n	E.E.	
3	10,59	4	0,01	A
2	12,59	4	0,01	B
1	14,88	4	0,01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,05)

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01838**

Error: 0,0002 gl: 5

FACTOR B	Medias	n	E.E.	
2	12,62	6	0,01	A
1	12,76	6	0,01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,05)

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01838**

Error: 0,0002 gl: 5

REPETICION	Medias	n	E.E.	
1	12,68	6	0,01	A
2	12,70	6	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,05)

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05282**

Error: 0,0002 gl: 5

FACTOR A	FACTOR B	Medias	n	E.E.	
3	2	9,92	2	0,01	A
3	1	11,26	2	0,01	B
2	2	12,06	2	0,01	C
2	1	13,13	2	0,01	D
1	1	13,88	2	0,01	E
1	2	15,89	2	0,01	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,05)

**GRASA (%)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GRASA (%)	12	1,00	1,00	0,48

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,64	6	0,11	1460,00	<0,0001
FACTOR A	0,03	2	0,01	180,80	<0,0001
FACTOR B	0,61	1	0,61	8284,09	<0,0001
REPETICION	5,3E-04	1	5,3E-04	7,27	0,0429
FACTOR A*FACTOR B	0,01	2	3,9E-03	53,52	0,0004
Error	3,7E-04	5	7,3E-05		
Total	0,64	11			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01970**

Error: 0,0001 gl: 5

FACTOR A	Medias	n	E.E.	
1	1,71	4	4,3E-03	A
2	1,77	4	4,3E-03	B
3	1,83	4	4,3E-03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01271**

Error: 0,0001 gl: 5

FACTOR B	Medias	n	E.E.	
1	1,54	6	3,5E-03	A
2	1,99	6	3,5E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01271**

Error: 0,0001 gl: 5

REPETICION	Medias	n	E.E.	
1	1,76	6	3,5E-03	A
2	1,78	6	3,5E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03653**

Error: 0,0001 gl: 5

FACTOR A	FACTOR B	Medias	n	E.E.	
1	1	1,49	2	0,01	A
2	1	1,51	2	0,01	A
3	1	1,64	2	0,01	B
1	2	1,94	2	0,01	C
3	2	2,02	2	0,01	D
2	2	2,02	2	0,01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,05)

**CENIZA (%)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CENIZA (%)	12	1,00	1,00	0,19

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,01	6	0,17	2470,12	<0,0001
FACTOR A	0,72	2	0,36	5303,54	<0,0001
FACTOR B	0,16	1	0,16	2288,90	<0,0001
REPETICION	4,1E-04	1	4,1E-04	5,98	0,0583
FACTOR A*FACTOR B	0,13	2	0,07	959,39	<0,0001
Error	3,4E-04	5	6,8E-05		
Total	1,01	11			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01902**

Error: 0,0001 gl: 5

FACTOR A	Medias	n	E.E.	
1	4,04	4	4,1E-03	A
2	4,22	4	4,1E-03	B
3	4,63	4	4,1E-03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01227**

Error: 0,0001 gl: 5

FACTOR B	Medias	n	E.E.	
1	4,18	6	3,4E-03	A
2	4,41	6	3,4E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01227**

Error: 0,0001 gl: 5

REPETICION	Medias	n	E.E.	
1	4,29	6	3,4E-03	A
2	4,30	6	3,4E-03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03526**

Error: 0,0001 gl: 5

FACTOR A	FACTOR B	Medias	n	E.E.	
1	1	3,81	2	0,01	A
2	2	4,20	2	0,01	B
2	1	4,24	2	0,01	C
1	2	4,28	2	0,01	C
3	1	4,50	2	0,01	D
3	2	4,76	2	0,01	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,05)

**FIBRA (%)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FIBRA (%)	12	1,00	1,00	0,23

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,93	6	1,16	6664,42	<0,0001
FACTOR A	6,44	2	3,22	18563,13	<0,0001
FACTOR B	0,36	1	0,36	2080,00	<0,0001
REPETICION	3,3E-05	1	3,3E-05	0,19	0,6793
FACTOR A*FACTOR B	0,14	2	0,07	390,05	<0,0001
Error	8,7E-04	5	1,7E-04		
Total	6,93	11			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03029**

Error: 0,0002 gl: 5

FACTOR A	Medias	n	E.E.	
3	4,93	4	0,01	A
2	5,43	4	0,01	B
1	6,67	4	0,01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01954**

Error: 0,0002 gl: 5

FACTOR B	Medias	n	E.E.	
1	5,50	6	0,01	A
2	5,85	6	0,01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01954**

Error: 0,0002 gl: 5

REPETICION	Medias	n	E.E.	
1	5,67	6	0,01	A
2	5,68	6	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05616**

Error: 0,0002 gl: 5

FACTOR A	FACTOR B	Medias	n	E.E.	
3	1	4,87	2	0,01	A
3	2	4,98	2	0,01	B
2	1	5,28	2	0,01	C
2	2	5,58	2	0,01	D
1	1	6,36	2	0,01	E
1	2	6,98	2	0,01	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)



**ACIDEZ (%)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ACIDEZ (%)	12	0,99	0,97	5,35

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	6	0,01	68,71	0,0001
FACTOR A	0,02	2	0,01	145,57	<0,0001
FACTOR B	4,0E-03	1	4,0E-03	55,00	0,0007
REPETICION	5,3E-04	1	5,3E-04	7,27	0,0429
FACTOR A*FACTOR B	4,3E-03	2	2,2E-03	29,43	0,0017
Error	3,7E-04	5	7,3E-05		
Total	0,03	11			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01970**

Error: 0,0001 gl: 5

FACTOR A	Medias	n	E.E.	
1	0,11	4	4,3E-03	A
2	0,15	4	4,3E-03	B
3	0,22	4	4,3E-03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01271**

Error: 0,0001 gl: 5

FACTOR B	Medias	n	E.E.	
1	0,14	6	3,5E-03	A
2	0,18	6	3,5E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01271**

Error: 0,0001 gl: 5

REPETICION	Medias	n	E.E.	
1	0,15	6	3,5E-03	A
2	0,17	6	3,5E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03653**

Error: 0,0001 gl: 5

FACTOR A	FACTOR B	Medias	n	E.E.	
1	1	0,11	2	0,01	A
1	2	0,12	2	0,01	A
2	1	0,15	2	0,01	A B
2	2	0,16	2	0,01	B
3	1	0,17	2	0,01	B
3	2	0,26	2	0,01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,05)

## Anexo 10. Análisis de varianza de tiempo de cocción e hinchamiento de la pasta

Nueva tabla : 14/11/2023 - 23:53:44 - [Versión : 30/4/2020]

### Análisis de la varianza

#### Tasa de hinchamiento

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Tasa de hinchamiento	18	0,75	0,57	6,25

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	861,54	7	123,08	4,27	0,0195
Repeticion	67,50	2	33,75	1,17	0,3495
Tratamiento	794,04	5	158,81	5,50	0,0108
Error	288,51	10	28,85		
Total	1150,05	17			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,50115

Error: 28,8513 gl: 10

Repeticion	Medias	n	E.E.
3	83,75	6	2,19 A
2	85,75	6	2,19 A
1	88,48	6	2,19 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=15,23287

Error: 28,8513 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
4	79,17	3	3,10 A
3	80,00	3	3,10 A
2	80,83	3	3,10 A B
1	86,56	3	3,10 A B
6	93,33	3	3,10 A B
5	96,06	3	3,10 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

#### Tiempo optimo de coccion

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Tiempo optimo de coccion	18	0,60	0,33	14,68

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,89	7	0,56	2,17	0,1283
Repeticion	1,44	2	0,72	2,83	0,1064
Tratamiento	2,44	5	0,49	1,91	0,1790
Error	2,56	10	0,26		
Total	6,44	17			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,80009

Error: 0,2556 gl: 10

Repeticion	Medias	n	E.E.
1	3,17	6	0,21 A
2	3,33	6	0,21 A
3	3,83	6	0,21 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,43365

Error: 0,2556 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
3	3,00	3	0,29 A
2	3,00	3	0,29 A
1	3,33	3	0,29 A
5	3,67	3	0,29 A
4	3,67	3	0,29 A
6	4,00	3	0,29 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Anexo 11. Resultados de análisis físico químico de harina de yuca.**



**RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. MARTHA ZÁRATE SANTANA	Número Muestra:	8009
		Fecha Ingreso:	20/6/2023
		Impreso:	4/7/2023
Tipo muestra:	HARINA DE YUCA	Fecha entrega:	6/7/2023

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	7,01	1,60	1,45	2,59	5,77	81,59
Seca		1,72	1,56	2,78	6,20	87,74

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca

**Dra. Luz María Martínez**  
**LABORATORISTA**  
**AGROLAB**



**Dirección:**  
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

**Anexo 12. Resultados de análisis físico químico de la pasta.**



**RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. MARTHA GUADALUPE ZÁRATE	Número Muestra:	8166
		Fecha Ingreso:	30/6/2023
		Impreso:	18/7/2023
Tipo muestra:	FIDEOS DESHIDRATADOS	Fecha entrega:	20/7/2023
Identificación:	T1 A0B0 / 15% harina de yuca, 85% harina de trigo + polvo de remolacha deshidratada		

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	2,44	13,87	1,48	3,80	6,36	72,04
Seca		14,22	1,52	3,90	6,52	73,84

ACIDEZ
% Ácido Láctico
0,10

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca

**Dra. Luz María Martínez**  
**LABORATORISTA**  
**AGROLAB**



Dirección:  
Calle Río Chamera N° 602 y Zamora. (A dos cuadras  
de la Clínica Araujo margen izquierdo)

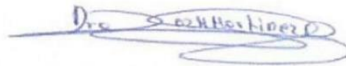
**RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. MARTHA GUADALUPE ZÁRATE	Número	8167
		Muestra:	8167
		Fecha	30/6/2023
Tipo muestra: FIDEOS DESHIDRATADOS		Impreso:	18/7/2023
Identificación: T2 A0B1 / 15% harina de yuca, 85% harina de trigo + polvo de tomate deshidratado		Fecha entrega:	20/7/2023

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	0,74	15,88	1,93	4,28	6,97	70,21
Seca		16,00	1,94	4,31	7,02	70,73

ACIDEZ
% Ácido Láctico
0,12

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca



**Dra. Luz María Martínez**  
**LABORATORISTA**  
**AGROLAB**



Dirección:  
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras  
de la Clínica Araujo margen izquierdo)

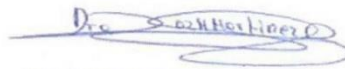
**RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. MARTHA GUADALUPE ZÁRATE	Número	8168
		Muestra:	8168
		Fecha	
		Ingreso:	30/6/2023
Tipo muestra:	FIDEOS DESHIDRATADOS	Impreso:	18/7/2023
Identificación:	T3 A1B0 / 30% harina de yuca, 70% harina de trigo + polvo de remolacha deshidratada	Fecha entrega:	20/7/2023

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	1,90	13,11	1,50	4,23	5,28	73,99
Seca		13,36	1,53	4,31	5,38	75,42

ACIDEZ
% Ácido Láctico
0,14

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca



**Dra. Luz María Martínez**  
**LABORATORISTA**  
**AGROLAB**



Dirección:  
Calle Río Chambira N° 602 y Zansora. (A dos cuadras de la Clínica Aranjó margen izquierdo)

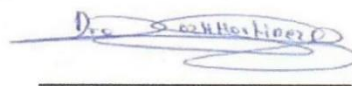
**RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. MARTHA GUADALUPE ZÁRATE	Número Muestra:	8169
		Fecha Ingreso:	30/6/2023
Tipo muestra:	FIDEOS DESHIDRATADOS	Impreso:	18/7/2023
Identificación:	T4 A1B1 / 30% harina de yuca, 70% harina de trigo + polvo de tomate deshidratado	Fecha entrega:	20/7/2023

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	0,52	12,05	2,01	4,19	5,59	75,64
Seca		12,11	2,02	4,21	5,62	76,04

ACIDEZ
% Ácido Láctico
0,15

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca



**Dra. Luz María Martínez**  
LABORATORISTA  
AGROLAB



Dirección:  
Calle Río Chimbira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

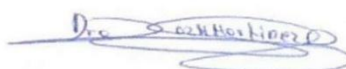
**RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. MARTHA GUADALUPE ZÁRATE	Número Muestra:	8170
		Fecha Ingreso:	30/6/2023
Tipo muestra:	FIDEOS DESHIDRATADOS	Impreso:	18/7/2023
Identificación:	T5 A2B0 / 45% harina de yuca, 55% harina de trigo + polvo de remolacha deshidratada	Fecha entrega:	20/7/2023

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	2,50	11,27	1,64	4,49	4,86	75,25
Seca		11,56	1,68	4,60	4,98	77,18

ACIDEZ
% Ácido Láctico
0,16

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca



**Dra. Luz María Martínez**  
LABORATORISTA  
AGROLAB



Dirección:  
Calle Río Chanchira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)



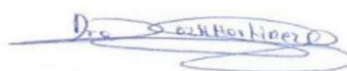
**RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. MARTHA GUADALUPE ZÁRATE	Número Muestra:	8171
		Fecha Ingreso:	30/6/2023
Tipo muestra:	FIDEOS DESHIDRATADOS	Impreso:	18/7/2023
Identificación:	T6 A2B1 / 45% harina de yuca, 55% harina de trigo + polvo de tomate deshidratado	Fecha entrega:	20/7/2023

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	0,95	9,91	2,01	4,75	4,97	77,41
Seca		10,00	2,03	4,80	5,02	78,15

ACIDEZ
% Ácido Láctico
0,25

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca



**Dra. Luz María Martínez**  
**LABORATORISTA**  
**AGROLAB**



Dirección:  
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

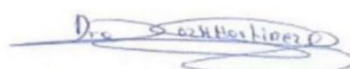
**RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. MARTHA GUADALUPE ZÁRATE	Número Muestra:	8172
		Fecha Ingreso:	30/6/2023
Tipo muestra:	FIDEOS DESHIDRATADOS	Impreso:	18/7/2023
Identificación:	T1R2 A0B0 / 15% harina de yuca, 85% harina de trigo + polvo de remolacha deshidratada	Fecha entrega:	20/7/2023

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	2,42	13,89	1,49	3,81	6,35	72,07
Seca		14,21	1,54	3,92	6,50	73,85

ACIDEZ
% Ácido Láctico
0,12

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca



**Dra. Luz María Martínez**  
**LABORATORISTA**  
**AGROLAB**



**Dirección:**  
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

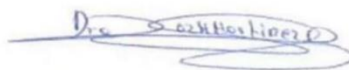
**RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. MARTHA GUADALUPE ZÁRATE	Número Muestra:	8173
		Fecha Ingreso:	30/6/2023
Tipo muestra:	FIDEOS DESHIDRATADOS	Impreso:	18/7/2023
Identificación:	T2R2 A0B1 / 15% harina de yuca, 85% harina de trigo + polvo de tomate deshidratado	Fecha entrega:	20/7/2023

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	0,76	15,89	1,95	4,27	6,99	70,20
Seca		16,05	1,93	4,30	7,00	70,71

ACIDEZ
% Ácido Láctico
0,11

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca



**Dra. Luz María Martínez**  
**LABORATORISTA**  
**AGROLAB**



Dirección:  
Calle Río Chambira N° 602 y Zentora. (A dos cuadras  
de la Clínica Araujo margen izquierdo)

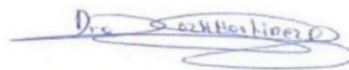
**RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. MARTHA GUADALUPE ZÁRATE	Número Muestra:	8174
		Fecha Ingreso:	30/6/2023
Tipo muestra:	FIDEOS DESHIDRATADOS	Impreso:	18/7/2023
Identificación:	T3R2 A1B0 / 30% harina de yuca, 70% harina de trigo + polvo de remolacha deshidratada	Fecha entrega:	20/7/2023

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	1,92	13,14	1,52	4,25	5,27	73,97
Seca		13,39	1,51	4,33	5,40	75,40

ACIDEZ
% Ácido Láctico
0,15

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca



**Dra. Luz María Martínez**  
**LABORATORISTA**  
**AGROLAB**



Dirección:  
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras  
de la Clínica Araujo margen izquierdo)

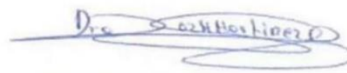
**RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. MARTHA GUADALUPE ZÁRATE	Número Muestra:	8175
		Fecha Ingreso:	30/6/2023
Tipo muestra:	FIDEOS DESHIDRATADOS	Impreso:	18/7/2023
Identificación:	T4R2 A1B1 / 30% harina de yuca, 70% harina de trigo + polvo de tomate deshidratado	Fecha entrega:	20/7/2023

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	0,54	12,07	2,03	4,21	5,57	75,65
Seca		12,13	2,05	4,24	5,64	76,01

ACIDEZ
% Ácido Láctico
0,17

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca



Dra. Luz María Martínez  
LABORATORISTA  
AGROLAB



Dirección:  
Calle Río Clambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Arango margen izquierdo)

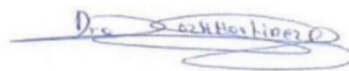
**RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. MARTHA GUADALUPE ZÁRATE	Número Muestra:	8176
		Fecha Ingreso:	30/6/2023
Tipo muestra:	FIDEOS DESHIDRATADOS	Impreso:	18/7/2023
Identificación:	T5R2 A2B0 / 45% harina de yuca, 55% harina de trigo + polvo de remolacha deshidratada	Fecha entrega:	20/7/2023

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	2,52	11,25	1,63	4,51	4,88	75,26
Seca		11,57	1,70	4,59	4,96	77,17

ACIDEZ
% Ácido Láctico
0,18

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca



**Dra. Luz María Martínez**  
LABORATORISTA  
AGROLAB



Dirección:  
Calle Río Chimbira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

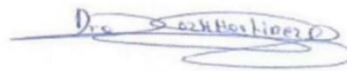
**RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. MARTHA GUADALUPE ZÁRATE	Número Muestra:	8177
		Fecha Ingreso:	30/6/2023
Tipo muestra:	FIDEOS DESHIDRATADOS	Impreso:	18/7/2023
Identificación:	T6R2 A2B1 / 45% harina de yuca, 55% harina de trigo + polvo de tomate deshidratado	Fecha entrega:	20/7/2023

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	0,99	9,93	2,03	4,76	4,99	77,43
Seca		10,02	2,05	4,79	5,04	78,17

ACIDEZ
% Ácido Láctico
0,27

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca



**Dra. Luz María Martínez**  
LABORATORISTA  
AGROLAB



Dirección:  
Calle Río Chimbira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

**Anexo 13. Ficha de análisis sensorial.**



**UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE  
COTOPAXI**



**POSGRADO**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**UNIDAD DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA MENCIÓN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**ANÁLISIS SENSORIAL Y ACEPTABILIDAD DE PASTA ELABORADA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE YUCA CON ADICIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES.**

**Instrucciones:** A continuación, se presentan 6 muestras de fideos, deguste y evalúe cada muestra en el orden correspondiente. Se recomienda beber agua antes y después de cada tratamiento. Marque con una (X) la alternativa que mejor describa los atributos de cada muestra de fideos cocidos.

**Fecha:** \_\_\_\_\_

ATRIBUTO	CUALIDAD	T1R2	T2R2	T3R2	T4R2	T5R2	T6R2
<b>COLOR</b>	Naranja claro (6)						
	Naranja pálido (5)						
	Albaricoque (4)						
	Rosa pálido (3)						
	Rosa ligero (2)						
	Rosa fuerte (1)						
<b>OLOR</b>	Agradable (5)						
	Rancio (4)						
	Yuca (3)						
	Tomate (2)						
	Remolacha (1)						
<b>SABOR</b>	Muy agradable (5)						
	Agradable (4)						
	Poco agradable (3)						
	Desagradable (2)						
	Ni agradable ni desagradable (1)						
<b>TEXTURA</b>	Firme (5)						
	Blando (4)						
	Duro (3)						
	Harinosa (2)						
	Chiclosa (1)						
<b>PEGAJOSIDAD</b>	Muy pegajoso (5)						
	Ligeramente pegajoso (4)						
	Pegajoso (3)						
	Poco pegajoso (2)						
	Nada pegajoso (1)						
<b>ACEPTABILIDAD</b>	Me gusta mucho (5)						
	Me gusta poco (4)						
	Me gusta (3)						
	No me gusta (2)						
	Ni me gusta ni me disgusta (1)						

**Gracias por su colaboración.**

Latacunga - Ecuador

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido / San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205