

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**TESIS PARA TÍTULO PROFESIONAL**

**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.)  
POR HARINA DE TOCOSH DE PAPA (*Solanum tuberosum*) Y PASTA DE  
TARWI (*Lupinus mutabilis*) EN PANIFICACIÓN**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ELABORADO POR**

**BERTINETTI GALVEZ YULI RUVI**

**TINGO MARÍA – PERÚ**

**2021**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
Tingo María  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**  
Carretera Central Km. 1.21. Teléfono (062) 561385  
Apartado Postal 156 Tingo María E.mail: [fiia@unas.edu.pe](mailto:fiia@unas.edu.pe)

---

*“Año de la Universalización de la Salud”*

## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 004-2020**

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público en forma virtual a las 20:00 horas del día 12 de octubre del 2020, en el equipo: Sustentación de Tesis de Pregrado FIIA UNAS en la Plataforma Teams, para calificar la tesis presentada por la Bach. **BERTINETTI GÁLVEZ, Yuli Ruvi**, titulada:

### **SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) POR HARINA DE TOCOSH DE PAPA (*Solanum tuberosum*) Y PASTA DE TARWI (*Lupinus mutabilis*) EN PANIFICACIÓN**

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**; en consecuencia, la sustentante, queda apta para obtener el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias**, de conformidad con el artículo 45° numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 132 inciso “k” y 135 inciso “f” del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 12 de octubre del 2020

Ing. Williams Vicente Roldán Carbajal  
Presidente

Ing. Alipio Arnaldo Ortega Rodríguez  
Miembro

Q.F. Nancy Nery Contreras Gutierrez  
Miembro

Ing. Yolanda Jesús Ramírez Trujillo  
Asesora

Ing. Víctor Elvis Condori Rondán  
Asesor

## DEDICATORIA

- A Dios, quien me cuida y me conduce por el buen camino y siempre está conmigo.
- A mi familia, especialmente a mis padres Rodolfo Esmet Bertinetti Chimbire y Feliciano Galvez de Bertinetti, por guiarme y cuidarme, por su apoyo incondicional, su amor y por luchar cada día para que cumpla mi sueño.
- A mis hermanos ELVIS, KLELIA, ESMITH y ADA, quienes han estado siempre junto a mí, apoyándome incondicionalmente para continuar en el cumplimiento de mi meta.
- A mis sobrinos JOSUE, ELENA, KLIDER, TOMAS, MIGUEL, ABIGAIL, BETSABETH, RODOLFO, DILAM, BRIANA, ADIRA y NOEMI quienes con sus juegos y travesuras me han llenado de alegría.
- A Nelson Caldas Cierzo por haberme brindado su apoyo para poder cumplir con mis objetivos y estar en los momentos más difíciles, que siempre supimos salir de tantos obstáculos de la vida.
- A mis mejores amigas CARLA VANESSA QUISPE GARIBAY y SILVANA LUZ CHUQUIYURI CRISOSTOMO.
- En memoria del recuerdo de mi abuelito Sebastián Gálvez y abuelita Dora Chimbire Barrero, quienes desde el cielo guían mi vida.

Con cariño

Yuli Bertinetti Galvez

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por ser mi alma mater y formarme profesionalmente durante mis estudios.
- A la Ing. RAMÍREZ TRUJILLO, Yolanda Jesús, por su asesoramiento, respaldo y amistad.
- Al Ing. CONDORI RONDÁN, Víctor Elvis, por su asesoramiento, respaldo y apoyo.
- A los jefes y técnicos de los laboratorios de Harinas y Sucedáneos, Nutrición Animal, Bioquímica de Alimentos y Análisis de alimentos, por haberme permitido trabajar en los laboratorios antes mencionados.

## ÍNDICE

|                                                                       | Página |
|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| I. INTRODUCCIÓN.....                                                  | 1      |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA .....                                      | 3      |
| 2.1. Antecedentes.....                                                | 3      |
| 2.2. Generalidades del trigo.....                                     | 3      |
| 2.2.1. Definición .....                                               | 3      |
| 2.2.2.Origen .....                                                    | 4      |
| 2.2.3. Composición y usos del salvado de trigo .....                  | 4      |
| 2.3. Tocosh .....                                                     | 4      |
| 2.3.1. Variedades .....                                               | 4      |
| 2.3.2. Tocosh de papa.....                                            | 5      |
| 2.3.3. Composición química.....                                       | 6      |
| 2.3.4. Aplicaciones.....                                              | 6      |
| 2.4. Generalidades del tarwi ( <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet). ..... | 7      |
| 2.4.1.Definición.....                                                 | 7      |
| 2.4.2.Aplicaciones .....                                              | 7      |
| 2.4.3. Composición química .....                                      | 7      |
| 2.5. Harina .....                                                     | 9      |
| 2.5.1.Generalidades .....                                             | 9      |
| 2.5.2. Valor nutritivo de las harinas.....                            | 10     |
| 2.5.3. Harinas compuestas .....                                       | 10     |

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.5.4. Harina de tocosh de papa.....                                   | 11 |
| 2.6. Pan.....                                                          | 11 |
| 2.6.1. Definición.....                                                 | 11 |
| 2.6.2. Tipos de panes .....                                            | 11 |
| 2.6.3. Control de calidad del pan. ....                                | 12 |
| 2.6.4. Materias primas. ....                                           | 13 |
| 2.6.5. Proceso de elaboración .....                                    | 15 |
| 2.7. Control de calidad de la harina de trigo.....                     | 16 |
| 2.7.1. Farinografía .....                                              | 16 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS .....                                        | 18 |
| 3.1. Lugar de ejecución. ....                                          | 18 |
| 3.2. Materia prima.....                                                | 18 |
| 3.3. Insumos .....                                                     | 18 |
| 3.4. Equipos, materiales y reactivos.....                              | 19 |
| 3.4.1. Equipos .....                                                   | 19 |
| 3.4.2. Materiales de laboratorio .....                                 | 20 |
| 3.4.3. Otros materiales .....                                          | 21 |
| 3.4.4. Reactivos y/o soluciones .....                                  | 21 |
| 3.5. Métodos de análisis.....                                          | 22 |
| 3.5.1. Caracterización fisicoquímica y químico proximal .....          | 22 |
| 3.5.2. Análisis granulométrico.....                                    | 22 |
| 3.5.3. Análisis farinografico de las harinas. ....                     | 22 |
| 3.5.4. Análisis físico del pan de pan de tocosh y pasta de tarwi. .... | 22 |
| 3.5.5. Evaluación sensorial de los panes.....                          | 23 |

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.6. Metodología experimental. ....                                                                                        | 23 |
| 3.6.1. Elaboración de la harina de tocosh de papa variedad blanca .....                                                    | 23 |
| 3.6.2. Evaluación del índice de finura de la harina de tocosh.....                                                         | 25 |
| 3.6.3. Proceso de elaboración de pasta de tarwi.....                                                                       | 25 |
| 3.6.4. Determinación del tratamiento más aceptada .....                                                                    | 27 |
| 3.6.4.1. Proceso de elaboración de los panes.....                                                                          | 27 |
| 3.6.4.2. Evaluación sensorial de los panes.....                                                                            | 29 |
| 3.6.5. Evaluación farinográfica de la mezcla de harinas del tratamiento<br>más aceptable.....                              | 30 |
| 3.6.6. Evaluación fisicoquímica, químico proximal y física de los<br>panes.....                                            | 30 |
| 3.6.7. Evaluación fisicoquímica, químico proximal y físico del tratamiento<br>más aceptable y el tratamiento control ..... | 31 |
| 3.7. Esquema experimental.....                                                                                             | 31 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                                                                                            | 34 |
| 4.1. De la harina de tocosh de papa.....                                                                                   | 34 |
| 4.1.1. Balance de materia de la obtención de harina de tocosh de papa.....                                                 | 36 |
| 4.2. Caracterización granulométrica de la harina de tocosh.....                                                            | 38 |
| 4.3. Características farinográficas de las harinas.....                                                                    | 39 |
| 4.4. De la evaluación químico proximal de todos los tratamientos .....                                                     | 42 |
| 4.4.1. Humedad.....                                                                                                        | 42 |
| 4.4.2. Proteína .....                                                                                                      | 42 |
| 4.4.3. Grasa.....                                                                                                          | 44 |
| 4.4.4. Ceniza.....                                                                                                         | 44 |

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.4.5.Fibra .....                                                                 | 45 |
| 4.5. De la caracterización física de todos los tratamientos .....                 | 46 |
| 4.5.1. Volumen (V).....                                                           | 46 |
| 4.5.2. Volumen específico (Ve).....                                               | 47 |
| 4.5.3.Densidad aparente .....                                                     | 48 |
| 4.6. Valores de pH y acidez titulable en todos los tratamientos.....              | 48 |
| 4.6.1. pH .....                                                                   | 49 |
| 4.6.2. Acidez titulable.....                                                      | 50 |
| 4.7. Características sensoriales de todos los tratamientos .....                  | 50 |
| 4.7.1.Color .....                                                                 | 51 |
| 4.7.2.Olor .....                                                                  | 52 |
| 4.7.3.Textura.....                                                                | 52 |
| 4.7.4. Sabor .....                                                                | 53 |
| 4.8. De la evaluación químico proximal de mejor tratamiento y de pan control..... | 54 |
| 4.8.1.Humedad .....                                                               | 55 |
| 4.8.2.Proteína. ....                                                              | 55 |
| 4.8.3.Fibra .....                                                                 | 56 |
| 4.8.4. Grasa .....                                                                | 56 |
| 4.8.5.Ceniza .....                                                                | 57 |
| 4.9. Características físicas de mejor tratamiento y del pan control ... ..        | 57 |
| 4.9.1.Volumen.....                                                                | 57 |
| 4.9.2.Volumen específico .....                                                    | 58 |
| 4.9.3.Densidad aparente .....                                                     | 58 |



|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.10. pH y acidez del mejor tratamiento y de pan control.....                 | 59 |
| 4.10.1. pH.....                                                               | 59 |
| 4.10.2. Acidez titulable.....                                                 | 60 |
| 4.11. De la evaluación sensorial del mejor tratamiento y un pan control ..... | 60 |
| 4.11.1. Color.....                                                            | 61 |
| 4.11.2. Olor.....                                                             | 61 |
| 4.11.3. Textura.....                                                          | 61 |
| 4.11.4. Sabor.....                                                            | 62 |
| V. CONCLUSIONES.....                                                          | 63 |
| VI. RECOMENDACIONES.....                                                      | 64 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                          | 66 |
| ANEXO.....                                                                    | 81 |

## INDICE DE CUADROS

| Cuadro                                                                                                                        | Página |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. Composición química del tarwi con cascara, harina y seca.....                                                              | 8      |
| 2. Composición de ácidos grasos del tarwi.....                                                                                | 9      |
| 3. Composición química de la harina de trigo.....                                                                             | 10     |
| 4. Composición química de la harina de tocosh de papa.....                                                                    | 11     |
| 5. Control fisicoquímico de los panes.....                                                                                    | 12     |
| 6. Resultados del análisis de granulometría de la harina de tocosh.....                                                       | 38     |
| 7. Resultado de la evaluación faronográfica de la harina de trigo y de la<br>mezcla de harinas más aceptable.....             | 40     |
| 8. Resultado de la composición química proximal de todos los<br>tratamientos.....                                             | 43     |
| 9. Resultado de la caracterización física de todos los tratamientos.....                                                      | 46     |
| 10. Resultado de pH y acidez titulable de todos los tratamientos.....                                                         | 49     |
| 11. Resultado de la evaluación sensorial de todos los tratamientos.....                                                       | 51     |
| 12. Resultado de la evaluación química proximal del mejor tratamiento de pan<br>de tocosh y pasta de tarwi y pan control..... | 54     |
| 13. Características físicas del mejor tratamiento y del pan control.....                                                      | 57     |
| 14. Resultado de la evaluación fisicoquímica del mejor tratamiento y de pan<br>control.....                                   | 59     |
| 15. Resultado de evaluación sensorial de pan del mejor tratamiento y del pan<br>control.....                                  | 60     |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| <b>Figura</b>                                                                                              | <b>página</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1. Flujograma para la obtención de la harina de tocosh de papa.....                                        | 24            |
| 2. Flujograma para la obtención de pasta de tarwi.....                                                     | 26            |
| 3. Flujograma para la elaboración de panes con la harina de tocosh de papa<br>y pasta de tarwi.....        | 28            |
| 4. Diseño experimental de la investigacion.....                                                            | 32            |
| 5. Diseño experimental para comparar las características del pan sin<br>sustitución y con sustitución..... | 33            |
| 6. Balance de materia en la elaboración de harina de tocosh de papa.....                                   | 37            |
| 7. Farinograma de la harina de trigo.....                                                                  | 41            |
| 8. Farinograma de la mezcla de harina del mejor tratamiento.....                                           | 41            |

## **RESUMEN**

Se elaboraron panes con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tocosh de papa y pasta de tarwi y determinar con el nivel más aceptable de sustitución. Se obtuvo harina de tocosh de papa y pasta de tarwi y se elaboraron panes, sustituyendo harina de trigo por harina de tocosh de papa en porcentajes de 10, 20 y 30% y pasta de tarwi en 10 y 15%, se determinaron las características fisicoquímicas, químico proximal y físicas y las características sensoriales de todos los tratamientos y obtenido el tratamiento más aceptable, las características fisicoquímicas y sensoriales comparada con un pan control.

Se obtuvo harina de tocosh de papa con un índice de fineza de 1,9 ubicándose como una molienda entre fina y media. El pan con sustitución más aceptable fue con 75% harina de trigo, 10% harina de tocosh de papa y 15% pasta de tarwi. Las características farinográficas de la sustitución más aceptada fueron: absorción de agua 66%, tiempo de desarrollo 12,55 min, estabilidad de la masa 10,7 min y ablandamiento de la masa 85 UF. Las características del pan más aceptable fueron: volumen: 85 mL, peso 42 g, volumen específico 2,03 mL/g y densidad aparente 0,49 g/mL, pH 6,37; acidez titulable 0,52% expresado en ácido sulfúrico, proteína 18,69%; grasa 3,34%, ceniza 0,59% y fibra 3,73% y presentó mejores características de olor, color, textura y sabor que un pan control.

## I. INTRODUCCIÓN

Según reportes de la FAO: “El año 2015 se produjeron 4,69 millones de toneladas de tubérculo en el Perú, el cual le ubica en el puesto 14 a nivel mundial”. Las regiones que presentan mayor producción de tocosh son: Ancash, Junín y Huánuco, demostrando la aptitud de la sierra peruana para ser fuente de alimentos que benefician a la salud, con alta calidad y que, además genera valor agregado para nuestro país.

Según SANDOVAL *et al.* (2016), “El Tocosh de papa puede utilizarse como antibiótico, porque en ella se produce penicilina durante el proceso de fermentación siendo capaz de proteger la mucosa gástrica de la inflamación, la composición del tocosh de papa ha sido estudiado desde lo bromatológico y nutricional, en la que se comprobó su contenido en carbohidratos de 80,01%, proteína 3,91%, valor calórico 343,4 cal/g y contenido bajo en grasa”.

El Tarwi, leguminosa cuyo origen son los andes de Perú, Bolivia, Ecuador, también conocida como chocho, fue un alimento proteico del Perú antiguo, tiene una altura aproximada de 1 a 1,50 m, presenta 2 a 6 semillas en sus vainas; sus flores de color azul hasta morado; raíz con tallo principal. El aspecto más relevante es el nutritivo, sobre todo en la sierra del Perú (MONTESINOS, 2018).

La harina de trigo es materia prima principal en el proceso de elaboración de panes y fideos.

La elaboración de pan con harina de trigo, tocosh de papa y pasta de tarwi dará mayor realce a la cadena productiva y su consumo beneficiaría a tanto a agricultores, comerciantes y consumidores. Con la incorporación de harina de tocosh y pasta tarwi en panificación; se estaría innovando la presentación de un nuevo producto para el consumidor, ante esta situación se plantean los siguientes objetivos:

- Obtener harina de tocosh de papa y pasta de tarwi para la elaboración de los panes.
- Elaborar panes sustituyendo parcialmente harina de trigo por harina de tocosh de papa y pasta de tarwi y determinar el nivel más aceptable de sustitución.
- Determinar las características fisicoquímicas y químico proximal de los tratamientos en estudio.
- Determinar las características farinográficas de la harina cuya sustitución por harina de tocosh de papa y pasta de tarwi fue la más aceptada.
- Determinar las características fisicoquímicas, químico proximal y físicas del tratamiento más aceptable y de un pan control.
- Evaluar las características sensoriales del tratamiento más aceptable y de un pan control.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Antecedentes**

FALDER (2009) evaluó el efecto de sustituir harina de plátano en 5 niveles de 5, 10, 15, 20, 25% en la elaboración de pan, en cuanto a peso y textura. Sustituir hasta en 15% por harina de plátano fue calificada como harina apta para la panificación. En la aptitud panadera, sustituciones de 5,10 y 15 cumplieron la normativa.

PASCUAL y ZAPATA (2010) estudiaron “el efecto de sustituir parcialmente harina de trigo por la de kiwicha, variedad Óscar Blanco proveniente de la provincia de Huaraz, en la elaboración de pan, plantearon diez tratamientos, dos métodos de panificación (directo y esponja y masa) y cinco niveles de sustitución (5, 10, 15 y 20%), incluyendo el testigo (sin sustitución)”. Un arreglo factorial, con DCA, indicó que el tratamiento preferido fue con el método esponja y masa con 10% de sustitución.

### **2.2. Generalidades del trigo**

#### **2.2.1. Definición**

El trigo constituye base de la industria panadera y de la formadora de piensos; es un alimento energético que aporta vitaminas al ser humano y a los animales. Es utilizado también como modelo experimental para estudiar la

relación planta y ambiente (NONHEBEL, 2013). Se elaboran muchos alimentos con harina de trigo, tales como los productos de panificación, por otro lado, el salvado es utilizado en la alimentación animal (HEUZÉ *et al.*, 2013)

### **2.2.2. Origen**

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es originario del suroeste de Asia, en Siria, Jordania y Turquía se encontraron restos de antiguas cosechas. En los Estados Unidos fue cultivado por primera vez en el año 1602 en una isla ubicada frente a Massachusetts (GIBSON y BENSON, 2002).

### **2.2.3. Composición del salvado de trigo**

Desde los inicios de la civilización ya se cultivaba el trigo (JAVED *et al.*, 2012), en la actualidad, es el tercer cereal que se produce en mayor proporción a nivel mundial, con un volumen anual de aproximadamente 729 millones (FAOSTAT, 2016). El germen o embrión, constituye el órgano de reproducción, así como de almacenamiento, constituye 2 a 3% del peso del grano. El endospermo, es la parte más abundante del grano (81 a 84 %) siendo la principal fuente de energía utilizada en la germinación.

## **2.3. Tocosh**

### **2.3.1. Variedades**

Las variedades de tocosh dependen del producto con el cual se realiza (LECHUGA *et al.*, 2013), siendo éstas:



- **Tocosh de papa**

Viene a ser la más popular de las variedades, preparada generalmente con papa blanca, Huayro o iskupuru.

- **Tocosh de maíz**

Se fermenta el maíz igual que con la papa, sin embargo, el tocosh producido no tiene el mismo valor nutricional ni curativo que el de la papa.

- **Tocosh de olluco**

Tiene el mismo procedimiento que los anteriores, aunque no es tan popular y como el del maíz, no tiene el mismo valor nutricional ni curativo que el de la papa.

### **2.3.2. Tocosh de papa**

El Tocosh, togosh o tocos es obtenido en forma tradicional andina, presenta propiedades nutritivas así como terapéuticas. La palabra tocosh proviene de la palabra *togosh*, que significa arrugado y fermentado. El tocosh de papa (*Solanum tuberosum*) o penicilina natural, es obtenida fermentando la papa fresca en una corriente de agua de un manantial en el interior de un pozo, se prepara a partir de las variedades huayro y blanca, en el pozo se colocan, encima de un colchón de ichu, una hilera de papa; sobre ella, una de piedras; luego, otra de papas; y así se va intercalando hasta que el pozo esté lleno, luego de tapa con piedras, así, las papas se encuentran todo el tiempo remojándose y el agua corriendo todo el tiempo en forma natural. Después de seis meses o un año, las papas se fermentan totalmente (TENORIO, 2014).

### **2.3.3. Composición química**

ADAMS (2009) indica que el tocosh presenta alto porcentaje de carbohidratos (80,01), proteínas (3,91%), un valor calórico de 343,4 cal/g y que contiene bajo porcentaje de grasa.

### **2.3.4. Aplicaciones**

El Tocosh de papa es utilizado como un antibiótico natural pues durante el proceso de fermentación es producida la penicilina, tiene también la capacidad de proteger la mucosa gástrica de daños o inflamaciones. Es usado tradicionalmente en el posparto, en procesos de resfriados, neumonía, para curar heridas, como agente antibacteriano, en procesos de cicatrización, en procesos hemorroidales, en úlcera gástrica, evita infecciones gastrointestinales y el “mal de altura o soroche”. Puede ser utilizado también como antibiótico, energizante, probiótico de gran valor con costo bajo. Actualmente se producen en tres regiones: Ancash, Huánuco y Junín, por ser las que más producen papas de una gran variedad en la sierra central del Perú (SANDOVAL *et al.*, 2016).

El Tocosh de papa es resultado del proceso de fermentación y descomposición, según investigaciones en 1988, se determinó que es producido por levaduras. De forma tradicional se utiliza en proceso después del parto, para tratar resfriados, enfermedades como la neumonía, para el tratamiento de heridas, contra bacterias, para cicatrización, en hemorroide, en úlcera gástrica. Para tratar el sroche. Se usa en Huánuco (Llata) como antibiótico y energizante (MANRIQUE *et al.*, 2010).

## **2.4. Generalidades del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).**

### **2.4.1. Definición**

Leguminosa cuyo origen son los andes de Perú, Bolivia, Ecuador; se le conoce también como chocho, es un alimento proteico del Perú antiguo, su altura aproximada es de 1 a 1,50 m, su vaina presenta 2 a 6 semillas, sus flores son de color azul a morado, su importancia está en su valor nutritivo (MONTESINOS, 2018).

### **2.4.2. Aplicaciones**

La aplicación mayor que tradicionalmente se da al tarwi es como Tarwi desamargado y cocido para preparar alimentos y como grano fresco (TAPIA, 2016). Se puede utilizar tanto en platos salados como en platos dulces, luego del desamargado es agradable y se adapta a muchos usos como en salsas, ensaladas, guisos, bebidas, postres, galletas y queques. Es fuente de energía, contiene contenido de doble de proteína y grasa que otras leguminosas como son los frejoles, lentejas, habas y arvejas. El grano de tarwi al estado crudo es amargo porque contiene esparteína, lupinina, etc. siendo inconsumible y no apreciado por aves, rumiantes e insectos; por lo que, el primer paso es el desamargado (deslupinación).

### **2.4.3. Composición química**

En el Cuadro 1 se presenta la composición química del tarwi con cáscara, en harina y seco (en 100 g de alimento), según la Tabla de Composición de Alimentos.

**Cuadro 1.** Composición química del tarwi con cascara, harina y seca.

| Componente        | Tarwi con cáscara | Harina de tarwi | Tarwi seco |
|-------------------|-------------------|-----------------|------------|
| Energía (Kcal)    | 151               | 458             | 277        |
| Agua (g)          | 69,7              | 7,0             | 46,3       |
| Proteína (g)      | 11,6              | 49,6            | 17,3       |
| Grasa total (g)   | 8,6               | 27,9            | 17,5       |
| Carbohidratos (g) | 9,5               | 12,9            | 17,3       |
| Fibra cruda (g)   | 5,3               | 7,9             | 3,8        |
| Cenizas (g)       | 0,6               | 2,6             | 1,6        |
| Calcio (mg)       | 30                | 93              | 54         |
| Fosforo (mg)      | 123               | 440             | 262        |
| Zinc (mg)         | 1,38              | --              | 4,75       |
| Hierro (mg)       | 1,40              | 1,38            | 2,30       |

**Fuente:** Ministerio de salud (2009).

Según MORAES *et al.* (2006), el tarwi posee un nivel de proteínas y grasas muy significativo, incluso, mayores que los de la soja, planta muy utilizada en la nutrición humana como en el animal. Los principales ácidos grasos son el palmítico (13,4%), oleico (40,4%) y linoleico (37,1%), esencial para la alimentación humana”.

El Cuadro 2 indica la composición de ácidos grasos del tarwi, según MORAES *et al.* (2006).

**Cuadro 2.** Composición de ácidos grasos del tarwi.

| Ácidos              | Porcentaje (%) |
|---------------------|----------------|
| Oleico (Omega 9)    | 40,4           |
| Linoleico (Omega 6) | 37,1           |
| Linoleico (Omega 3) | 2,9            |
| Palmítico           | 13,4           |
| Palmitoleico        | 0,2            |
| Esteárico           | 5,7            |
| Mirístico           | 0,6            |
| Araquídico          | 0,2            |

**Fuente:** MORAES *et al.* (2006)

## 2.5. Harina

### 2.5.1. Generalidades

El 25% del área mundial de producción de cereales está constituido por el trigo, cultivándose mayormente en zonas templadas. El núcleo del trigo está constituido por el endospermo, salvado y germen, en el endospermo se encuentra el almidón, la proteína, el salvado y el germen que son ricos en fibra dietética y en minerales, indican PUNIA *et al.* (2017).

Las harinas en su mayoría se obtienen a partir de los cereales, y la más común es la harina de trigo, ingrediente básico para elaborar panes; existen otros tipos de harinas que combinadas elevan el valor nutricional del pan. Igualmente, moliendo semilla seca de garbanzos y habas se obtienen harinas de leguminosas (RIVERA, 2012).

### 2.5.2. Valor nutritivo de las harinas

El Cuadro 3 muestra la composición química de la harina de trigo, según JIMENEZ *et al.* (2009).

**Cuadro 3.** Composición química de la harina de trigo.

| Componente g/100g | Harina de trigo   |
|-------------------|-------------------|
| Humedad           | 12,1 0 $\pm$ 0,40 |
| Ceniza            | 0,47 $\pm$ 0,04   |
| Proteína          | 16,20 $\pm$ 0,25  |
| Grasa             | 0,85 $\pm$ 0,02   |
| Almidón           | 64,24 $\pm$ 1,05  |
| Fibra dietética   | 2,95 $\pm$ 0,05   |

**Fuente:** JIMENEZ *et al.*, (2009).

Los principales componentes de la harina de trigo son las proteínas, que proporcionan la capacidad para formar una masa viscoelástica al ser mezcladas con agua, estas proteínas se denominan gliadinas y gluteninas que aportan funcionabilidad a la harina en procesos de panificación. Las gluteninas son las que dan fuerza y elasticidad a la masa y las gliadinas que proporcionan viscosidad. (VÁSQUEZ *et al.*, 2009).

### 2.5.3. Harinas compuestas

Se denominan harinas compuestas a la mezcla de dos o más harinas de cereales; leguminosa o tubérculos. Con harinas compuestas se pueden elaborar horneados; especialmente el pan, cuya función sería una harina de trigo que sea atractiva, palatable y digerible (TORRES y PACHECO, 2007). También se utilizan en productos fermentados o no fermentados y en pastas.

#### 2.5.4. Harina de tocosh de papa

**Cuadro 4.** Composición química de la harina de Tocosh de papa.

| Componentes   | Cantidad (%) |
|---------------|--------------|
| Humedad       | 6,96         |
| Grasas        | 0,23         |
| Proteína      | 2,63         |
| Fibra         | 0,54         |
| Ceniza        | 1,61         |
| Carbohidratos | 88,03        |

Fuente: TINOCO (2019).

## 2.6. Pan

### 2.6.1. Definición

Viene a ser el producto obtenido a partir de una masa cocida y esponjosa cuyos componentes son: harina de trigo, sal, agua y levadura, bien horneada al que se adiciona grasa y otros mejoradores (PASCUAL *et al.*, 2006).

Según HUI *et al.* (2006), el pan se elabora con: harina, agua, levadura y sal, además de otros ingredientes y aditivos que se incluyen en la formulación para la obtención de productos que sean panificables.

### 2.6.2. Tipos de panes

Según MINSA (2010), se tienen los siguientes tipos de panes:

▪ **Pan bregado, de miga dura, español o candeal**

Obtenido por elaboración especial, se caracteriza por el uso de cilindros para la refinación.

▪ **Pan de flama o de miga blanda**

Posee mayor cantidad de agua y no requiere el uso de cilindros para la refinación.

▪ **Pan integral**

Se elabora con harina integral o con grañones bien tratados.

▪ **De molde:**

Posee corteza blanda y para su cocción se introduce en molde.

▪ **Pan especial**

Todo pan con características diferente a los indicados anteriormente, pudiendo ser: no llevar sal o levadura, llevar grasa u otro complemento panario o podría ser la forma de moldearse.

▪ **Tostado:**

Aquel que después de cocerse se corta en rebanadas que luego es tostado y envasado.

### 2.6.3. Control de calidad del pan.

En Cuadro 5 se observa los controles que deben de cumplir los panes y sus diferentes parámetros.

**Cuadro 5. Control fisicoquímico del pan**

| Producto | Parámetro                             | Límites Máximos Permisibles |
|----------|---------------------------------------|-----------------------------|
| Pan      | Humedad                               | 12%                         |
|          | Cenizas totales                       | 3%                          |
|          | Acidez (expresada en ácido sulfúrico) | 0,10%                       |
|          |                                       |                             |

Fuente: MINSA (2010).



#### **2.6.4. Materias primas**

- **Harina**

Se obtiene de la molienda y cernido del grano de trigo, separando cáscara, afrecho y germen, tiene un color marfil, fina y muy suave al tacto.

- **Agua**

Su función principal en panificación es la de permitir la hidratación de los ingredientes secos. El agua, al mezclarse con las proteínas del trigo (gliadina y glutenina) forman el gluten. También sirve como solvente de otros ingredientes (azúcar, la sal, etc). También actúa en la gelatinización del almidón en el horneado (QUINTONG y TENESACA, 2013). La cantidad de agua que se utiliza en relación a la harina es la que proporcionan las propiedades reológicas a la masa (movilidad, plasticidad, extensibilidad y pegajosidad), que son básicos para la calidad final del producto.

- **Sal**

Según MOLINERA (2004), la sal fortalece el gluten y disminuye la actividad que da la levadura a la masa, por tanto, retarda la producción de gas e interviene en el sabor del pan. Al regular el tiempo de fermentación, se obtiene un producto cuya miga es más blanca, la corteza es más compacta y posee un sabor característico (LYNCH *et al.*, 2009).

- **Levadura**

Es la encargada de producir enzimas responsables de los cambios bioquímicos en los que participan la temperatura, nutrientes, pH y acidez. Según LEZCANO (2011), “la levadura es un hongo, cuyo papel es crucial en procesos fermentativos requeridos en panificación”.

DE LA CRUZ (2009) indica que “la levadura actúa sobre los azúcares fermentables (dextrosa y la levulosa de la harina) y sobre la maltosa, formada en la hidrólisis del almidón, de allí que es importante la disposición de los azúcares para que se produzca el CO<sub>2</sub> necesaria para que la masa de eleve”.

- **Grasa**

De olor neutro, puede ser de origen animal o vegetal, posee menor densidad que el agua e es insoluble en ella. Proporciona al organismo un mayor número de calorías. Es utilizado en panificación en la masa ya sea en forma directa o de rociado de la superficie en menor grado; se utiliza también como antiadherente en los recipientes como bandejas (CABEZAS, 2010).

- **Azúcar**

Se emplean la sacarosa, lactosa, glucosa, maltosa, melaza, miel. Es el alimento de la levadura, y es el que da color a la corteza del pan, por el proceso de caramelización que sufre el azúcar, también tiene la función de ser conservador ya que incrementa la presión osmótica, inhibe la proliferación de microorganismos, absorbe humedad por la higroscopicidad que posee y se almacena con el agua para dar las características de suavidad al producto (HERNÁNDEZ, 2006).

- **Mejorador**

FLEISCHMANN (2006) indica que “El mejorador da alto rendimiento porque refuerza y acondiciona la masa. Es elaborado con insumos naturales para estimular la actividad de la levadura procesos directos y tipo esponja y ayuda en la textura de la masa y retener el gas, que permite una mayor tolerancia en cuanto al tiempo de desarrollo de los panes antes de llevarse al horneado”

Las ventajas de utilizar mejorador, según FLEISCHMANN (2006) son: Permitir una fermentación controlada así como un producto de buena calidad, porque no contiene químicos cancerígenos ya que es totalmente orgánico, se incrementa la conservación del producto final y se consigue mayor volumen en los panes, el pan es más uniforme y el tiempo de amasado disminuye.

#### 2.6.5. Proceso de elaboración

El pan es elaborado según HENAO y ARISTIZÁBAL (2009) con:

- **Pesado:** permite conocer las cantidades exactas de materias primas la formulación de procesamiento.
- **Mezclado:** sirve para homogenizar los materiales sólidos y para luego al adicionar el agua a la masa proporcionar elasticidad y extensibilidad que es conferido por el gluten recién en formación.
- **Amasado:** En esta operación se desarrolla el gluten que es formado al adicionar el agua durante el mezclado, es muy importante el buen desarrollo del gluten para proporcionar mayor retención del gas producto de la fermentación (PISCOYA, 2007).
- **Boleado:** Se realiza al final del amasado con rodillos que desarrollan el gluten y producen una masa lisa para el caso de los panes lisos.
- **Reposo:** se realiza antes del formado, con el objetivo de que la masa se haga más maleable, es muy importante la gasificación de la masa previo al formado para conseguir que presente buen desempeño de la masa apto para las operaciones posteriores.

- **Formado:** es dar forma simétrica a los trozos de masa, se debe realizar apretando fuertemente, pero sin desgarrar la masa, para no reducir el volumen del pan; esta operación interviene en la fuerza y tenacidad de la masa.

- **Corte:** Su finalidad es dar volumen y estética al producto final. Cuando la pieza está en el horno, el calor atraviesa la hogaza que hace que el gas carbónico se expanda mejor; por la presión del gas, los cortes en el pan se abren, permitiendo un máximo desarrollo y creando zonas de solidificación de la corteza que se retrasa (PISCOYA, 2007)

- **Fermentación:** operación cuya finalidad es que la levadura al actuar sobre los azúcares de la masa para produzcan CO<sub>2</sub>, que es encapsulado en la película de gluten desarrollado en la masa en la operación de amasado, la masa fermenta a 28 – 32°C.

- **Horneado:** habiéndose alcanzado el punto de fermentación, la masa es colocada en el horno a temperatura que varía con el tamaño de la pieza y tipo de horno, a 130 – 150 °C, al entrar las piezas al horno, la masa sigue fermentando hasta llegar a los 45 °C por lo que continúa la producción de gas carbónico y las burbujas se dilatan por el calor (PISCOYA, 2007).

## 2.7. Control de calidad de la harina de trigo

### 2.7.1. Farinografía

El farinógrafo mide la consistencia de la masa utilizando una fuerza necesaria para el mezclado a velocidad constante y la absorción de agua que se necesita para alcanzar esa consistencia. Indica una curva que en forma visual

presenta las características de calidad de la harina, las mismas que son, según PANTANELLI (1996),

- **Consistencia de la masa;** indica cuanto de agua se necesita para producir una masa de consistencia correcta que es la línea de 500 U.B.

- **Evolución de la masa;** importante para saber cuál es el tiempo necesario para el amasado, cada harina posee un tiempo de amasado.

- **Estabilidad de la masa;** es el tiempo transcurrido para que la masa se debilite y es medida de la cantidad de fermentación que soporta una harina, siendo un indicativo de cuan tolerante es la masa al tiempo de fermentado.

- **Debilitamiento de la masa;** indica cuanto cae la curva por debajo de la de 500 U.B. (unidades Brabender o farinográficas), durante un tiempo de amasado. Harinas fuertes presentan valores bajos y harinas débiles, valores altos. Según PANTANELLI (1996), la característica de aptitud de una harina para utilizarse en panificación que muestra el análisis farinográficos es:

- **Calidad óptima:** 0 a 30 unidades farinográficas de caída de la masa y estabilidad mayor a 10 minutos.

- **Calidad buena:** 30 a 50 unidades de caída de la masa y estabilidad no menor a 7 minutos.

- **Calidad discreta:** caída de la masa entre 50 y 70 unidades farinográficas y estabilidad no inferior a 5 minutos.

- **Calidad mediocre:** 70 a 130 unidades farinográficas de caída de la masa y estabilidad no menor a 3 minutos.

- **Calidad baja:** mayor a 130 unidades farinográficas de caída de la masa y estabilidad menor a 2 minutos.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

En los laboratorios de: Análisis de Alimentos, Control de Calidad y Análisis Sensorial, Bioquímica de Alimentos, Nutricional Animal y en la Planta de Harinas y Sucedáneos, de la UNAS en la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, a una altitud de 670 m.s.n.m. con temperatura ambiental promedio de 28 °C y humedad relativa de 80%.

#### **3.2. Materia prima**

Las materias primas empleadas fueron: tocosh de papa comercial proveniente del caserío Yacón en la ciudad de Huánuco; tarwi y harina de trigo, del mercado de la ciudad de Tingo María.

#### **3.3. Insumos**

- Levadura y mejorador (FLEIHSMAN)
- Grasa (MANPAN)
- Azúcar rubia (Morena)
- Sal de mesa (EMSAL)
- Agua de mesa (Gota pura)

### **3.4. Equipos, materiales y reactivos**

#### **3.4.1. Equipos**

- Estufa marca Ecocell, temperatura hasta 200°C.
- pH - metro, marca Miteler Toledo, modelo CG 840, digital.
- Equipo de titulación para medir acidez (bureta de 25 mL).
- Equipo extractor Soxhlet marca Gerhardt
- Cocina digestora semi-micro Kjeldahl.
- Mufla marca CIMATEC SAC (temperatura 0 - 1200 °C)
- Digestor de proteínas Kjeldal modelo BUCHI k-438,
- Equipo de reflujo para determinación de fibra cruda modelo 30001, 30002 marca LABCONCO.
- Balanza analítica, Galaxy Ohaus Electronic, modelo 6161, capacidad 6000 g U.S.A (precisión 0,1 g).
- Balanza analítica, marca Galaxy Ohaus Electronic (capacidad 250 g, U.S.A, precisión 0,0001 g).
- Horno eléctrico marca Nova, modelo Max 500, 220 voltios, 1,5 Hp, año 2013.
- Cámara de fermentadora marca Nova, modelo Max 1000, voltios 220, año 2013.
- Amasadora – sobadora marca Nova, modelo K.25, voltios 220, año 2013.
- Farinógrafo de Brabender, marca Petren, New Standard: AACCI 54-70.01.
- Divisora Cortadora manual. Marca Nova, modelo 30 MP, año 2013.

- Molino Willy con tamiz N° 1.
- Digestor de proteínas, marca Buchi Digest Autmat K-438.
- Destilador de nitrógeno, marca Buchi Destillation Unit K-350
- Extractor de grasa, marca gerhardt Type EV16, Germany
- Balanza de precisión, marca Ohaus, capacidad 6 kg.
- Selladora eléctrica, marca Golden, modelo FRT-500
- Secadora industrial
- Congeladora marca Ferro Bras, modelo X4450
- Licuadora marca Oster

#### **3.4.2. Materiales de laboratorio**

- Balones de vidrio de 250 mL marca Germany.
- Pipetas de 1, 25,50 mL Fisher brand, Germany.
- Vasos de precipitación de 50, 100, 250, 500, 4000 mL marca Kimax, U.S.A
- Balones de digestión de grasa de 250 mL, marca Pírex. USA.
- Tubos de digestión de proteína, marca Pírex. USA
- Fiolas de 10, 50, 100, 150, 500 mL
- Desecador
- Pílon y mortero
- Papel filtro N° 40
- Probetas de 50, 100, 250 mL Fisher brand, Germany.
- Luna de reloj, marca pirex, México.
- Matraz volumétrico: 250, 500, 1000 mL, marca Kimax, U.S.A.
- Buretas de 25, 50 mL, marca fortuna, Germany



- Perlas de vidrio, Durcan.
- Crisoles de porcelana Halden wanger, Berlín
- Pinzas de metal
- Placa Petri
- Tubos de ensayo y gradilla
- Vaguetas, embudos de vidrio.

### **3.4.3. Otros materiales.**

Mallas N° 20,30,60,80,120,170 y 230, Brocha, jarras medidoras (250, 500 mL), tabla de picar, platos y vasos descartables, cuchillo de acero inoxidable, latas para cocción de los panes 65 x 45cm, andamios y carros metálicos para el estibado de latas, tamiz marca Tyler, Mesa de acero inoxidable. Espátulas de acero inoxidable.

### **3.4.4. Reactivos y/o soluciones**

- Catalizador de proteína: sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ), sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ) y dióxido de selenio ( $SeO_2$ ).
- Ácido sulfúrico concentrado, al 95-97 %
- Hidróxido de Sodio al 32% (equipo destilador de nitrógeno)
- Ácido bórico, 4%
- Indicador (Rojo de metilo y verde de bromocresol)
- Ácido clorhídrico a 0.1N
- Ácido sulfúrico al 1.25%
- Hidróxido de sodio al 1.25%

- Éter de petróleo
- Fenolftaleína al 1 % L & H Chemical Products, U.S.A.
- Agua destilada
- NaOH al 1 N.

### **3.5. Métodos de análisis**

#### **3.5.1. Caracterización fisicoquímica y químico proximal**

- Humedad, método 930.04 (A.O.A.C 2008).
- pH. Método 942.15 (A.O.A.C.1996).
- Acidez, método descrito por A.O.A.C. 1998.
- Proteína, método Kjeldahl según 930.04 (A.O.A.C 2008).
- Grasa, método Soxhlet según 930.04 (A.O.A.C 2008).
- Ceniza, método por mufla según 930.05 (A.O.A.C 2008).
- Fibra bruta, se determinó Método 930.10.(A.O.A.C. 1998).

#### **3.5.2. Análisis granulométrico**

- Según la norma AOAC 965.22. utilizando tamices marca Tyler

#### **3.5.3. Análisis farinográfico de las harinas.**

- Se determinó por el método Farinográfico IRAM 15855 (2000).

#### **3.5.4. Análisis físico del pan de tocosh y pasta de tarwi.**

- Volumen, método del desplazamiento de semilla de linaza (SINGH *et al.*, 2008).

- Volumen específico según HENAO (2004).
- Peso, con balanza analítica luego del horneado y en pan frío.
- Densidad aparente, mediante cálculo matemático (BERNABÉ *et al.*, 2007).

### **3.5.5. Evaluación sensorial de los panes**

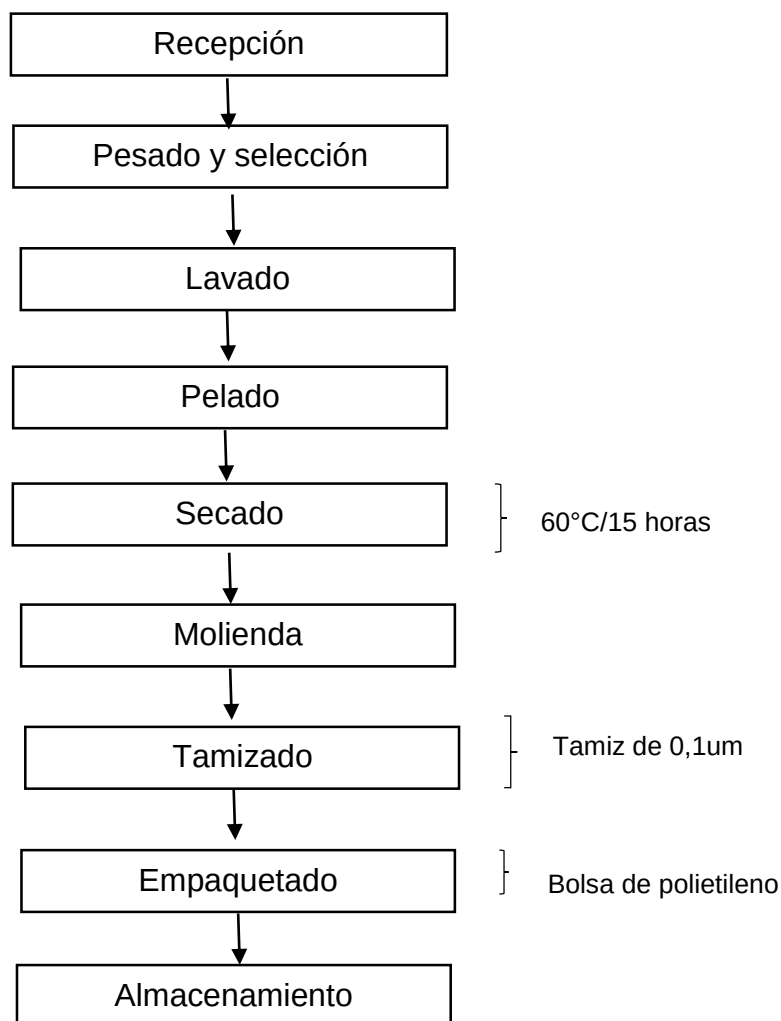
Mediante una prueba de preferencia con 15 panelistas, se presentaron muestras de pan con harina de trigo y muestras de pan con sustitución de harina de tocosh y pasta de tarwi. Se utilizó una escala hedónica de 5 puntos descrito por ANZALDUA (1994), se evaluaron las características sensoriales de color, olor, sabor y textura, cada panelista optó entre las siguientes opciones y puntajes: “me gusta mucho (5), me gusta (4), me es indiferente (3), me disgusta (2) y me disgusta mucho (1)”. En el Anexo 1 se presenta la cartilla de evaluación utilizada.

## **3.6. Metodología experimental**

### **3.6.1. Elaboración de harina de tocosh de papa**

El proceso de elaboración de harina de tocosh de papa variedad blanca se realizó de acuerdo con el flujo de operaciones de la Figura 1 que se describe a continuación:

**Recepción:** Se recepcionó la materia prima tocosh de papa variedad blanca en buenas condiciones (fresca y de buen aspecto). en el laboratorio de harinas y sucedáneos



**Figura 1.** Flujo de operaciones para la obtención la harina de tocosh de papa variedad blanca.

- **Pesado y selección:** El pesado se realizó utilizando una balanza de 6 kg de capacidad y se seleccionó las que se encontraban sin magulladuras.
- **Lavado:** Se lavaron con agua a presión, para eliminar impurezas que puedan contaminar la harina de tocosh de papa de variedad blanca.
- **Pelado:** En forma manual.

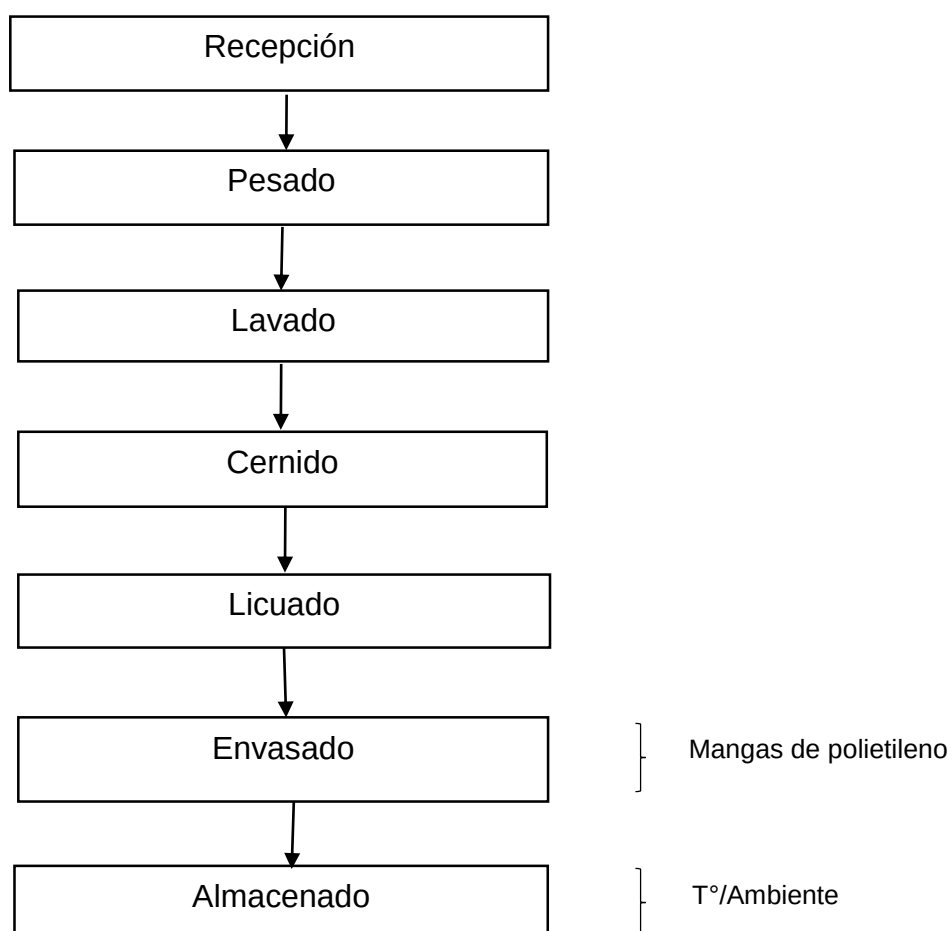
- **Secado:** A temperatura de 60 °C/15 horas con el propósito de acelerar el tiempo de secado.
- **Molienda:** Con la ayuda de un molino industrial, en las que los trozos secos son reducidos finos, característico de las harinas.
- **Tamizado:** La harina proveniente del molino tiene diferentes tamaños de partícula por lo que se pasa por un tamiz a fin de obtener un producto de fineza adecuada.
- **Envasado:** utilizando bolsas de polietileno de alta densidad.
- **Almacenamiento:** En un ambiente fresco y lejos de contaminación para su posterior proceso.

### 3.6.2. Evaluación del índice de finura de la harina de tocosh

Se pesó 100 g de la harina de tocosh obtenida y se colocó en el tamiz superior del agitador mecánico Ro-Tap (juego de tamices marca Tyler de números: 20, 30, 60, 80, 120, 170 y 230 y el plato recolector). La operación de tamizado se realizó por 20 minutos; al final se pesó lo retenido en cada tamiz determinándose % rechazos y el factor de retardo para finalmente determinar el índice de fineza.

### 3.6.3. Proceso de elaboración de pasta de tarwi

El flujo de operaciones para el proceso de elaboración de pasta de tarwi, se realizó según la Figura 2 que se describe a continuación.



**Figura 2.** Flujograma para la obtención de pasta de tarwi.

▪ **Recepción:** El tarwi se recepcionó en buenas condiciones (fresca).  
En el laboratorio de harinas y sucedáneos.

▪ **Pesado:** Esta operación se realizó en una balanza de precisión de 6 kg de capacidad.

▪ **Lavado:** Las semillas fueron lavados con agua potable con la finalidad de eliminar partículas o agentes extraños que se puedan adherir.

- **Cernido:** Se realizó con un cernidor de aluminio con la finalidad de eliminar el agua de lavado.

- **Licuada:** Esta operación se realizó, con la finalidad de obtener la pasta de tarwi con una mayor fineza.

- **Envasado:** La pasta de tarwi se envasó en fundas de polietileno de 250 y 500 g de capacidad.

- **Almacenado:** La pasta de tarwi se almacenó a temperatura de congelación.

#### **3.6.4. Determinación del tratamiento más aceptada.**

##### **3.6.4.1. Elaboración de los panes**

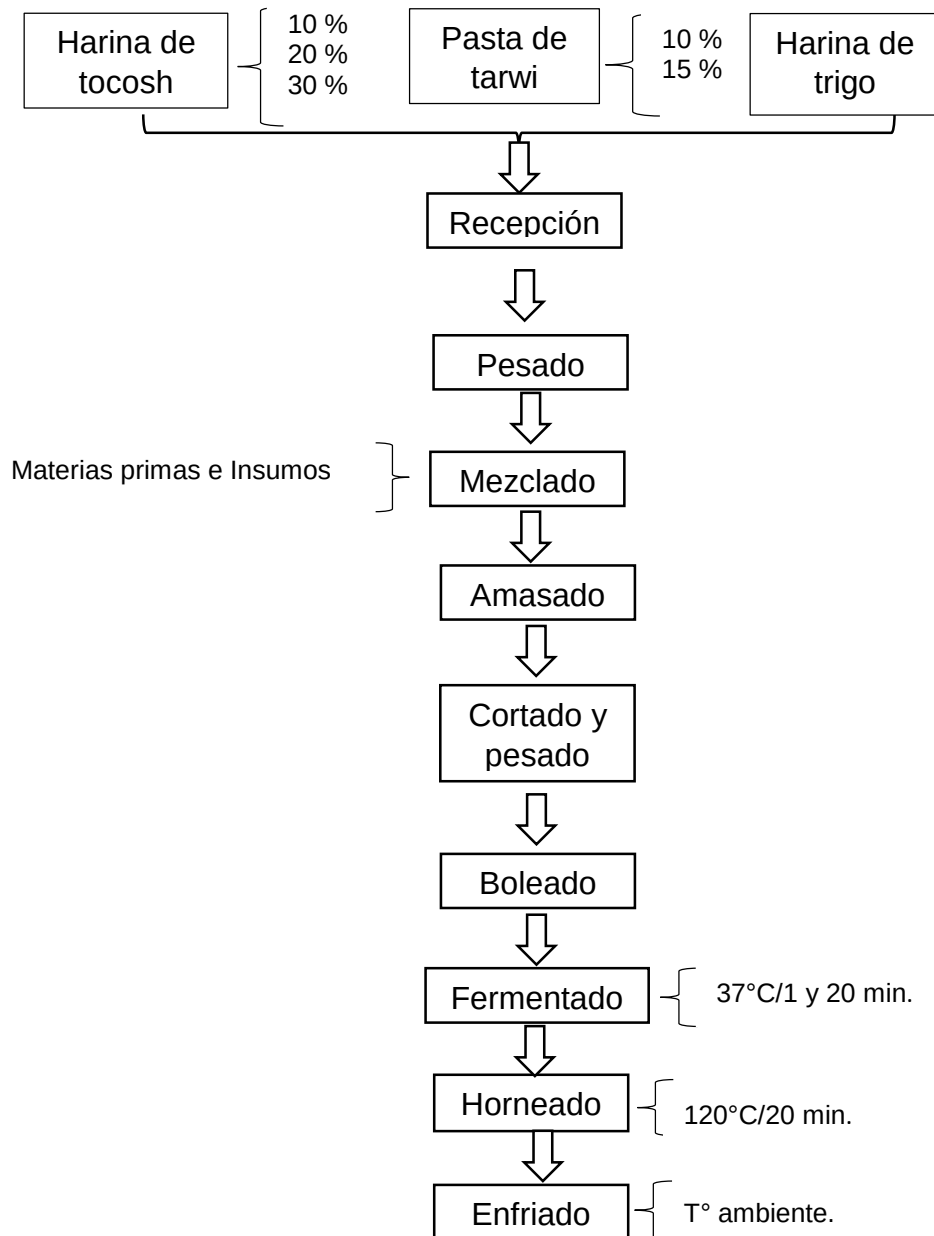
Los panes fueron elaborados en base a la formulación establecida en el Anexo 2 (A-2), los porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de tocosh fueron de 10%, 20% y 30% y de 10% y 15% de pasta de tarwi.

Las operaciones involucradas en el proceso se presentan en la Figura 3 y se detalla enseguida:

**Recepción:** Las harinas de trigo y de tocosh de papa, la pasta de tarwi, levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), mejorador, azúcar, sal, grasa y agua, fueron recepcionadas verificando sus especificaciones.

- **Pesado:** se pesaron las harinas e insumos antes de ser mezclados.

- **Mezclado:** se mezclaron en primer lugar los ingredientes secos (harina de trigo, harina de tocosh, pasta de tarwi, mejorador, sal, azúcar, levadura); luego los materiales húmedos (grasa y agua), el agua fue agregada poco a poco.



**Figura 3.** Flujograma para la elaboración de panes con harina de tocosh de papa y pasta de tarwi.



- **Amasado:** se amasó hasta desarrollar el gluten (punto liga), estirar una parte de la masa y que no se rompa, el objetivo es formar una masa homogénea, elástica y consistente.

- **Cortado y pesado:** cortado manual en trozos de masa de 30 g aproximadamente.

- **Boleado:** se realiza en porciones cortadas y en forma manual, para el cual se presiona con la palma de la mano haciendo círculos hasta obtener una bola compacta.

- **Fermentado:** se realiza después del moldeado a 35-37 °C, HR 85 - 90% tiempo de 1 hora y 20 min, con el fin de evitar que la corteza sea reseca, así como el de dar a la masa, buen volumen verificando que la miga esté bien formada y tenga uniformidad.

- **Horneado:** a 120 °C/20 min, la finalidad del horneado es cocer la masa que se convierte en pan.

- **Enfriado:** aproximadamente por 2 a 3 horas a temperatura ambiente, se dejó enfriar antes de ser almacenado en las latas y se pone luego en las mesas de trabajo.

#### 3.6.4.2. Evaluación sensorial de los panes

Se realizaron para determinar el mejor tratamiento de sustitución de panes elaborados con harina de tocosh de papa (10%, 20% y 30%) y pasta de tarwi (10% y 15%), los 7 tratamientos fueron evaluados por 15 panelistas semi entrenados a través de una escala hedónica de 5 puntos, evaluándose los atributos de olor, color, sabor y textura.

### **3.6.5. Evaluación farinográfica de la mezcla de harinas del pan con sustitución más aceptable.**

La calidad de las harinas y de la pasta de tarwi, se realizó en el farinográfico. Se pesó 300 g de la mezcla que se incorporó al farinógrafo previamente instalado y conectado a un computador. El equipo realiza el amasado de la harina y muestra en la pantalla de la computadora los parámetros farinograficos conforme transcurre el proceso de amasado. El tiempo programado para la elaboración del farinograma de la harina fue de 20 minutos. El farinograma muestra los diferentes parámetros: absorción de agua óptima, tiempo de desarrollo de la masa, estabilidad de la masa y del decaimiento o ablandamiento de la masa. Los resultados se expresaron en unidades farinograficas (UF) para la absorción de agua y el ablandamiento, mientras que para el tiempo de desarrollo y la estabilidad se expresaron en minutos.

### **3.6.6. Evaluación fisicoquímica, químico proximal y física de los panes**

Se realizaron las evaluaciones de pH y acidez de todos los tratamientos en estudio.

Se analizaron: humedad, grasa, proteína, ceniza, fibra bruta, según los métodos descritos.

La evaluación física de los panes comprendió:

- **Volumen:** Según el método de desplazamiento de semillas, para el cual se introdujo el pan en un recipiente, cuyo volumen es conocido ( $V_1$ ). Se sacan las semillas de linaza, se saca la pieza de pan del recipiente y se colocan las semillas de linaza que quedan en la probeta para determinar el volumen

(V2). El volumen ocupado por el pan se obtiene por diferencia entre el volumen inicial y el final”, es decir:

$$\text{volumen del pan (mL)} = V1 - V2$$

▪ **Volumen específico:** mediante la siguiente ecuación:

$$\text{volumen específico} \frac{\text{mL}}{\text{g}} = \frac{\text{Volumen del pan}}{\text{peso del pan}}$$

▪ **Densidad aparente:** mediante cálculo matemático, siguiente:

$$\text{densidad aparente} \frac{\text{g}}{\text{mL}} = \frac{\text{Peso del pan}}{\text{volumen del pan}}$$

### 3.6.7. Evaluación fisicoquímica, químico proximal y físico del tratamiento más aceptable y el tratamiento control

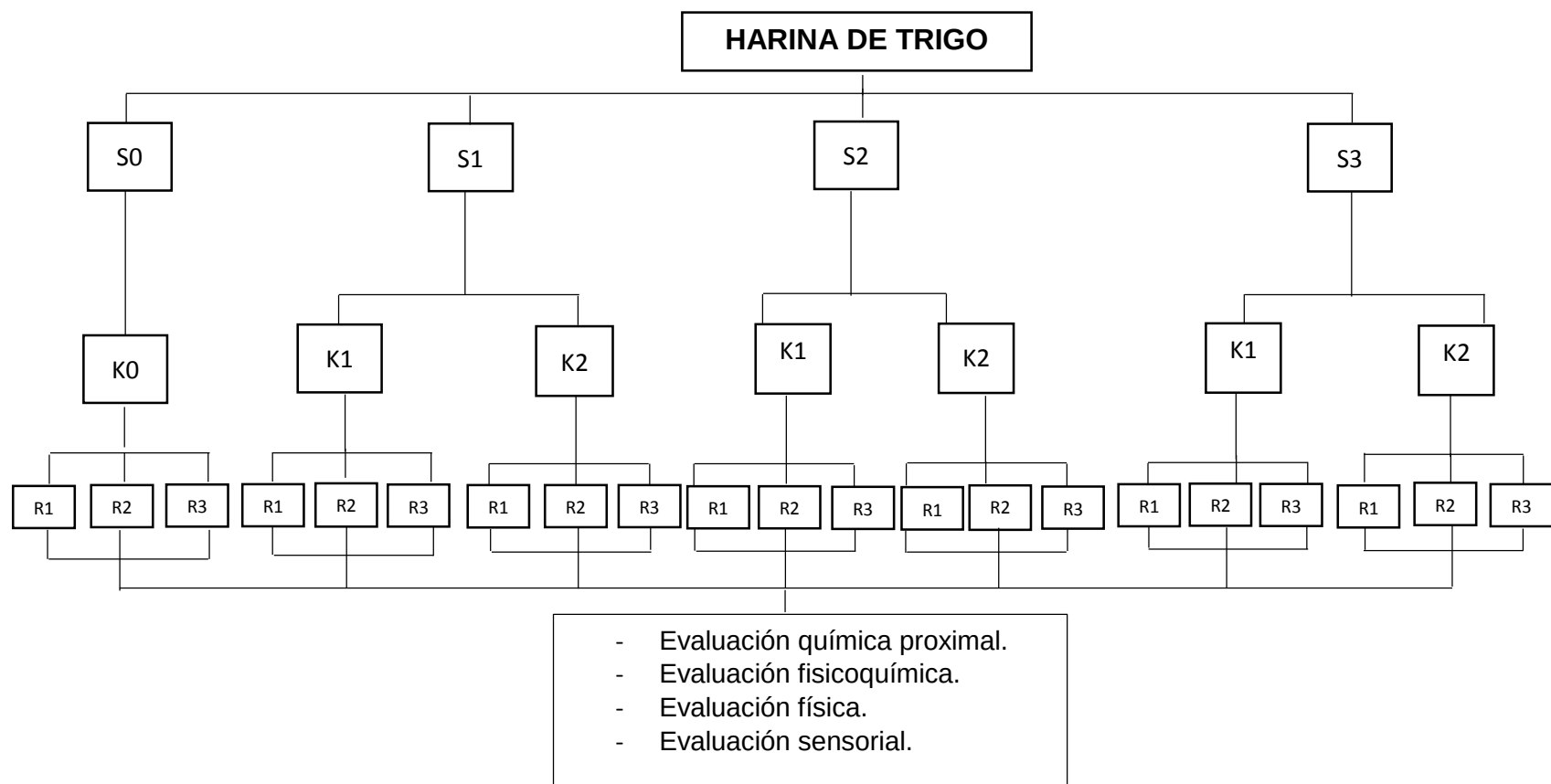
Se evaluaron: pH y acidez del tratamiento control y el tratamiento más aceptable, según lo descrito en métodos de análisis.

Se evaluaron: humedad, grasa, proteína, ceniza, fibra bruta en el tratamiento control y el tratamiento más aceptable, según los métodos descritos.

Se realizaron las evaluaciones de Volumen, volumen específico y densidad aparente del tratamiento control y del tratamiento más aceptable, según los métodos descritos anteriormente.

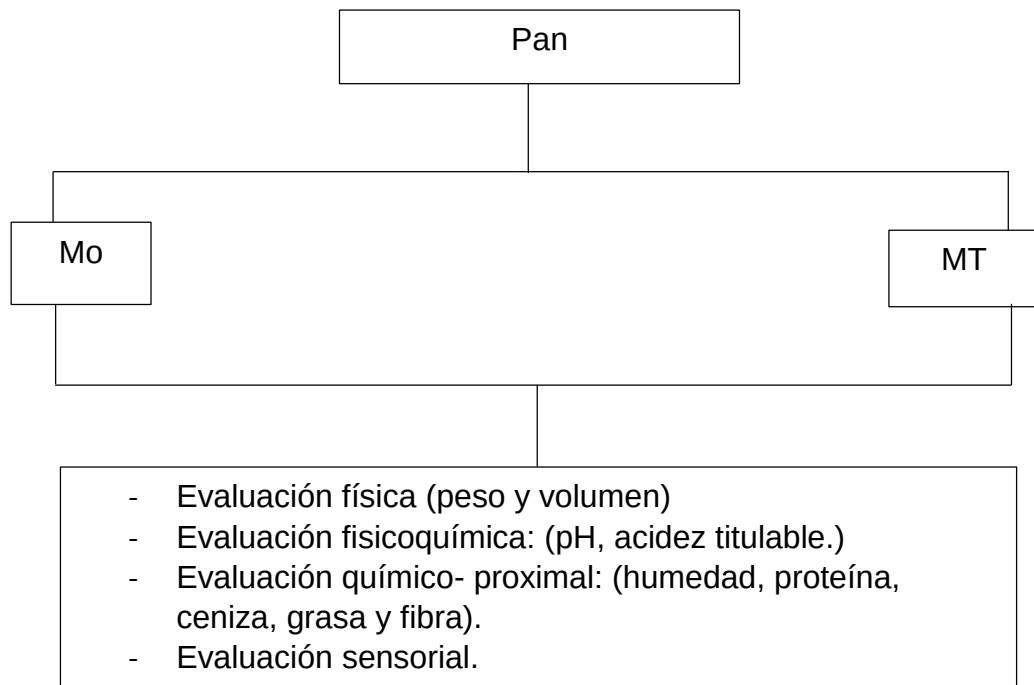
### 3.7. Esquema experimental

En las Figuras 4 y 5 se presentan el esquema experimental de la investigación.



S0:0%H. de tocosh    S1:10% H. tocosh    S2:20% H. tocosh    S3: 30% H. tocosh  
k0:0% pasta de tarwi.    k1: 10% pasta de tarwi    k2:15% pasta de tarwi

**Figura 4.** Diseño experimental de la investigación.



MO: Tratamiento control, sin sustitución

MT: Mejor tratamiento de pan con harina de tocosh y pasta de tarwi.

**Figura 5** Diseño experimental para comparar las características del pan sin sustitución y con sustitución.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. De la harina de tocosh de papa**

#### **▪Recepción**

Se recepcionó la materia prima en buenas condiciones. Según MARTÍNEZ (2011), en esta operación se reciben y seleccionan los tubérculos de acuerdo con el tamaño, por cuanto, la calidad de la harina dependerá del buen estado materia prima.

#### **▪Pesado y selección**

Esta operación se realizó en una balanza de precisión de 6 kg de capacidad. VARGAS (2014) indica que la finalidad de determinar el peso es para realizar el balance de materia.

#### **▪Lavado**

Las papas fueron lavadas con agua, con el fin de eliminar impurezas que podrían contaminar la harina de tocosh de papa. Según BISSO (2012) se realiza el lavado con el fin de retirar todo tipo de material extraño o contaminante que se encuentre adherido a la superficie.

#### **▪Pelado**

Se realizó de forma manual. BISSO (2012) peló las papas con la ayuda de vapor, esta cocina ligeramente la parte externa de la papa haciendo

que el desprendimiento de la cáscara sea fácil. De este modo se logra asegurar que la cáscara de papa no esté contaminada con pasta de papa en la harina.

#### ▪ **Secado**

En un secador de bandeja a una temperatura de 60 °C/15 horas con el propósito de acelerar el secado. ROMERO (2019) recomienda distribuir la papa trozada/cortada sobre mallas o bandejas, el secado que su contenido final fue del 10% aprox. Debido a los altos costos que involucra esta operación, recomienda un secado mixto (pre secado con aire caliente y secado solar final).

#### ▪ **Molienda**

Mediante un molino industrial por el que pasan los trozos secos para ser reducidos a partículas pequeñas, obteniéndose la harina. ORÉ (2015) utilizó un molino de martillos, donde la oca deshidratada con una humedad de 11 a 14%, se trituro hasta lograr un polvo fino.

#### ▪ **Tamizado**

La harina sale del molino con diferentes tamaños de partícula por lo que es pasada a través de un tamiz a fin de obtener un producto uniforme. Es un proceso por el cual se separan los materiales sólidos de diferentes tipos, por tamaños, ya sean en grano, pulverulentos o en suspensión acuosa. Se realizó utilizando malla N° 100, hasta obtener una harina con granulometría fina. Dicho proceso es llevado a cabo haciendo pasar el material a través de una malla de acero tejida o una placa perforada, que posee una abertura.

#### ▪ **Envasado**

En bolsa, de polietileno. VARGAS (2014) recomienda el uso de bolsas de polietileno con densidad media de 1 kilo y ½ kilo.

#### ▪ Almacenamiento

En un lugar fresco, seco, limpio y bien ventilado, para su conservación hasta la comercialización.

#### **4.1.1. Balance de materia en la obtención de harina de tocosh de papa.**

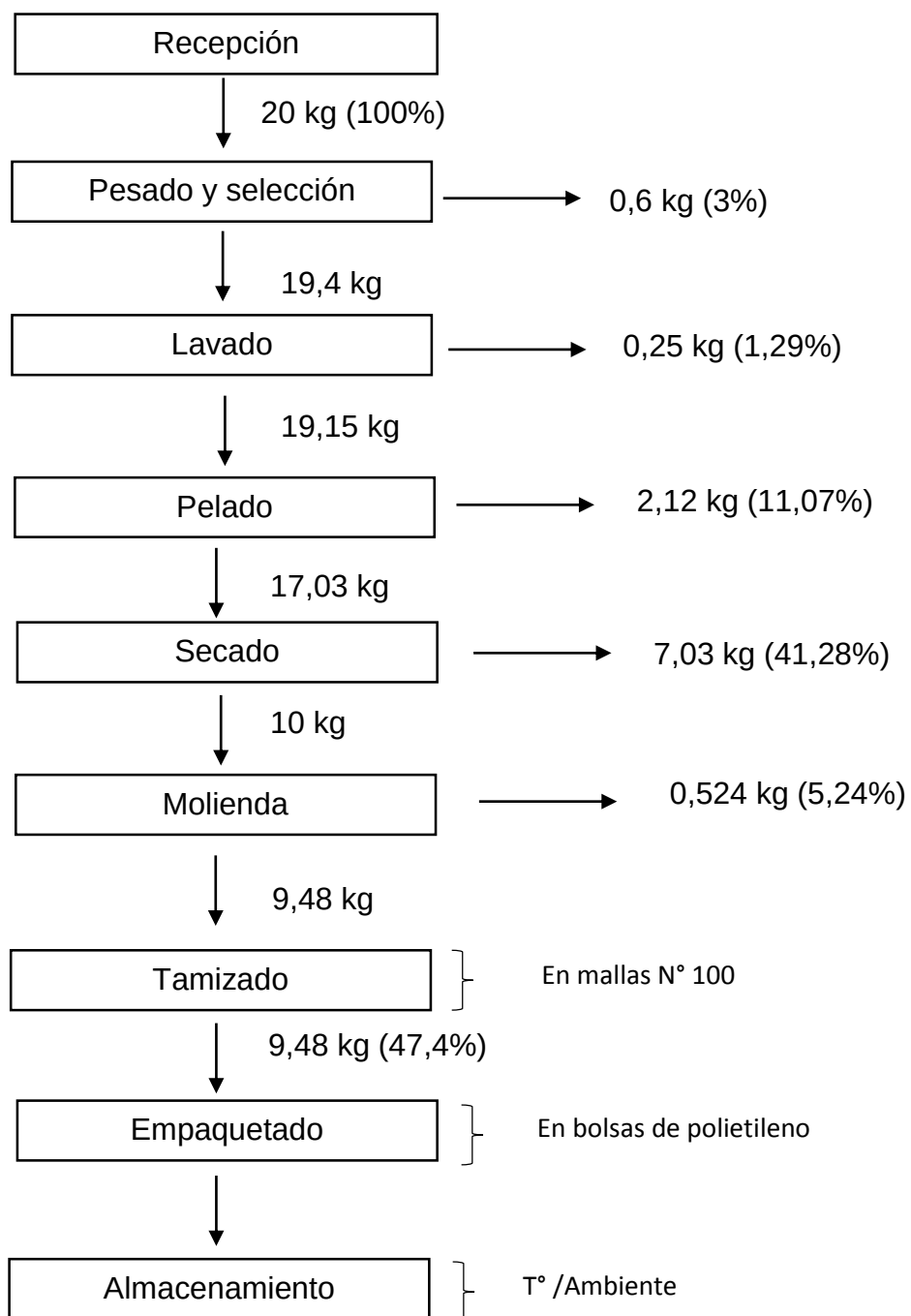
En la Figura 6 se muestra el balance de materia del proceso de obtención de harina de tocosh de papa.

Según los resultados, se puede observar que existe menor pérdida en las operaciones de lavado (1,28 %), pesado y selección (3%) y molienda (5,18%).

De igual manera, se produce mayores pérdidas en las operaciones de pelado (11,01%) y secado (41,03%).

El rendimiento por proceso fue de 47,4%.





**Figura 6.** Balance de materia en la elaboración de harina de tocosh de papa.

#### 4.2. Caracterización granulométrica de la harina de tocosh

En el Cuadro 6 se muestra el análisis de granulometría de la harina de tocosh de papa de usando los tamices N° 20, 30, 60, 80, 120,170 y 230.

**Cuadro 6.** Análisis de granulometría de la harina de tocosh.

| N° de tamiz | Luz de malla (µm) | Material retenido (g) | % MR    | Factor de retardo | %MRxFR  |
|-------------|-------------------|-----------------------|---------|-------------------|---------|
| 20          | 850               | 2,310                 | 2,310   | 7                 | 16,170  |
| 30          | 600               | 3,122                 | 3,122   | 6                 | 18,732  |
| 60          | 250               | 3,428                 | 3,428   | 5                 | 17,140  |
| 80          | 180               | 5,062                 | 5,062   | 4                 | 20,248  |
| 120         | 125               | 8,033                 | 8,033   | 3                 | 24,099  |
| 170         | 90                | 17,032                | 17,032  | 2                 | 34,064  |
| 230         | 63                | 60,031                | 60,031  | 1                 | 60,031  |
| Plato       | 0                 | 0,982                 | 0,982   | 0                 | 0,000   |
| TOTAL       |                   | 100,000               | 100,000 |                   | 190,484 |

M.F.= %MR x FR/100 =1,9    M.R. = Material retenido    F.R. = Factor de retardo

Se obtuvo un índice de fineza de 1,9 ubicándose como una molienda entre fina y media.

De acuerdo con lo indicado por el Codex Alimentarius referente al tamaño de partícula de harinas, el 100% debe pasar a través de un tamiz cuya abertura de malla sea 500 µm de diámetro para la harina “fina” y de 1000 µm para harina “media”. en base a los resultados se puede observar que la harina

de tocosh analizada originaría harina entre media y fina, debido a que el mayor porcentaje de ésta se depositó en las mallas menor a 250  $\mu\text{m}$ .

El análisis granulométrico se relaciona con la difusividad del agua dentro de las partículas, es decir, la capacidad de absorción de agua de la harina, que pueden absorber mayor o menor cantidad de agua. Las partículas de menor tamaño absorben más agua y más rápido, a comparación de las partículas de mayor tamaño, por la mayor área superficial que permite interactuar con las moléculas de agua (DE LA HERA *et al.*, 2013).

SCHMIELE *et al.* (2011) indica que “la uniformidad en la granulometría es más importante que el tamaño de las partículas, porque permite una distribución uniforme del agua dentro de la masa”.

Según los valores del análisis granulométrico, este se encuentra dentro del rango de una harina apta para el uso en panificación.

#### **4.3. Características farinográficas de las harinas**

En el Cuadro 7 se observa el promedio de los valores de los parámetros farinográficos de la harina de trigo así como la del tratamiento cuya mezcla de harina de tocosh, tarwi y trigo resultó más aceptable.

De los resultados, se observa que el mejor tratamiento de la mezcla de harinas (75% harina de trigo, 10% harina de tocosh y 15% de tarwi) presenta mayor porcentaje de absorción de agua, mayor tiempo de desarrollo y mayor ablandamiento de masa comparado con la harina de trigo, pero menor estabilidad de la masa.

**Cuadro 7.** Resultado de la evaluación farinográfica de la harina de trigo y de la mezcla de harinas más aceptable.

| <b>Muestra</b> | <b>Absorción de agua (%)</b> | <b>Tiempo de desarrollo (min)</b> | <b>Estabilidad de la masa (min)</b> | <b>Ablandamiento de la masa (UF)</b> |
|----------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| H. T           | 61                           | 9,18                              | 13,5                                | 74                                   |
| M.T.           | 66                           | 12,55                             | 10,7                                | 85                                   |

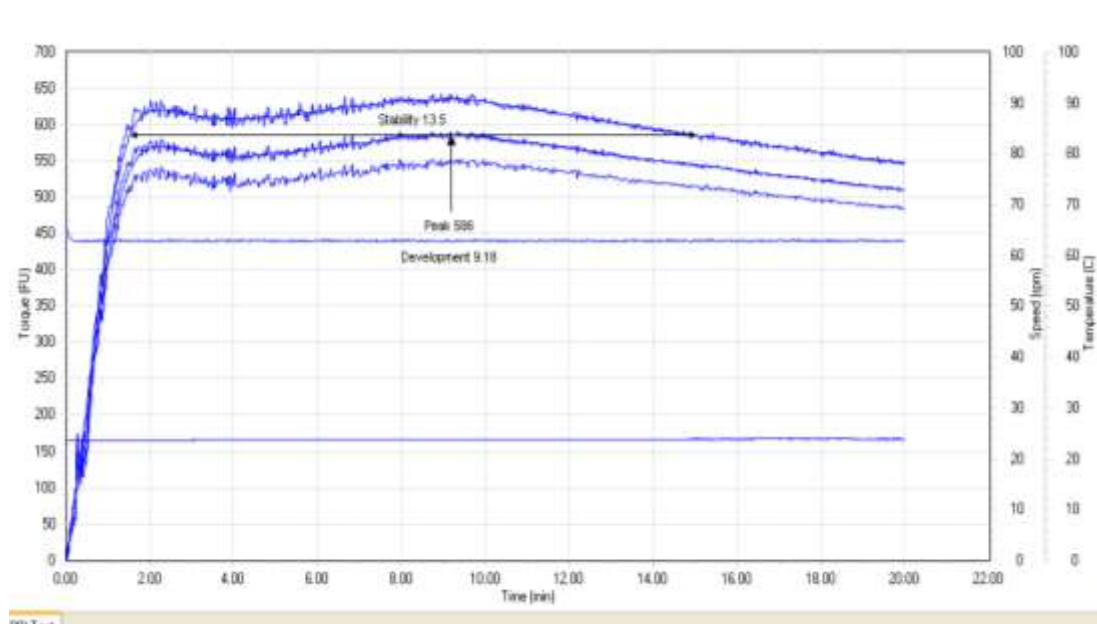
M.T = Mejor tratamiento H.T= Harina de trigo U.F = Unidad farinográfica

ESPINOZA y LUDENÑA (2018) reportan valores de 61,4%; 62,1% y 62,9% en tratamientos con 100% harina de trigo, 95% de Harina de trigo + 5% de harina de chíá desgrasada y 92,5% de Harina de trigo + 7,5% de harina de chíá desgrasada, respectivamente, cabe indicar que los valores indican que la masa es resistente y tiene fuerza para la absorción de agua”.

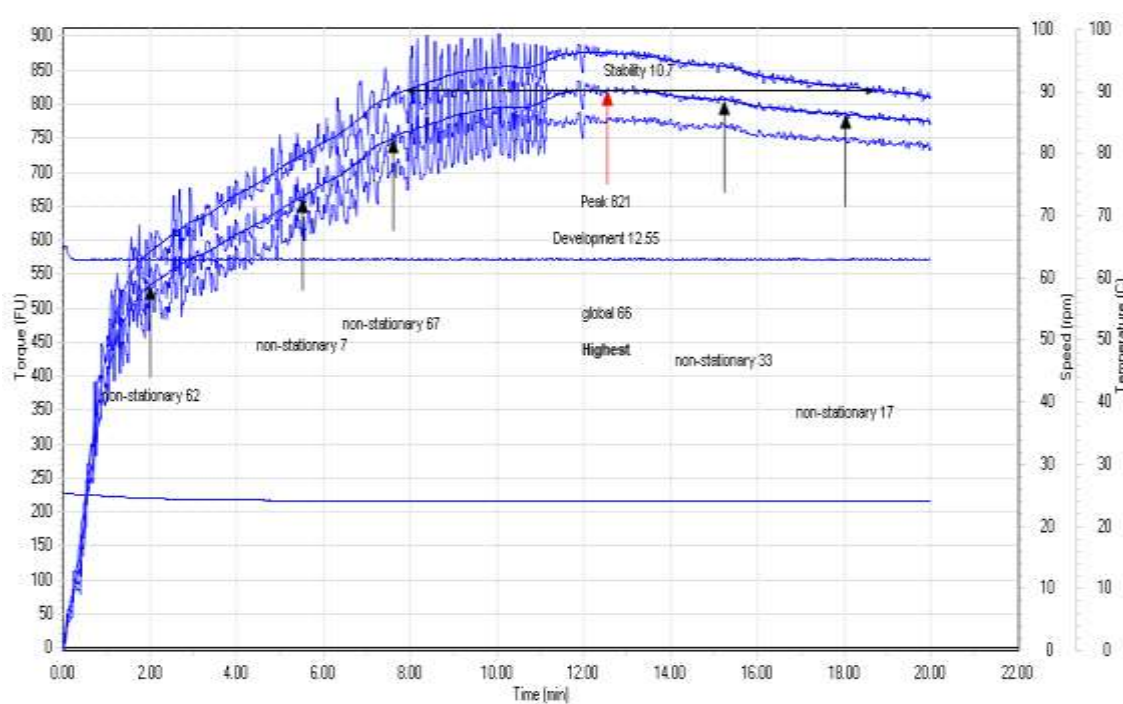
VARANDA (2014) encontró “en bolos (30% de sustitución de H. de sachá inchi), un aumento muy significativo en las características de absorción de agua; a mayor cantidad de torta desgrasada extruida de Sacha Inchi añadida, los valores son más altos, con 18,7% y 25% de sustitución obtuvieron 65,7% de absorción de agua, esto por el alto contenido en fibra que posee”.

MAGAÑA *et al.* (2012) mencionan que “una masa para que tenga buena calidad panadera debe de tener una estabilidad de 5 a 9 min para una harina de fuerza media y de 10 a 15 min para una harina fuerza superior, por lo que, obtuvo una harina de fuerza superior”. Por otro lado, BELTRAN *et al.* 2011),

afirman que “una harina fuerte proporcionas mayor estabilidad y consistencia en el amasado”.



**Figura 7.** Farinograma de la harina de trigo.



**Figura 8.** Farinograma de la mezcla de harina del mejor tratamiento.

#### **4.4. De la evaluación químico proximal de todos los tratamientos**

El Cuadro 8 indica los resultados obtenidos de la caracterización químico proximal de todos los tratamientos

##### **4.4.1. Humedad**

El mayor contenido de humedad se presentó en el tratamiento S2 ( $13,26 \pm 1,12\%$ ) y el menor en el tratamiento S6 ( $10,71 \pm 2,49\%$ ). CUTIPA (2014) obtuvo 23,44% de humedad con 5% de sustitución de harina de tarwi y 21,97% con 10%, a mayor sustitución disminuye la humedad en los panes elaborados.

##### **4.4.2. Proteína**

El mayor valor se encontró en S2 (75%HT: 10%T:15%N) con un porcentaje de proteína de  $18,69 \pm 0,53$ , no existiendo diferencia estadística significativa con S1 (75%HT:10%T:15%N), el menor valor en S0 (100%HT) con  $8,68 \pm 0,74\%$ . CUTIPA (2014) encontró “contenidos de proteína de 16,24% con sustitución de 10% de harina de tarwi y con 5% obtuvo 14,70%, el tratamiento testigo sin enriquecimiento presentó 9,62%, los porcentajes de proteína ascienden con al sustituir harina de trigo por harina de tarwi”.

SINDONI *et al.* (2008) obtuvieron en H. de trigo 13,5% de proteína. “El valor nutricional de las frutas decrece con el secado porque involucra pérdida de nutrientes como la proteína”. Comparando los resultados obtenidos en la investigación se puede apreciar que al 10% de sustitución con harina de tocosh y 15% de pasta de tarwi se obtiene mayor contenido de proteína ( $18,69 \pm 0,30\%$ ), se llega a la conclusión que a mayor sustitución de pasta de tarwi se obtiene mayor cantidad de proteína

**Cuadro 8.** Resultado de la composición químico proximal de todos los tratamientos

| Tratamientos | Leyenda           | Componente              |                          |                        |                        |                         |
|--------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
|              |                   | Humedad                 | Proteína                 | Grasa                  | Ceniza                 | Fibra                   |
| S0           | 100%HT            | 11,08±2,02 <sup>a</sup> | 8,68±0,74 <sup>a</sup>   | 1,74±0,09 <sup>a</sup> | 1,41±0,7 <sup>a</sup>  | 1,20±0,06 <sup>a</sup>  |
| S1           | 80%HT: 10%T:10 %N | 11,6±1,20 <sup>a</sup>  | 16,28±0,23 <sup>b</sup>  | 1,90±0,27 <sup>a</sup> | 1,12±0,05 <sup>a</sup> | 2,64±0,04 <sup>bc</sup> |
| S2           | 75%HT: 10%T:15%N  | 13,2±1,12 <sup>a</sup>  | 18,69±0,53 <sup>bc</sup> | 2,13±0,52 <sup>a</sup> | 1,40±0,31 <sup>a</sup> | 3,86±0,58 <sup>c</sup>  |
| S3           | 70%HT: 20%T:10%N  | 11,8±1,17 <sup>a</sup>  | 15,36±0,45 <sup>c</sup>  | 1,99±0,26 <sup>a</sup> | 1,01±0,39 <sup>a</sup> | 3,17±0,64 <sup>c</sup>  |
| S4           | 65%HT:20%T:15 %N  | 11,0±2,58 <sup>a</sup>  | 16,13±0,82 <sup>c</sup>  | 1,78±0,66 <sup>a</sup> | 1,75±1,07 <sup>a</sup> | 3,30±0,45 <sup>c</sup>  |
| S5           | 60%HT: 30%T:10%N  | 12,8±0,36 <sup>a</sup>  | 14,13±0,33 <sup>c</sup>  | 1,72±0,53 <sup>a</sup> | 1,16±0,08 <sup>a</sup> | 3,02±0,71 <sup>c</sup>  |
| S6           | 55%HT:30%T:15%N   | 10,7±2,49 <sup>a</sup>  | 15,71±0,13 <sup>d</sup>  | 1,77±0,40 <sup>a</sup> | 1,13±0,16 <sup>a</sup> | 3,97±0,90 <sup>c</sup>  |

Los valores representan promedios ± SEM, los datos provienen de experimentos con tres repeticiones cada uno y con diferentes sub índices de cada columna (p<0,05) . cada subíndice indica diferencia estadísticamente

HT= harina de trigo, T= harina de tocosh, N= pasta de tarwi.

#### 4.4.3. Grasa

Del Cuadro 8 se deduce que el mayor contenido de grasa se presentó en el tratamiento S2 (75%HT:10%T:15%N) con  $2,13 \pm 0,52\%$  y el menor en el tratamiento S0 (100%HT) con  $1,74 \pm 0,09\%$ , sin embargo, no existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre el contenido de grasa de todos los tratamientos en estudio. La grasa del pan 100% de trigo es menor que el que contiene una sustitución del 20% con harina de garbanzo y los valores estarían dentro del rango establecido en la Norma NEN ISO 11085 (2013), que indica que la cantidad de grasa es de 1,5 a 4 %. El contenido de grasa en el pan 80 % de trigo fue de 2,11%, que puede deberse al alto contenido en grasa que posee la harina de garbanzo.

Según los resultados obtenidos, la sustitución de harina de tocosh y pasta de tarwi se encuentra dentro del rango establecido por la norma INEN (2013).

#### 4.4.4. Ceniza

Del contenido de ceniza, se obtuvo el valor más alto en el tratamiento S4 (20% H. de tocosh, 15% pasta de tarwi y 65% H. de trigo), con  $1,75 \pm 1,07\%$ , el menor en S3 (20% H. de tocosh, 10% de pasta de tarwi y 70% H. de harina de trigo), con  $1,01 \pm 0,39\%$ , sin embargo, no existe diferencia estadística significativa en el contenido de ceniza de todos los tratamientos a un nivel de significancia de 0,95



MAMANI (2006) reportó un resultado de ceniza de 3,58% con pan enriquecido con maca y haba, al aumentar las sustituciones el pan tiene mayores componentes vitamínicos para la alimentación.

AGRONEGOCIOS (2008) obtuvo como resultado de ceniza 1,18% en papapan fortificado. Se podría indicar que los datos que se obtuvieron en la investigación se encuentran dentro del rango mencionado por dichos autores.

#### **4.4.5. Fibra**

De los resultados de fibra, se aprecia que el mayor porcentaje se obtuvo en el tratamiento S6 (55%HT:30%T:15%N), sin embargo, no existe diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) entre las diferentes sustituciones, pero sí con el tratamiento S0= (100%HT), por lo que se podría afirmar que al sustituir la harina de trigo por la de tocosh y tarwi se incrementa el contenido de proteína de los panes. Los resultados están de acuerdo con BAUSTISTA *et al.* (2007) quienes mostraron que el 16% de pan enriquecido con salvado de trigo es el más alto en fibra (7,4%) que el pan de trigo de control (3,8%), los efectos de la fibra son beneficiosos y están relacionados con la composición de polisacáridos, oligosacáridos y ligninas. Los panes enriquecidos con salvado son más altos en fibra lo que lo convierte en un activo importante para la prevención de enfermedades crónicas.

Según los resultados de la investigación se obtuvo 3,6% de fibra con 10% de harina de tocosh y 15% de pasta de tarwi. Por otra parte, el 100% de harina de trigo dio como resultado de 1,20% de fibra, por lo que la adición de harina de tocosh y pasta de tarwi estaría incrementando el contenido de fibra de

los panes por lo tanto estaría incrementándose las propiedades de los panes con efectos positivos para la salud de los consumidores.

#### 4.5. De la caracterización física de todos los tratamientos

Los resultados de la determinación física de todos los tratamientos se indican en el Cuadro 9.

**Cuadro 9.** Resultado de la caracterización física de todos los tratamientos.

| Tratamientos |                   | Volumen<br>(mL)       | Peso<br>(g) | Ve<br>(mL/g)          | Densidad<br>(g/mL)     |
|--------------|-------------------|-----------------------|-------------|-----------------------|------------------------|
| S0           | 100%HT            | 100,3±1,5a            | 43,05       | 2,3±0,01 <sup>a</sup> | 0,43±0,02 <sup>a</sup> |
| S1           | 80%HT: 10%T:10 %N | 91±1,0 <sup>b</sup>   | 41,8        | 2,1±0,02 <sup>b</sup> | 0,45±0,05 <sup>a</sup> |
| S2           | 75%HT: 10%T: 15%N | 86,6±1,5 <sup>b</sup> | 41,7        | 2,0±0,03 <sup>b</sup> | 0,48±0,08 <sup>a</sup> |
| S3           | 70%HT: 20%T:10%N  | 72±1,0 <sup>c</sup>   | 42,4        | 1,6±0,02 <sup>b</sup> | 0,58±0,08 <sup>b</sup> |
| S4           | 65%HT:20%T:15 %N  | 65±2,0 <sup>d</sup>   | 38,3        | 1,6±0,05 <sup>c</sup> | 0,58±0,01 <sup>b</sup> |
| S5           | 60%HT: 30%T:10%N  | 62±2,0 <sup>d</sup>   | 39          | 1,5±0,05 <sup>c</sup> | 0,62±0,02 <sup>b</sup> |
| S6           | 55%HT:30%T:15%N   | 53±2,6 <sup>e</sup>   | 40,2        | 1,3±0,06 <sup>d</sup> | 0,75±0,03 <sup>c</sup> |

Los valores representan promedios ± SEM, datos de experimentos con tres repeticiones y con diferentes sub índices de cada columna (p<0,05) HT = harina de trigo T = harina de tocosh, N= pasta de tarwi.

##### 4.5.1. Volumen (V)

El volumen es el espacio ocupado por el pan formado por una relación ideal entre peso del pan y el volumen de este” (ALASINO, 2009); DA MOTA *et al.* (2004) mencionan que las características físicas del pan sirven para analizar los cambios necesarios en la formulación en el proceso de la preparación.

Utilizando Tukey ( $p < 0,05$ ) se obtuvo mayor volumen en S0 (100%HT)  $100,3 \pm 1,5$  mL y el menor correspondió a S6 (55%HT:30%T:15%N)  $53 \pm 2,6$  mL, existiendo diferencia estadísticamente significativa del volumen del pan con harina de trigo respecto a los panes con sustitución de harina de tocosh y pasta de tarwi, por otro lado, no se presenta diferencia significativa entre los tratamientos S1 y S2, ni entre los tratamientos S3 y S4.

Los análisis del volumen se justifican según ALASINO (2009) porque es uno de los factores importantes para la fuerza de la harina, la capacidad de extensión del gluten se lleva a cabo por medio de la volatilización que se produce cuando la levadura entra en contacto con los azúcares.

Los valores obtenidos en los diferentes tratamientos indican pérdida del volumen comparado con el preparado solo con trigo, el mayor volumen perdido fue 47,7% en S6 (55%HT:30%T:15%N) esto, se explicaría porque las proteínas de las sustituciones son diferentes a las de la proteína de la harina de trigo; según AGUILAR *et al.* (2011) se presenta dificultad para que se forme el gluten.

#### **4.5.2. Volumen específico (Ve)**

Según el Cuadro 9, el tratamiento S0 (100% de harina de trigo) presenta mayor volumen específico (2,3 mL/g) presentando diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) con los panes, según los diferentes porcentajes de sustitución de harina de tocosh y pasta de tarwi.

Igualmente, entre los tratamientos S1 (80%HT:10%T:10%N), S2 (75%HT:10%T:15%N) y S3 (70%HT:20%T:10%N), no existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en cuanto a volumen específico, así como entre los

tratamientos S4 (65%HT:20%T:15 %N) y S5 (60%HT:30%T:10%N). El menor valor se presentó en el tratamiento S6 (55%HT:30%T:15%N) con un valor de  $1,3 \pm 0,06$  mL/g, el volumen específico correspondiente a todas las mezclas de harina de tocosh y pastapu de tarwi se encuentra dentro del rango de 1,3 a 2,1 (mL/g). ALASINO *et al.* (2011) indican que “el volumen específico se afecta por las características de las proteínas de la harina con un valor de 4,29 (mL /g)”.

PINEDA y VÁZQUEZ (2010) encontraron “un volumen específico de 3,99 (mL/g) en panes elaborados con harina de trigo”, valor superior al encontrado en la presente investigación.

#### **4.5.3. Densidad aparente**

Del Cuadro 9 el mayor valor de densidad aparente se presentó en S6 (55%HT:30%T:15%N) con 0,75g/mL, y el menor valor en S0 (100%HT) con 0,43 g/mL, esto indica que cuanto mayor es la densidad aparente menor será el volumen específico. HENAO (2004) reporta “densidad aparente de 0,19 g/mL en panes elaborados con harina tradicional, valor menor al encontrado en la presente investigación, esto podría deberse a la variación en el tipo de harina de trigo utilizado”.

#### **4.6. Valores de pH y acidez titulable en todos los tratamientos**

En el Cuadro 10 se presenta los valores de pH y acidez titulable de todos los tratamientos en estudio.

**Cuadro 10.** Resultado de pH y acidez titulable de todos los tratamientos

| Tratamientos |                 | pH                     | Acidez titulable<br>(% ácido sulfúrico) |
|--------------|-----------------|------------------------|-----------------------------------------|
| S0           | 100%HT          | 5,96±0,0 <sup>a</sup>  | 1,2±0,2 <sup>a</sup>                    |
| S1           | 80%HT:10%T:10%N | 6,35±0,0 <sup>e</sup>  | 0,8±0,0 <sup>a</sup>                    |
| S2           | 75%HT:10%T:15%N | 6,11±0,0 <sup>c</sup>  | 0,4±0,0 <sup>a</sup>                    |
| S3           | 70%HT:20%T:10%N | 6,18 ±0,0 <sup>d</sup> | 0,3±0,0 <sup>a</sup>                    |
| S4           | 65%HT:20%T:15%N | 6,08±0,0 <sup>b</sup>  | 0,5±0,0 <sup>a</sup>                    |
| S5           | 60%HT:30%T:10%N | 6,1±0,0 <sup>bc</sup>  | 0,3±0,0 <sup>a</sup>                    |
| S6           | 55%HT:30%T:15%N | 6,18±0,0 <sup>d</sup>  | 0,4±0,0 <sup>a</sup>                    |

Los valores representan promedios ± SEM, los datos provienen de experimentos con tres repeticiones cada uno y con diferentes subíndices en cada columna ( $p<0,05$ ).

HT = harina de trigo T = harina de tocosh, N= pasta de tarwi.

#### 4.6.1. pH

Los valores analizados estadísticamente indican que existe diferencia significativa, el mayor valor de pH corresponde al tratamiento S6 (55%H: 30%T:15 %N2) con 6,18, estadísticamente igual a S3 (70%HT:20%T:10%N) con 6,18 y el menor corresponde a So (100%HT) 5,96. VELASQUEZ (2012) obtuvo “resultados de pH en los tratamientos S5 (85%HT: 15%HPMo) 5,81 y S3 (85%HT: 15%HPM) 5,83 y el menor correspondió a So (100%HT) 5,48”; este valor último sería similar al encontrado en la presente investigación. LEÓN *et al.* (2006) indican que “los panes que se elaboran utilizando sólo harina tradicional presentan 5,58 de pH ”.

#### 4.6.2. Acidez titulable

En el Cuadro 10 se muestra los resultados de acidez titulable expresado en porcentaje de ácido sulfúrico de todos los tratamientos. El mayor contenido de acidez se encontró en S0 (100%HT) con  $1,21 \pm 0,2\%$  y el menor en S5 (60%HT:30%T:10%N) con  $0,31 \pm 0,0\%$  y S3 (70%H: 20%T:10 %N)  $0,37 \pm 0,0\%$ , sin embargo, no se presenta diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre todos los tratamientos.

SALAZAR (2015) obtuvo “valores de acidez titulable en pan de trigo, de quinua cruda y de quinua tostada de  $0,10 \pm 0,01$ ;  $0,25 \pm 0,01$  y  $0,16 \pm 0,01\%$  de ácido sulfúrico respectivamente. El pan de trigo cumplió con el máximo  $0,10\%$  de ácido sulfúrico permitido por la NORMAS TÉCNICAS ECUATORIANAS (2006)”. El porcentaje de acidez de pan de quinua cruda es mayor el de pan de quinua tostada. Los resultados obtenidos en este estudio fueron similares a los resultados reportados por SÁNCHEZ *et al.* (2010) quienes concluyeron que, en la elaboración de pan, la acidez titulable tiene que estar en  $0,922\%$  de ácido sulfúrico. Los datos obtenidos en la investigación se encuentran dentro del rango establecidos por dichos autores.

#### 4.7. Características sensoriales de todos los tratamientos

En el Cuadro 11 se indican los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de todos los tratamientos.

**Cuadro 11.** Resultado de la evaluación sensorial de los tratamientos.

| Tratamiento        | Atributos         |                    |                     |                    |
|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
|                    | Color             | Olor               | Textura             | Sabor              |
| S0 100% HT         | 3,95 <sup>c</sup> | 3,60 <sup>d</sup>  | 3,46 <sup>c</sup>   | 3,60 <sup>b</sup>  |
| S1 80%HT:10%T:10%N | 3,40 <sup>b</sup> | 4,40 <sup>cd</sup> | 3,40 <sup>bc</sup>  | 3,30 <sup>ab</sup> |
| S2 75%HT:10%T:15%N | 4,40 <sup>d</sup> | 3,40 <sup>e</sup>  | 4,37 <sup>d</sup>   | 4,40 <sup>c</sup>  |
| S3 70%HT:20%T:10%N | 3,30 <sup>b</sup> | 3,10 <sup>bc</sup> | 3,20 <sup>bc</sup>  | 3,20 <sup>a</sup>  |
| S4 65%HT:20%T:15%N | 2,90 <sup>a</sup> | 2,70 <sup>a</sup>  | 3,00 <sup>a</sup>   | 3,10 <sup>a</sup>  |
| S5 60%HT:30%T:10%N | 3,00 <sup>a</sup> | 3,10 <sup>b</sup>  | 3,10 <sup>ab</sup>  | 3,10 <sup>a</sup>  |
| S6 55%HT:30%T:15%N | 3,00 <sup>a</sup> | 3,10 <sup>b</sup>  | 3,20 <sup>abc</sup> | 3,30 <sup>ab</sup> |

Los valores representan promedios  $\pm$  SEM y provienen de los experimentos con tres repeticiones cada uno y con diferentes subíndices de cada columna ( $p < 0,05$ ).

HT = harina de trigo T = harina de tocosh, N= pasta de tarwi.

#### 4.7.1. Color

Según los resultados del Cuadro 11, el valor más alto en cuanto al color fue para el tratamiento S2 (75%HT:10%T:15%N) con 4,4 que se encuentra entre los calificativos de: me gusta y mucho me gusta, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos ( $p < 0,05$ ). En segundo lugar, se encuentra el tratamiento S0 (100%HT), con 3,95 seguido de los tratamientos S1 y S3, estadísticamente iguales calificados entre: me gusta y me es indiferente y por último los tratamientos S4, S5 y S6 entre: me es indiferente y me disgusta.

Según JARAMILLO (2000) “el pan se vuelve dorado a medida que se aumente la sustitución por harina de camote, la cual es amarillenta con ligeros tonos negruzcos. El camote contiene antioxidantes, se conocen 17 tipos de

carotenoides, de ellos, 8 se encuentran en gran proporción. Por tanto, el color del pan varía por los carotenos presentes en harina de camote.

#### **4.7.2. Olor**

Según los resultados del Cuadro 11, el valor más alto en cuanto al atributo olor fue para el tratamiento S1 (80%HT:10%T:10%N) con 4,4 que se encuentra entre los calificativos de: me gusta y me gusta mucho, siendo estadísticamente igual ( $p < 0,05$ ) al tratamiento S0 (100%HT). Luego siguen los tratamientos S1 y S3, estadísticamente iguales ( $p < 0,05$ ) calificados como me gusta y me es indiferente. Los tratamientos S3, S5 y S6 son estadísticamente iguales ( $p < 0,05$ ) calificados también entre me gusta y me es indiferente, finalmente el tratamiento que fue calificado con menor puntaje en cuanto a olor fue S4 con un valor de 2,7 (entre me disgusta y me es indiferente); esto podría justificarse por el olor característico del tocosh.

Según GONZÁLES *et al.* (2004) “en la obtención de panes con mezclas harina de trigo y chachafruto (0, 10, 20 y 30%), el olor no presentó diferencia significativa entre los tratamientos, el pan con 10% de sustitución presentó mayor aceptación, el aroma y olor del pan se vio afectado por la materia prima y aditivos, por el método con que se elaboran, por la fermentación, etc.”.

#### **4.7.3. Textura**

En cuanto al atributo textura, el tratamiento que tuvo mayor aceptación es el S2 (75%HT:10%T:15%N) con 4,4 y un calificativo de: entre me gusta y me gusta mucho, siendo estadísticamente diferente a los demás



tratamientos, le siguen los tratamientos S0, S1 y S6 estadísticamente iguales ( $p < 0,05$ ), igualmente son estadísticamente iguales S5 y S6, los tratamientos que obtuvo menor puntaje son S4, S5 y S6, estadísticamente iguales ( $p < 0,05$ ) calificado entre: me gusta y me es indiferente.

CERÓN *et al.* (2011) reportan que “a medida que se aumenta la sustitución de harina de papa, los panes se hacen más duros; el pan con 10% harina de papa, obtuvo mayor valor por su suavidad, por otro lado, el que se elaboró con 30% de sustitución fue más duro y por ende el más bajo puntaje.

Se puede concluir que al sustituir con 10% de harina de tocosh y 15% de pasta de tarwi es el más aceptable por los panelistas, el sustituir por mayor porcentaje de harina de tocosh de papa las características de textura se ven disminuidas.

#### **4.7.4. Sabor**

Según los resultados del atributo sabor, el tratamiento que tuvo mayor aceptación es el S2 (75%HT:10%T:15%N) con 4,4 y un calificativo de: entre me gusta y me gusta mucho, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos; los tratamientos S0, S1 y S6 son estadísticamente iguales ( $p < 0,05$ ), entre me es indiferente y me gusta, los tratamientos S1, S3, S4, S5 y S6 no presentan diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) y calificados entre: me disgusta y me es indiferente. Por tanto, la sustitución con 10% de harina de tocosh y 15% de pasta de tarwi es el tratamiento que más agradó a los panelistas.

PACHECO-DELAHAYE y TESTA (2005) en su investigación, hallaron “valores más altos en sabor en panes elaborados con 7% harina de

plátano verde y no presentaron diferencia significativa con el testigo. Por otra parte, la harina de camote presenta olor relativamente fuerte y no se percibe en el producto hasta en 10% de sustitución, al llegar al 20%, el sabor es muy fuerte, y el panelista lo percibe”.

Según TORRES *et.al.* (2007), “si sustituimos la harina de trigo por almidón de yuca, el almidón de yuca de sabor insípido no influye en el producto final, pero este sabor insípido disminuye el sabor a la harina de trigo y el producto final es rechazado por el consumidor. El camote puede ser aceptado hasta en 10% sin que afecte el agrado del público consumidor

#### 4.8. De la evaluación químico proximal de mejor tratamiento y de pan control.

En el Cuadro 12, se indica la evaluación químico proximal.

**Cuadro 12.** Resultado de la evaluación químico proximal del mejor tratamiento de pan de tocosh y pasta de tarwi y pan control.

| Composición<br>(%) | M.T. S2<br>(75%HT:10%T:15%N) | Pan control<br>100%HT    |
|--------------------|------------------------------|--------------------------|
| Humedad            | 12,26±0,79 <sup>a</sup>      | 12,030±1,07 <sup>a</sup> |
| Proteína           | 18,79±0,20 <sup>b</sup>      | 8,23±0,65 <sup>a</sup>   |
| Fibra              | 3,73±0,60 <sup>b</sup>       | 0,91±0,32 <sup>a</sup>   |
| Grasa              | 3,34±0,40 <sup>a</sup>       | 5,18±0,46 <sup>b</sup>   |
| Ceniza             | 0,59±0,71 <sup>a</sup>       | 1,43±0,52 <sup>a</sup>   |

Los valores representan promedios ± SEM y provienen de los experimentos con tres repeticiones cada uno y con diferentes subíndices de cada columna (p<0,05).

M.T: Mejor tratamiento, HT=harina de trigo, T=harina de tocosh de papa, N= pasta de tarwi

#### **4.8.1. Humedad**

Del Cuadro 12, las dos muestras no presentan diferencia significativa ( $p < 0,05$ ), con un valor de  $12,26 \pm 0,79$  para el mejor tratamiento de sustitución y  $12,030 \pm 1,07$  para el pan control.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (1979), señala que la humedad determinada para pan no debe ser mayor del 35%. Los resultados de la investigación se encuentran dentro del rango permitido por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) (1979).

#### **4.8.2. Proteína**

De los resultados obtenidos se puede apreciar que el pan con harina de tocosh y pasta de tarwi presentó mayor contenido de proteína ( $18,79 \pm 0,20\%$ ) mientras que el pan control, un valor de  $8,23 \pm 0,65\%$  de proteína, existiendo diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre ambos valores.

YELA (2004) obtuvo “en panes blanco-comerciales valores 7,35 y 8,35 % de proteína. En sustitución 17,5% harina de quinua y 20% harina de chía, obtuvo 13,84 y 15,93% respectivamente”, además indica que “el aumento en el contenido de proteína es por la harina de quinua y chía”. Según ARROYAVE y ESGUERRA (2006), los datos que obtuvieron “permiten afirmar un incremento del 7,93% más de proteína que en los panes tradicionales, teniendo en cuenta que estos tienen 6 a 8%, mientras que el pan de molde desarrollado llegó a 15,93% de proteína”.

Se llegó a la conclusión que la sustitución por un 10% H. de tocosh y 15% de pasta de tarwi incrementa el contenido de proteína en un 10,46% comparado con el pan control y los valores encontrados del contenido de proteína son mayores a lo reportado por YELA (2004) en pan de harina de quinua y chia.

#### **4.8.3. Fibra**

Los valores presentados en el Cuadro 12 indican que el pan elaborado con harina de tocosh y pasta de tarwi presenta mayor contenido de fibra ( $3,73 \pm 0,60\%$ ) comparado con el pan control ( $0,91 \pm 0,32\%$ ), presentando los valores diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

ARCHIRI y HUILCA (2011) reportan 3,9% de fibra con 14% de harinas de quinua y de kiwicha en un panetón andino.

Los resultados de la investigación son cercanos a lo indicado por ARCHIRI y HUILCA (2011), además indican que “sustituir harina de trigo por harinas de quinua y kiwicha, demuestran su aporte a la salud del consumidor por el incremento en fibra”.

#### **4.8.4. Grasa**

Los resultados presentados en el Cuadro 12 indican mayor contenido de grasa en el pan control (5,18%) comparado con el pan de harina de tocosh y pasta de tarwi (3,34%). PASCUAL y ZAPATA (2010) obtuvieron “valores de 6,1 a 7,1% de grasa, altos niveles de grasa, al sustituir trigo por kiwicha y lo atribuyó a la variedad de kiwicha utilizada”.

#### 4.8.5. Ceniza

De los resultados del contenido de ceniza, el pan control presentó un valor de  $1,43 \pm 0,52\%$  y el pan con H. de tocosh y pasta de tarwi, un valor de  $0,59 \pm 0,71\%$  y según los resultados de la prueba de Tukey no presentan diferencia significativa ( $p < 0,05$ )

ENCARNACIÓN y SALINAS (2017) obtuvieron un porcentaje de cenizas de 2,62%. POZO (2019) obtuvo  $2,37 \pm 0,04\%$  de ceniza en pan blanco con almidón de plátano verde.

#### 4.9. Características físicas de mejor tratamiento y del pan control

En el Cuadro 13 se presentan la evaluación de las características físicas del mejor tratamiento y del pan control.

**Cuadro 13.** Características físicas del mejor tratamiento y del pan control

| Tratamientos | Volumen<br>(mL) | Peso<br>(g) | Ve<br>(mL/g)      | P<br>(g/mL)       |
|--------------|-----------------|-------------|-------------------|-------------------|
| M.T. (S2)    | $85 \pm 4,35^a$ | 42,0        | $2,03 \pm 0,12^a$ | $0,49 \pm 0,03^a$ |
| Pan control  | $83 \pm 3,2^a$  | 32,3        | $2,90 \pm 0,1^b$  | $0,37 \pm 0,01^b$ |

Los valores representan promedios  $\pm$  SEM y provienen de experimentos con tres repeticiones cada uno y con diferentes subíndices de cada columna ( $p < 0,05$ ).

M.T: Mejor tratamiento, S2(HT=harina de trigo 75%, T=harina de tocosh de papa 20%, N= pasta de tarwi 15%)

##### 4.9.1. Volumen

Los valores mostrados en el Cuadro 13, indican que el tratamiento de sustitución más aceptable S2 (75% H. trigo, 10% H. tocosh, 15% de pasta de

tarwi), tiene un volumen  $85 \pm 4,35$  mL y el pan control  $83 \pm 3,2$  mL, sin embargo, no presentan diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en cuanto a volumen.

TORALVA y RODAS (2015) encontraron que “las propiedades físicas del bizcocho (volumen y volumen específico) enriquecido con 10% de sustitución de torta de sachá inchi, no presentaron diferencias significativas”; por otra parte, ARONE (2015) encontró que “el pan molde enriquecido con harinas de quinua y de chía disminuye su volumen y que, cuando se incrementa las harinas de quinua y de chía, se reduce el volumen de los panes molde”.

#### **4.9.2. Volumen específico**

El valor obtenido para el mejor tratamiento S2 (75% H. trigo, 10% H. tocosh, 15% pasta de tarwi) fue 2,03 mL/g y para el pan control 2,9 mL/g, existiendo diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre ellos.

URBINA (2015) en su investigación obtuvo “en panes molde con sustituciones de 10% H. chía y 2,5% H. quinua y 5% H. chía y 5% H. quinua, valores de volumen específico de 2,88 y 3,00 cm<sup>3</sup>/g respectivamente”, indica igualmente que con estos porcentajes de sustitución se reduce la cantidad de gluten de las masas, reduciéndose su capacidad de retener los gases, producidos en el proceso de fermentación”.

#### **4.9.3. Densidad aparente**

Los resultados obtenidos en la investigación mostrados en el Cuadro 13 indican que el mejor tratamiento S2 (75% H. trigo, 10% H. tocosh, 15% pasta

de tarwi) presentó una densidad aparente de 0,49 g/mL y el pan control 0,37g/mL con diferencia significativa ( $p<0,05$ ) entre ellos.

Según CEREZAL *et al.* (2011)” el pan con sustituciones de harinas de trigo por el de arroz presentó densidad aparente de 0,67 y 0,74 g/mL”, valores mayores a los encontrados en la presente investigación

La elaboración de pan con harina de arroz presentó un valor de densidad de 0,66 g/mL, similar a los valores reportados por CEREZAL, *et al.*, (2011) que fue de 0,67 y 0,74 g/ml.

#### 4.10. pH y acidez del mejor tratamiento y de pan control.

En el Cuadro 14 se indican pH y acidez del mejor tratamiento y del pan control.

**Cuadro 14.** Resultado de la evaluación fisicoquímica del mejor tratamiento y de pan control.

| Muestra     | pH                      | Acidez titulable        |
|-------------|-------------------------|-------------------------|
| Pan control | 6,28±0,005 <sup>a</sup> | 0,44±0,034 <sup>a</sup> |
| MT= S2      | 6,37±0,005 <sup>b</sup> | 0,52±0,046 <sup>a</sup> |

Los valores representan promedios  $\pm$  SEM, los datos provienen de experimentos con tres repeticiones cada uno y con diferentes subíndices de cada columna ( $p<0,05$ ).

MT=mejor tratamiento, (S2)75%HT:10%T2:15%N2

##### 4.10.1. pH

De los resultados del pH indicados en el Cuadro 14 se percibe que estos presentan diferencia significativa ( $p<0,05$ ), con valores de 6,37±0,00 para el pan con harina de tocosh y pasta de tarwi y 6,28±0,00 pan el pan control.

Según HERRERA (2011), el pH del pan con harina de bagazo de naranja fue (6,65) y (6,70) para los diferentes tratamientos. Los valores de pH obtenidos en la investigación son relativamente menores a lo reportado por dicho autor. ARONE (2015) obtuvo valores de pH entre 5,96 a 6,01 en pan de molde, valores menores a los obtenidos en las dos muestras en estudio.

#### 4.10.2. Acidez titulable

La acidez titulable para pan control fue de 0,44% y para el pan con H. de tocosh y pasta de tarwi 0,52%, existiendo diferencia significativa entre los mismos. ARONE (2015) obtuvo valores de acidez entre 0,005 y 0,017% en pan de molde con quinua y chia”.

#### 4.11. De la evaluación sensorial del mejor tratamiento y un pan control

En el Cuadro 15 se presentan resultados de la evaluación sensorial del mejor tratamiento y del pan control.

**Cuadro 15.** Resultado de la evaluación sensorial del mejor tratamiento y del pan control.

|             | Atributos         |                   |                   |                   |
|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|             | Color             | Olor              | Textura           | Sabor             |
| MT S2       | 4,37 <sup>b</sup> | 4,37 <sup>b</sup> | 4,35 <sup>b</sup> | 4,37 <sup>b</sup> |
| Pan control | 3,91 <sup>a</sup> | 3,60 <sup>a</sup> | 3,64 <sup>a</sup> | 3,64 <sup>a</sup> |

Los valores representan promedios  $\pm$  SEM y provienen de experimentos con tres repeticiones cada uno y con diferentes subíndices de cada columna ( $p < 0,05$ ).



#### **4.11.1. Color**

En cuanto a color, el mejor tratamiento (10% H. de tocosh y 15% de pasta de tarwi) obtuvo una calificación fue 4,37; el pan control 3,91 y según el resultado de la prueba de Tukey presentan diferencia significativa ( $p < 0,05$ ), lo que indica que la harina de tocosh y el tarwi estarían incrementando la aceptación del color de los panes

LEÓN *et al.* (2010) comprobaron que “al sustituir con 40% de harina de arracacha, es menos aceptables que aquellos no fueron sustituidos, esto es porque la arracacha varía el color característico del pan de molde y en el sabor se nota el sabor característico del tubérculo”.

#### **4.11.2. Olor**

En el Cuadro 15 se observa que el valor del atributo olor del mejor tratamiento de sustitución (10% H. de tocosh y 15% de pasta de tarwi) fue 4,37 y el pan control obtuvo menor calificación con 3,6 y según la prueba de Tukey presentan diferencia significativa ( $p < 0,05$ ), lo que estaría demostrando que el tocosh de papa y la pasta de tarwi en esas concentraciones estarían siendo aceptable por el consumidor. El olor tostado del pan se produce por la formación en la corteza de compuestos activos de sabor durante la cocción.

#### **4.11.3. Textura**

Del Cuadro 15, el resultado de textura del mejor tratamiento de pan con sustitución de 10% de harina de tocosh y 15% de pasta de tarwi fue 4,35,

por otra parte, la textura del pan control tuvo un valor de 3,64 y según la prueba de Tukey presentan diferencia significativa ( $p < 0,05$ )

La textura del pan de camote fue bien aceptada sustituyendo hasta en 10%, pero al sustituir 20% presenta diferencia significativa, pudiendo deberse esto a la diferencia en la absorción o por el alto contenido de carbohidratos en el camote. Pan con H. de trigo y de cebada en diferentes proporciones presenta diferencia estadística en la textura respecto al pan control” (REDIN, 2011).

#### **4.11.4. Sabor**

En el Cuadro 16 se aprecia que el valor de sabor del mejor tratamiento con 10% H. de tocosh y 15% de pasta de tarwi fue 4,37 y el del pan control 3,64 y según la prueba de Tukey presentan diferencia significativa ( $p < 0,05$ ), lo que estaría demostrando que el pan con sustitución 10% H. de tocosh y 15% de pasta de tarwi estaría siendo aceptado por el consumidor calificándolo entre me gusta y me gusta mucho.

## **V. CONCLUSIONES**

- El índice de fineza de la harina de tocosh de papa fue de 1,9 ubicándose como una molienda entre fina y media.
- El pan con sustitución más aceptable fue con 75% H. de trigo, 10% H. de tocosh de papa y 15% pasta tarwi.
- Las características farinográficas de la sustitución más aceptada fue: “absorción de agua 66%, tiempo de desarrollo 12,55 min, estabilidad de la masa 10,7 min y ablandamiento de la masa 85 UF”.
- Las características del pan con harina de tocosh y pasta de tarwi más aceptable fueron: volumen: 85 mL, peso 42 g, volumen específico 2,03 mL/g y densidad aparente 0,49 g/mL, pH 6,37; acidez titulable 0,52% expresado en ácido sulfúrico, proteína 18,69%; grasa 3,34%, ceniza 0,59% y fibra 3,73%.
- El tratamiento más aceptado presentó mejores características sensoriales de olor, color, textura y sabor que el pan control.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Estudiar otras harinas de productos nativos y en diferente porcentaje de sustitución para elaborar panes.
- Aplicar otros tipos de análisis sensorial para establecer la mejor formulación del pan.
- Elaborar y consumir pan con una sustitucion de 10% H.de tocosh y 15 % de pasta de tarwi por ser el tratamiento con mejores características fisicoquímicas y sensoriales.

## **ABSTRACT**

The objective of the research work was to elaborate bread where the wheat flour was partially substituted for tocosh flour from potatoes and tarwi paste, with the most acceptable level of substitution. Tocosh flour from potatoes and tarwi paste was obtained and bread was elaborated, substituting the tocosh flour from potatoes in place of the wheat flour at 10, 20 and 30%, and the tarwi paste at 10 and 15%; the physicochemical characteristics, proximal and physical chemical characteristics, and the sensory characteristics were determined for the most acceptable treatment and for a control. The tocosh flour from potatoes that was obtained had a fineness index of 1.9, which placed it between fine and medium on the scale for grounds. The following conclusions were reached: the bread with the most acceptable substitutions was that which had 75% wheat flour, 10% tocosh flour from potatoes and 15% tarwi paste. The farinographic characteristics of the most accepted substitution were: 66% water absorption, 12.55 min of development time, 10.7 min for the dough stability and 85UF for the dough to soften. The characteristics of the most acceptable bread were: a volume of 85 mL, a weight of 42 g, a specific volume of 2.03 mL/g, an apparent density of 0.49 g/mL, a pH of 6.37, titratable acidity of 0.52 expressed in sulfuric acid, 18.69% protein, 3.34% fats, 0.59% ash, and 3.73% fiber; it also presented better characteristics of smell, color, texture, and flavor than the control bread.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. 1996. Métodos Oficiales de Análisis de Alimentos. Mundi - Prensa. Madrid. España.
- A.O.A.C. 2008. Official Methods of analysis of AOAC (Association of Official Analytical Chemists) International; Agricultural Chemicals, Foods, Contaminants and Drugs. V1 y V2 Arlington: A.O.A.C. Inc. 2658 pp.
- A.O.A.C.1998. Métodos Oficiales de Análisis de Alimentos. Mundi - Prensa. Madrid. España.
- ACHIRI, P., HUILLCA, C. 2011. Elaboración de panetón andino con sustitución parcial de harina sucedánea de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y su optimización. Tesis Ing. Agroindustrial. Sicuani, Cusco, Perú. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. 285 p.
- ADAMS, M.R. 2009. Microbiología de los Alimentos. New York: Mc. Graw Hill S.A., 2009.
- AGRONEGOCIOS. 2008. Papapan con sustitución parcial de harina de trigo por puré de papa de la variedad Chancan N° 3: 23-27. UNALM. Lima, Perú.
- AGUILAR, J., ESPARZA, J., MEZA, J., CANDELAS, M., AGUILERA, M., RAMIREZ, P. 2011. Efecto de la harina de lenteja (*Lens culinaris*) sobre

las propiedades reológicas y de panificación de la harina de trigo. Ciencia@UAQ. Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango - México. 4(2): 1-6.

ALASINO, M. 2009. Harina de arveja en la elaboración de pan. Estudio del efecto emulsionante como mejoradores de volumen y vida útil. Tesis Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Santa Fe- Argentina. Universidad del Litoral. 90, 103 p.

ANZALDÚA, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica: en lengua española. Zaragoza (España): Acribia, S. A. 123-157 p.

ARCHIRI, P., HUILCA, C. 2011. Elaboración de panetón andino con sustitución parcial de harina sucedánea de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*), y su optimización. Para optar al título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco. 285 p.

ARONE, H. 2015. Evaluación de las propiedades físicas, químicas y organolépticas del pan tipo molde enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y chia (*Salvia hispanica L.*). Tesis Ing. Agroindustrial. Andahuaylas, Perú. Universidad Nacional José María Arguedas. 238 p.

ARROYAVE, L., ESGUERRA, C. 2006. Utilización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) en el proceso de panificación. Trabajo de grado para Título de Ing. en Industrias Alimentarias. Bogotá, Colombia. Universidad de la Salle. 120 p.

- BAUTISTA, M., CASTRO, A., CAMARENA, E., WROBEL, K., WROBEL, K., GUADALUPE, A., GUZMÁN, A., GAMIÑO, Z., ZANELLA, V. 2007. Desarrollo de pan integral con soya, chía, linaza y ácido fólico como alimento funcional para la mujer. Arch. Latinoameric. de Nutri. (57) 1:1-5.
- BELTRÁN, S., PUERTO, P. 2011. "Transformación de la seta comestible Shiitake (*Lentinula edodes*) en harina como sustituto para elaborar galleta dulce de regado. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de Alimentos. Universidad De la Salle. 52 p.
- BERNABÉ, C., LLIN, M., PERÉZ, C. 2007. La masa madre: el secreto del pan. Investigación y Desarrollo Panadero, S.L. Oto. De 1 + D. Alfara del Patriarca Valencia. 51 -63 p.
- BISSO, C. 2012. Efecto de fermentación con *Aspergillus niger* ATCC 16864 sobre el contenido de compuestos fenólicos y antocianinas en harina con y sin cáscara de papa nativa negra (*Solanum tuberosum*) variedad serranita. Tesis presentada para la obtención del título de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Antenor Orrego.
- CABEZAS, A. 2010. Elaboración y evaluación nutricional de galletas con quinua y guayaba deshidratada. Tesis de grado previa a la obtención del título de Bioquímico Farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 117 p.
- CEREZAL, P., URTUVIA, V., RAMÍREZ, V., ARCOS, R. 2011. Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas. Nutric.Hospitalar., 26(1): 161-169.



- CERÓN, A., HURTADO, A., OSORIO, O., BUCHELY, M. 2011. Estudio de la formulación de la harina de papa de la variedad parda pastusa (*Solanum tuberosum*) como sustituto parcial de la harina de trigo en panadería. Biotec. en el Sector Agropec.y Agroindus. (9)1:115-121.
- CUTIPA, W. 2014. Efecto de la adición de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) en la elaboración del pan. Tesis Ing. Agroindustrial. Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 94 p.
- DA MOTA, Z., MIRELES, M., CAMARENA, A.,BAUTISTA, J. 2004. Efecto del uso de masas congelada sobre las características y textura del pan blanco *In: VII Congreso Nacional de Ciencias de los Alimentos y III Foro de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Guanajuato. Guanajuato - México. p 456 -466.*
- DE LA CRUZ Q. W. H. 2009. Complementación proteica de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y suero en pan de molde y tiempo de vida útil". Tesis para optar el grado de: Magíster Scientiae. Escuela de postgrado. Especialidad en tecnología de alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
- DE LA HERA, E.; ROSELL, C., GOMEZ, M. 2013. Effect of water content and flour particle size on gluten- free bread quality and digestibility. Food Chemist. 151, 526–531.
- ENCARNACIÓN, S., SALINAS, J. 2017. Elaboración de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) y su uso potencial como ingrediente alternativo para

pan y pasta fresca. Recuperado el 15 de Julio de 2018, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6056/1/AGI2017-022.pdf>.

ESPINOZA, L., LUDEÑA, F. 2018. Evaluación de la calidad del pan de molde enriquecido con harina de chía (*Salvia hispánica* L.) desgrasada y sin desgrasar con semilla de chía. Tesis Ing. Agroindustrial. Chimbote, Perú. Universidad Nacional del Santa. 268 p.

FALDER, A. 2009. Enciclopedia de los alimentos: trigo, harina y pan. Distribución y consumo, 12(66), 125-133 pp. [En línea]:[http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_DYC/DYC\\_2009\\_66\\_125\\_133.PDF\(Enero,2015\)](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_DYC/DYC_2009_66_125_133.PDF(Enero,2015))

FAOSTAT. 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Value of Agricultural Production. Disponible en [http://faostat3.fao.org/browse/rankings/major\\_commodities\\_exports/S](http://faostat3.fao.org/browse/rankings/major_commodities_exports/S). Visitado el 02 de mayo del 2016.

FLEISCHMANN; Manual de Panadería. 4 – 5 pp. [Consulta Septiembre 2006].

GIBSON, L., BENSON, G. 2002. Origin, history and uses of oat (*Avena sativa*) and wheat (*Triticum aestivum* L.). Departamento de Agronomía, Universidad Estatal de Iowa. EEUU.

GONZÁLES, M., MOSQUERA, V., VANEGAS, M., BARRERA, M. 2004. Influencia de las mezclas de harina de trigo (*Triticum vulgare*) y chachafruto (*Erythrina edulis Triana*). Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Colombia. 1-10 p.

- HENAO, S. 2004. Estudio Tecnológico de la utilización de harina de yuca en panificación. Tesis Ing. Agroindustrial. Palmira, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 128 p.
- HENAO, S., ARISTIZÁBAL, J. 2009. Influencia de la variedad de yuca y nivel de sustitución de harinas compuestas sobre el comportamiento reológico en panificación. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Bogotá- Colombia. 29(1):39-46 p.
- HERNÁNDEZ, E. 2006. Tecnología de cereales y oleaginosas. Universidad Nacional Abierta y a Distancia –UNAD. Bogotá – Colombia. 278 p.
- HERRERA, V. 2011. Influencia de las harinas de trigo, plátano y habas en la elaboración de galletas integrales. Tesis Ing. Agroindustrial. Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte. 101 p.
- HEUZÉ, V., TRAN, G., BAUMONT, R., LEBAS, F., LESSIRE, M., NOBLET, J., RENAUDEAU, D. 2013. Animal feeds resources information system. Wheat bran. A programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO, in Feedipedia.org. [En línea]. Disponible en: <http://www.feedipedia.org/node/726>. Fecha de consulta: 5 de febrero de 2014.
- HUI, Y.H.; CORKE, H.; DE LEYN, I.; CROSS, N.; NIP, W. 2006. Baking products: Science and Technology. Blackwell Publishing. Iowa – EEUU.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). 1979. NTE INEN 0095 (1979) (Spanish): Pan común. Requisitos. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Recuperado el 18 de junio de 2018, de <https://archive.org/details/ec.nte.0095.1979>

- IRAM 15858-1. 1996. Normas Argentinas. Cereales; ensayo de panificación experimental. Instituto Argentino de Normalización y Acreditación.
- JARAMILLO, E. 2000. Identificación y cuantificación de los carotenoides presentes en camote amarillo (*Ipomoea batatas*) durante el almacenamiento. 1 p.
- JAVED, M., ZAHOR, S., SHAFAT, S., MEHMOODA, I., AMBREEN, G., RASHEE, H. 2012. Wheat bran as a brown gold: Nutritious value and its biotechnological applications. African Journal of Microbiology Research. 724-733 p.
- JIMENEZ, P., PACHECO-DELAHAYE, E., PEÑA, J. 2009. Efecto del salvado de arroz sobre las propiedades físico-químicas y sensoriales de panes de trigo. Rev. Fac. Agron. Maracay- Venezuela. 26: 583-598 p.
- KATINA, K. 2005. Sourdough h: a tool for the improved flavour texture and shelf life of wheat bread. University of Helsinki.
- LECHUGA., G., SALAS, H. 2013. Estudio para la instalación de una planta productora de mazamorra de tocosh con maca, quinua y leche. Universidad de Lima. 29 p.
- LEÓN, A., MONTOYA, O., MOTATO, K., GRANDA, D., CARO, C., RESTREPO, J., ECHEVERRI, S., VALENCIA, J., QUINCHIA, L. 2006. Bacterias ácido-lácticas (bal) silvestres colombianas presentan propiedades adecuadas para la fabricación de masa ácida. VITAE, Rev. de la Fac. de Qca. Farmaceu.. Colombia. 13(2):26-35.
- LEÓN, M., VILLACORTA, M. 2010. Valor nutritivo de pan con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por arracacha (*Arracacia*

- xanthorrhiza Bancroft*), fortificado. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. La libertad - Perú. 1 (2): 244- 261 p.
- LEZCANO, E. 2011. Productos panificados. Alimentos Argentinos – MinAgri. Disponibilidad libre en [www.alimentosargentinos.gob.ar](http://www.alimentosargentinos.gob.ar).
- LYNCH, E. DAL BELLO, F. SHEEHAN, E.M. CASHMAN K.D. and ARENDT, E.K. 2009. Fundamental studies on the reduction of salt on dough and bread characteristics. Food Research International 42 (2009) 885-891 p.
- MAGAÑA, E., RAMÍREZ, B., PLATT, L., LÓPEZ, G., 2009. Caracterización viscoelástica de masas de variedades de trigos suaves. Tecnol. Cienc. Educac. 24(1). [En línea] Redalib, (<file:///C:/Users/yorat/Downloads/48212169004.pdf>, 30 de marzo 2020).
- MAMANI, A. 2006. Enriquecimiento del pan con sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*), por harina de maca (*Lepidium meyenii Walpers*) y harina de haba (*Vicia faba*). Tesis Ing. Agroindustrial. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- MANRIQUE, I., ROSALES, P. 2010. Evaluación tecnológica del tocosh. Lima: Fundación para el desarrollo del Agro FUNDEAGRO. Resumen de investigaciones apoyadas por FUNDEAGRO.
- MARTÍNEZ, V. 2011. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo, por dos tipos de harina de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), en la calidad de la pasta. Universidad Técnica De Ambato. 119 p.
- MINISTERIO DE SALUD. 2009. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Lima – Perú. [En línea]: MINSA, (<https://cnp.org.pe/tablas-peruanas-composicion-alimentos/>, 25 de marzo 2020).

- MINSA, 2010. Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación en galletería y pastelería. 51 p
- MOLINERA, C. 2004. Curso de panadería Básica”. Centro de desarrollo e Demonstraciones.
- MONTESINOS, E. 2018. Cultivos Andinos. 250 pp. Lima, Perú. [En línea]: <http://edgarespinozamontesinos.blogspot.pe/2010/11/blog-post.html>.
- MONTESINOS, E. 2018. Cultivos Andinos. Lima, Perú. [En línea]: (<http://edgarespinozamontesinos.blogspot.pe/2010/11/blog-post.html>, 15 ene 2019).
- MORAES, M., OLLGAARD, L., KVIST, F., BALSLEV, H. 2006. El tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet.) y sus parientes silvestres. Universidad Mayor de San Andrés La Paz. 458 - 482 pp. [En línea]: <http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdf/Capitulo%2028.pdf>.
- NEN-ISO 11085. 2013. Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE NEN ISO 11085:2013. Harinas de origen vegetal. Determinación de grasa. Quito., recuperada en línea el 16 de octubre del 2015 de: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0523.1981.pdf>
- NONHEBEL, S. 2013. Effect of changes in temperature and CO2 concentration on simulated spring wheat yield in The Netherlands. Climate Change, vol. 24. 311-329 p.
- NORMA Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería: R.M. N° 1020-2010/MINSA / Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental – Lima: Ministerio de Salud, 2010. 50 p.

- NORMA TÉCNICA PERUANA. 2007. Tubérculos procesados, Papa deshidratada. NTP 011.400.
- NORMAS TÉCNICAS ECUATORIANAS INEN 616. 2006. Harina de Trigo. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización. 11 p.
- ORÉ, F. 2015. Determinación de los parámetros adecuados de la deshidratación de oca (*Oxalis tuberosa mol.*), mediante lecho fluidizado para la obtención de harina. Para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Huancavelica. 117 p.
- PACHECO-DELAHA YE, E., TESTA, G. 2005. Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. ITERCIENCIA. Caracas - Venezuela. 30 (005): 300 - 304 p.
- PANTANELLI, A. 1996. Parámetros industriales de la calidad del trigo. [En línea]:([http://www.aaprotrigo.org/calidad%20panadera/parametros\\_industriales\\_calidad\\_trigo.htm,1996](http://www.aaprotrigo.org/calidad%20panadera/parametros_industriales_calidad_trigo.htm,1996)).
- PAPAPAN con sustitución parcial de harina de trigo por puré de papa de la variedad Chancan. 2008. Agronegoc. UNALM. Lima, Perú. 3: 23-27.
- PASCUAL, G., CORTEZ, G., MELGAREJO, S., RAMOS, C. 2006. Tecnología de Cereales y leguminosas. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Guía de Práctica. 95 p.
- PASCUAL, G., ZAPATA, J. 2010. Sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha, usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan. Universidad Nacional Agraria La Molina. 12 p.

- PERÚ. C. 2015. Tocosh: Descubre sus maravillosos beneficios. Recuperado de <https://peru.com/estilo-devida/vida-sana/tocosh-descubre-sus-maravillosos-beneficios-noticia360161>
- PINEDA, B., VÁZQUEZ, L. 2010. Evaluación fisicoquímica y sensorial del pan suplementado con diferentes concentraciones de harina de papa. XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Guanajuato - México. 515 p.
- PISCOYA, M.C. R. 2007. Formulación, elaboración y prueba de aceptabilidad de pan francés fortificado con Calcio en 2 concentraciones diferentes. UNMSM Lima – Perú. 123 p.
- POZO, L. 2019. Extracción y caracterización del almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) producido en el sector Untal, parroquia El Chical y su potencial uso como aditivo en la elaboración de pan blanco. Tesis Ing. en Alimentos. Tulcán. Universidad Politécnica Estatal del Carchi. 83 p.
- PUNIA, S., SANDHU, K., SIHORA, A. 2017. Difference in protein content of wheat (*Triticum aestivum* L.): Effect on functional, pasting, color and antioxidant properties. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciencies, doi: 10.1016/j.jssas.2017.12.005.
- QUINTONG, A., TENESACA, J. 2013. Análisis de la retrogradación del pan molde blanco mediante métodos experimentales convencionales y análisis térmico. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil – Ecuador.
- REDIN, P. 2011. Estudio de aceptabilidad de pan elaborado con mezclas de harina de trigo (*Canadiense*) y cebada (*Iniap canicapa*) para la generación



de panaderías tipo artesanal en el cantón Ambato. Tesis de Grado previa a la obtención del título de Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato 131 p.

RIVERA, M. 2012. Historia del Harina. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/252273393/Historia-Del-Harina>

ROMERO, V. 2019. Deshidratación de la papa (*Solanum tuberosum*) de descarte del mercado mayorista de Piura para la obtención de papa seca para uso Alimenticio. Para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial e Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de Piura 58 p.

SALAZAR, D. 2015. Estudio de la sustitución parcial de harina de trigo con harina de quinua cruda y tostada en la elaboración de pan. Facultad de ciencias de la Ingeniería carrera de Ingeniería de Alimentos. Universidad Tecnológica Equinoccial. Trabajo previo a la obtención del título de Ingeniera de Alimentos. 101 p.

SÁNCHEZ, M., JIMÉNEZ, E., CALDERÓN, G., DUQUE, L., GONZALES, V., SALINAS, R. 2010. Efecto en el pH y acidez en harina, el volumen del pastel del Ángel debido a la de ácido fólico en diferentes tiempos después del blanqueo. [En línea]: ([https://smbb.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA\\_XII/CXIII-24.pdf](https://smbb.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA_XII/CXIII-24.pdf), 14 de julio 2020).

SANDOVAL, M., MUCHA, J., JAYO, A., LOLI, R., PINILLOS, S. 2016. Efecto antioxidante y citoprotector del tocosh de *Solanum tuberosum* (papa) en la mucosa gástrica de animales de experimentación An. Fac. med. 76(1):199-205. Scielo [En línea]:

([http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-55832015000200003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832015000200003), [10 feb 2019](#)).

- SCHMIELE, M., HACKBART D., PINTO, D., COSTA, P. DA SILVA R., CHANG, K. 2011. Influência da adição de farinha integral de aveia, flocos de aveia e isolado proteico de soja na qualidade tecnológica de bolo inglês. Boletim Do Centro de Pesq. de Process. de Alim., 29(1): 71–82.
- SINDONI, M., MARCANO, L., PARRA, R. 2008. Estudios de aceptación de harinas derivadas de merey para la elaboración de panes. Invest. Agro. tropic. Venezuela. 58(1): 11 – 16.
- SINGH, S., RIAR., C. y SAXENA, D. 2008. Effect of incorporating sweetpotato flour to wheat flour on the quality characteristics of cookies. African Journal of Food Science. Vol (2). Institute of Engineering and Technology, Longowal, India. 0 65- 072 p.
- TAPIA, M. 2016. Estudio del arte en el Perú sobre el chocho, tarwi o tauri. [revista en linea] [consultado 20 agosto 2017], Disponible en: <http://siatma.org/sitios/biblioteca/uploads/2. Mario Tapia .pdf>
- TENORIO, J. 2014. Efecto antioxidante y citoprotector del tocosh de *Solanum tuberosum*, papa en la mucosa gástrica de animales de experimentación. Tesis Qco. Farmacéutico. Ayacucho, Perú. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 78 p.
- TINOCO, M. 2019. Determinación de la vida útil de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y *Annona muricata* (guanábana). Tesis Ing. Alimentario. Lima, Perú. Universidad Nacional Federico Villarreal. 40 p.

- TORALVA, D. y RODAS, M. 2015. Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L) sobre las propiedades reológicas y sensoriales en el " Bizcocho".
- TORRES, E. y PACHECO DE DELAHAYE, E. 2007. Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo, yuca y queso llanero. Revista Chilena de Nutrición. Santiago- Chile. 34(002): 1 -27 pp. Universidad Estadual De Campinas Brasil. [En línea] [http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/256009/1/Moreira\\_AnaClaudiaVaranda\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/256009/1/Moreira_AnaClaudiaVaranda_M.pdf), 15 febrero 2020).
- Universidade Estadual De Campinas Brasil. [En línea] [http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/256009/1/Moreira\\_AnaClaudiaVaranda\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/256009/1/Moreira_AnaClaudiaVaranda_M.pdf), 15 febrero 2020).
- URBINA, K. 2015. Formulación, evaluación nutricional y sensorial del pan de molde integral enriquecido con quinoa (*Chenopodium quinoa*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y chía (*Salvia Hispánica* L.). Universidad Nacional Del Santa, Perú.
- VARANDA C. 2014. Obtenção e Caracterização da Farinha de Castanha (*Castanea spp.*) E seu potencial de aplicação em produtos de panificação.
- VARGAS, F. 2014. Elaboración de mazamorra morada a partir de harina sucedánea de sachapapa morada (*Dioscorea trifida*). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. 69 p.
- VÁSQUEZ, F., CAMACHO, M., GRANADOS, M., SILVA, B., ISLAS, A. 2009. Propiedades reológicas y composición proteica: parámetros de calidad en harinas de línea experimentales de trigo. BIOTECNIA. México. 11 (2):29-36 p.

- VELÁSQUEZ, M. 2012. Caracterización fisicoquímica de la harina de plátano verde (*Musa acuminata* AAA y *Musa acuminata* AAA) y su enriquecimiento, para la elaboración de panes cachitos. Tesis Ing. en Industrias Alimentarias. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 127 p.
- YELA, M. 2004. Determinación de proteínas, cenizas, sólidos totales, humedad, grado de imbibición, pH y cloruro de sodio de diferentes marcas de pan blanco tipo sandwich de consumo masivo en Guatemala. Tesis Qco. Farmacéutico. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 60 p.

**ANEXO**

A-1. Modelo de cartilla de evaluación sensorial.

**Ficha de evaluación sensorial.**

**Panes con harina de tocosh y pasta de tarwi.**

NOMBRE .....

FECHA y HORA... ..MUESTRA.....

Marca con una X, según la escala que crea conveniente.

*Instrucciones: Pruebe Usted cada una de las muestras de pan e indique cuál es su nivel de agrado, considerando la escala y para cada atributo*

*5 = me gusta mucho*

*4= me gusta*

*3= me es indiferente*

*2 = me disgusta*

*1 = me disgusta mucho*

| ATRIBUTO | 123 | 708 | 432 | 313 | 664 | 529 | 294 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| COLOR    |     |     |     |     |     |     |     |
| OLOR     |     |     |     |     |     |     |     |
| TEXTURA  |     |     |     |     |     |     |     |
| SABOR    |     |     |     |     |     |     |     |

Observaciones:

.....  
 .....

**Gracias**

**A-2- Formulación usadas en la elaboración de panes con harina de tocohs de papa y pasta de tarwi.**

| Componentes               | unidad | Porcentaje de harinas compuestas |          |          |          |          |          |          |
|---------------------------|--------|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                           |        | 100:00                           | 80:10:10 | 75:10:15 | 70:20:10 | 65:20:15 | 60:30:10 | 55:30:15 |
| Harina                    | g      | 2000                             | 1600     | 1500     | 1400     | 1300     | 1200     | 1100     |
| Harina de tocosh de papa* | g      | 0                                | 200      | 200      | 400      | 400      | 600      | 600      |
| Pasta de tarwi**          | g      | 0                                | 200      | 300      | 200      | 300      | 200      | 300      |
| Levadura fresca           | g      | 40                               | 40       | 40       | 40       | 40       | 40       | 40       |
| Sal                       | g      | 30                               | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       |
| Azúcar                    | g      | 200                              | 200      | 200      | 200      | 200      | 200      | 200      |
| Mejorador                 | g      | 40                               | 40       | 40       | 40       | 40       | 40       | 40       |
| Grasa                     | g      | 150                              | 150      | 150      | 150      | 150      | 150      | 150      |
| Agua                      | g      | 1054                             | 1054     | 1054     | 1054     | 1054     | 1054     | 1054     |

\*sustituciones de harina de tocosh de papa (10%, 20% y 30%).

\*\* pasta de tarwi (10% y 15%)

**A-3. Tabla ANOVA para humedad en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 16.4425           | 6  | 2.74042        | 0.9     | 0.52    |
| Intra grupos  | 42.4998           | 14 | 3.0357         |         |         |
| Total (Corr.) | 58.9423           | 20 |                |         |         |

**A-4. Pruebas de Múltiple Rangos humedad en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Humedad Tukey

| Tratamientos | Casos | Media   | Grupos homogéneos |
|--------------|-------|---------|-------------------|
| S6           | 3     | 10.7173 | X                 |
| S4           | 3     | 11.0469 | X                 |
| S0           | 3     | 11.0812 | X                 |
| S1           | 3     | 11.6082 | X                 |
| S3           | 3     | 11.8222 | X                 |
| S5           | 3     | 12.82   | X                 |
| S2           | 3     | 13.268  | X                 |



**A-5. Tabla ANOVA para proteína en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 173.508           | 6  | 28.9181        | 105.57  | 0       |
| Intra grupos  | 3.835             | 14 | 0.273928       |         |         |
| Total (Corr.) | 177.343           | 20 |                |         |         |

**A-6. Pruebas de Múltiple Rangos proteína en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Proteína Tukey

| TRATAMIENTOS | Casos | Media   | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|---------|-------------------|
| S0           | 3     | 8.68733 | X                 |
| S5           | 3     | 14.1347 | X                 |
| S3           | 3     | 15.366  | XX                |
| S6           | 3     | 15.7157 | X                 |
| S4           | 3     | 16.1397 | X                 |
| S1           | 3     | 16.2843 | X                 |
| S2           | 3     | 18.6937 | X                 |

**A-7. Tabla ANOVA para grasa en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 0.404764          | 6  | 0.0674606      | 0.36    | 0.8948  |
| Intra grupos  | 2.65518           | 14 | 0.189656       |         |         |
| Total (Corr.) | 3.05994           | 20 |                |         |         |

**A-8. Tabla ANOVA para ceniza en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 1.15751           | 6  | 0.192919       | 0.91    | 0.5132  |
| Intra grupos  | 2.95577           | 14 | 0.211126       |         |         |
| Total (Corr.) | 4.11328           | 20 |                |         |         |

**A-9. Pruebas de Múltiple Rangos ceniza en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Ceniza Tukey

| TRATAMIENTOS | Casos | Media   | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|---------|-------------------|
| S3           | 3     | 1.01723 | X                 |
| S1           | 3     | 1.1187  | X                 |
| S6           | 3     | 1.13663 | X                 |
| S5           | 3     | 1.16153 | X                 |
| S2           | 3     | 1.40383 | X                 |
| S0           | 3     | 1.4167  | X                 |
| S4           | 3     | 1.75167 | X                 |

**A-10. Tabla ANOVA para fibra en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 15.4675           | 6  | 2.57791        | 7.83    | 0.0008  |
| Intra grupos  | 4.60881           | 14 | 0.329201       |         |         |
| Total (Corr.) | 20.0763           | 20 |                |         |         |

**A-11.Pruebas de Múltiple Rangos fibra en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Fibra Tukey

| TRATAMIENTOS | Casos | Media   | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|---------|-------------------|
| S0           | 3     | 1.20867 | X                 |
| S1           | 3     | 2.64067 | XX                |
| S5           | 3     | 3.023   | X                 |
| S3           | 3     | 3.17667 | X                 |
| S4           | 3     | 3.30567 | X                 |
| S2           | 3     | 3.86567 | X                 |
| S6           | 3     | 3.974   | X                 |

**A-12. ANOVA para volumen en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 5376.95           | 6  | 896.159        | 289.53  | 0       |
| Intra grupos  | 43.3333           | 14 | 3.09524        |         |         |
| Total (Corr.) | 5420.29           | 20 |                |         |         |

**A-13. Tabla ANOVA para volumen específico en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 2.31413           | 6  | 0.385689       | 218.81  | 0       |
| Intra grupos  | 0.024677          | 14 | 0.0017627      |         |         |
| Total (Corr.) | 2.33881           | 20 |                |         |         |

**A-14. Pruebas de Múltiple Rangos volumen específico en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Volumen específico Tukey

| TRATAMIENTOS | Casos | Media   | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|---------|-------------------|
| S6           | 3     | 1.31841 | X                 |
| S5           | 3     | 1.58974 | X                 |
| S4           | 3     | 1.69713 | X                 |
| S3           | 3     | 1.69811 | X                 |
| S2           | 3     | 2.07834 | X                 |
| S1           | 3     | 2.17703 | X                 |
| S0           | 3     | 2.31514 | X                 |

**A-15. Tabla ANOVA para densidad aparente en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 0.237355          | 6  | 0.0395592      | 114.16  | 0       |
| Intra grupos  | 0.0048514         | 14 | 0.0003465      |         |         |
| Total (Corr.) | 0.242206          | 20 |                |         |         |

**A-16. Pruebas de Múltiple Rangos densidad aparente en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Densidad aparente Tukey.

| Tratamientos | Casos | Media    | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|----------|-------------------|
| S0           | 3     | 0.431949 | X                 |
| S1           | 3     | 0.459378 | X                 |
| S2           | 3     | 0.481254 | X                 |
| S3           | 3     | 0.588965 | X                 |
| S4           | 3     | 0.589603 | X                 |
| S5           | 3     | 0.629469 | X                 |
| S6           | 3     | 0.759785 | X                 |

**A-17. Tabla ANOVA para pH en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 0.262648          | 6  | 0.0437746      | 1149.08 | 0       |
| Intra grupos  | 0.000533333       | 14 | 3.80952E-05    |         |         |
| Total (Corr.) | 0.263181          | 20 |                |         |         |

**A-18. Pruebas de Múltiple Rangos pH en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: pH Tukey

| TRATAMIENTOS | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|-------|-------------------|
| S0           | 3     | 5.96  | X                 |
| S4           | 3     | 6.08  | X                 |
| S5           | 3     | 6.1   | XX                |
| S2           | 3     | 6.11  | X                 |
| S6           | 3     | 6.18  | X                 |
| S3           | 3     | 6.18  | X                 |
| S1           | 3     | 6.35  | X                 |

**A-19. Tabla ANOVA para acidez titulable en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 1.69656           | 6  | 0.282759       | 26.15   | 0       |
| Intra grupos  | 0.151362          | 14 | 0.010812       |         |         |
| Total (Corr.) | 1.84792           | 20 |                |         |         |

**A-20. Pruebas de Múltiple Rangos acidez titulable en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Acidez titulable Tukey

| TRATAMIENTOS | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|-------|-------------------|
| S5           | 3     | 0.318 | X                 |
| S3           | 3     | 0.375 | X                 |
| S6           | 3     | 0.411 | X                 |
| S2           | 3     | 0.444 | X                 |
| S1           | 3     | 0.489 | X                 |
| S4           | 3     | 0.51  | X                 |
| S0           | 3     | 1.218 | X                 |



**A-21. Tabla ANOVA para color en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl  | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 83.8857           | 6   | 13.981         | 31.71   | 0       |
| Intra grupos  | 135.778           | 308 | 0.440837       |         |         |
| Total (Corr.) | 219.663           | 314 |                |         |         |

**A-22. Prueba de Múltiple Rangos color en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Color prueba de Kruskal-Wallis

| TRATAMIENTO | Tamaño Muestra | Rango Promedio |
|-------------|----------------|----------------|
| S0          | 45             | 212.644        |
| S1          | 45             | 152.622        |
| S2          | 45             | 257.378        |
| S3          | 45             | 147.678        |
| S4          | 45             | 107.656        |
| S5          | 45             | 112.644        |
| S6          | 45             | 115.378        |

Estadístico = 119.872 Valor-P = 0

**A-23. Tabla ANOVA para olor en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl  | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 80.3048           | 6   | 13.3841        | 26.35   | 0       |
| Intra grupos  | 156.444           | 308 | 0.507937       |         |         |
| Total (Corr.) | 236.749           | 314 |                |         |         |

**A-24. Pruebas de Múltiple Rangos olor en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Olor prueba de Kruskal-Wallis

| TRATAMIENTOS | Tamaño Muestra | Rango Promedio |
|--------------|----------------|----------------|
| S0           | 45             | 163.311        |
| S1           | 45             | 161.511        |
| S2           | 45             | 258.389        |
| S3           | 45             | 139.411        |
| S4           | 45             | 114.444        |
| S5           | 45             | 128.867        |
| S6           | 45             | 140.067        |

Estadístico = 84.4281 Valor-P = 0

**A-25. Tabla ANOVA para textura en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl  | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 56.8635           | 6   | 9.47725        | 18.6    | 0       |
| Intra grupos  | 156.933           | 308 | 0.509524       |         |         |
| Total (Corr.) | 213.797           | 314 |                |         |         |

**A-26. Tabla ANOVA para sabor en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl  | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 57.0095           | 6   | 9.50159        | 19.1    | 0       |
| Intra grupos  | 153.244           | 308 | 0.497547       |         |         |
| Total (Corr.) | 210.254           | 314 |                |         |         |

**A-27. Pruebas de Múltiple Rangos sabor en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Sabor prueba de Kruskal-Wallis

| TRATAMIENTOS | Tamaño<br>Muestra | Rango Promedio |
|--------------|-------------------|----------------|
| S0           | 45                | 212.644        |
| S1           | 45                | 152.622        |
| S2           | 45                | 257.378        |
| S3           | 45                | 147.678        |
| S4           | 45                | 107.656        |
| S5           | 45                | 112.644        |
| S6           | 45                | 115.378        |

Estadístico = 119.872 Valor-P = 0

**A-28. Tabla ANOVA para humedad de mejor tratamiento en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de<br>Cuadrados | Gl | Cuadrado<br>Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|----------------------|----|-------------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 0.075399             | 1  | 0.075399          | 0.08    | 0.7856  |
| Intra grupos  | 3.563                | 4  | 0.890749          |         |         |
| Total (Corr.) | 3.63839              | 5  |                   |         |         |

**A-29. Pruebas de Múltiple Rangos de humedad de mejor tratamiento en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Humedad Tukey

| TRATAMIENTO            | Casos | Media   | Grupos Homogéneos |
|------------------------|-------|---------|-------------------|
| PAN PATRON             | 3     | 12.0366 | X                 |
| PAN CON TOCOSH Y TARWI | 3     | 12.2608 | X                 |

**A-30. Tabla ANOVA para proteína de mejor tratamiento en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 164.076           | 1  | 164.076        | 697.59  | 0       |
| Intra grupos  | 0.940819          | 4  | 0.235205       |         |         |
| Total (Corr.) | 165.016           | 5  |                |         |         |

**A-31. Pruebas de Múltiple Rangos proteína de mejor tratamiento en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Proteína Tukey

| TRATAMIENTOS | Casos | Media   | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|---------|-------------------|
| S0           | 3     | 8.23633 | X                 |
| S2           | 3     | 18.695  | X                 |

**A-32. Tabla ANOVA para grasa de mejor tratamiento en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 5.06847           | 1  | 5.06847        | 12.91   | 0.0229  |
| Intra grupos  | 1.5708            | 4  | 0.3927         |         |         |
| Total (Corr.) | 6.63927           | 5  |                |         |         |

**A-33. Pruebas de Múltiple Rangos grasa de mejor tratamiento en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Grasa Tukey

| TRATAMIENTOS           | Casos | Media   | Grupos Homogéneos |
|------------------------|-------|---------|-------------------|
| PAN CON TOCOSH Y TARWI | 3     | 3.34627 | X                 |
| PAN CONTROL            | 3     | 5.18447 | X                 |

**A-34. Tabla ANOVA para ceniza de mejor tratamiento en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón- F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|----------|---------|
| Entre grupos  | 1.07764           | 1  | 1.07764        | 5.67     | 0.0759  |
| Intra grupos  | 0.760682          | 4  | 0.190171       |          |         |
| Total (Corr.) | 1.83832           | 5  |                |          |         |

**A-35. Pruebas de Múltiple Rangos ceniza de mejor tratamiento en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Ceniza Tukey

| TRATAMIENTO            | Casos | Media    | Grupos Homogéneos |
|------------------------|-------|----------|-------------------|
| PAN CON TOCOSH Y TARWI | 3     | 0.591467 | X                 |
| PAN PATRON             | 3     | 1.43907  | X                 |

**A-36. Tabla ANOVA para fibra de mejor tratamiento en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 11.9314           | 1  | 11.9314        | 51.02   | 0.002   |
| Intra grupos  | 0.935425          | 4  | 0.233856       |         |         |
| Total (Corr.) | 12.8668           | 5  |                |         |         |

**A-37. Pruebas de Múltiple Rangos fibra de mejor tratamiento en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Fibra Tukey

| TRATAMIENTOS | Casos | Media    | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|----------|-------------------|
| S0           | 3     | 0.912667 | X                 |
| S2           | 3     | 3.733    | X                 |

**A-38. Tabla ANOVA para volumen mejor tratamiento panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 2.66667           | 1  | 2.66667        | 0.18    | 0.6918  |
| Intra grupos  | 58.6667           | 4  | 14.6667        |         |         |
| Total (Corr.) | 61.3333           | 5  |                |         |         |

**A-39. Tabla ANOVA para volumen específico mejor tratamiento panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 0.655926          | 1  | 0.655926       | 45.28   | 0.0025  |
| Intra grupos  | 0.057949          | 4  | 0.014487       |         |         |
| Total (Corr.) | 0.713875          | 5  |                |         |         |



**A-40. Pruebas de Múltiple Rangos volumen específico de mejor tratamiento de los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

| TRATAMIENTO       | Casos | Media   | Grupos Homogéneos |
|-------------------|-------|---------|-------------------|
| MEJOR TRATAMIENTO | 3     | 2.03609 | X                 |
| PAN PATRON        | 3     | 2.69737 | X                 |

**A-41. Tabla ANOVA para densidad aparente mejor tratamiento panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 0.0220603         | 1  | 0.0220603      | 36.22   | 0.0038  |
| Intra grupos  | 0.0024364         | 4  | 0.0006091      |         |         |
| Total (Corr.) | 0.0244967         | 5  |                |         |         |

**A-42. Pruebas de Múltiple Rangos densidad aparente de mejor tratamiento de los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

| TRATAMIENTO       | Casos | Media    | Grupos Homogéneos |
|-------------------|-------|----------|-------------------|
| PAN PATRON        | 3     | 0.371163 | X                 |
| MEJOR TRATAMIENTO | 3     | 0.492435 | X                 |

**A-43.Tabla ANOVA para pH de mejor tratamiento en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 0.0112667         | 1  | 0.0112667      | 338     | 0.0001  |
| Intra grupos  | 0.00013333        | 4  | 3.3333E-05     |         |         |
| Total (Corr.) | 0.0114            | 5  |                |         |         |

**A-44. Pruebas de Múltiple Rangos pH de mejor tratamiento en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método:pH Tukey

| TRATAMIENTOS            | Casos | Media   | Grupos Homogéneos |
|-------------------------|-------|---------|-------------------|
| PAN PATRON              | 3     | 6.28667 | X                 |
| PPAN CON TOCOSH Y TARWI | 3     | 6.37333 | X                 |

**A-45. Tabla ANOVA para acidez titulable de mejor tratamiento en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 0.010584          | 1  | 0.010584       | 6.64    | 0.0615  |
| Intra grupos  | 0.006372          | 4  | 0.001593       |         |         |
| Total (Corr.) | 0.016956          | 5  |                |         |         |

**A-46. Pruebas de Múltiple Rangos acidez titulable de mejor tratamiento en los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Acidez titulable Tukey

| TRATAMIENTOS           | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|------------------------|-------|-------|-------------------|
| PAN PATRON             | 3     | 0.441 | X                 |
| PAN CON TOCOSH Y TARWI | 3     | 0.525 | X                 |

**A.47. Tabla ANOVA para color mejor tratamiento panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 4.9               | 1  | 4.9            | 9.75    | 0.0024  |
| Intra grupos  | 44.2222           | 88 | 0.502525       |         |         |
| Total (Corr.) | 49.1222           | 89 |                |         |         |

**A-48. Pruebas de Múltiple Rangos color de mejor tratamiento de los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Color prueba de Kruskal-Wallis

| TRATAMIENTOS     | Tamaño Muestra | Rango Promedio |
|------------------|----------------|----------------|
| PAN TOCOSH TARWI | 45             | 52.6222        |
| PAN PATRON       | 45             | 38.3778        |

Estadístico = 7.85121 Valor-P = 0.00507728

**A-49. Tabla ANOVA para olor mejor tratamiento de panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 13.6111           | 1  | 13.6111        | 20.88   | 0       |
| Intra grupos  | 57.3778           | 88 | 0.65202        |         |         |
| Total (Corr.) | 70.9889           | 89 |                |         |         |

**A-50. Pruebas de Múltiple Rangos olor de mejor tratamiento de los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Olor prueba de Kruskal-Wallis

| TRATAMIENTOS                                | Tamaño Muestra | Rango Promedio |
|---------------------------------------------|----------------|----------------|
| PAN TOCOSH TARWI                            | 45             | 55.1           |
| PAN PATRON                                  | 45             | 35.9           |
| Estadístico = 14.4597 Valor-P = 0.000143195 |                |                |

**A-51. Tabla ANOVA para sabor mejor tratamiento panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 12.1              | 1  | 12.1           | 20.92   | 0       |
| Intra grupos  | 50.8889           | 88 | 0.578283       |         |         |
| Total (Corr.) | 62.9889           | 89 |                |         |         |

**A-52. Prueba de Múltiple Rangos sabor de mejor tratamiento de los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Sabor prueba de Kruskal-Wallis

| TRATAMIENTOS                                | Tamaño Muestra | Rango Promedio |
|---------------------------------------------|----------------|----------------|
| PAN TOCOSH TARWI                            | 45             | 55.4111        |
| PAN CONTROL                                 | 45             | 35.5889        |
| Estadístico = 15.2809 Valor-P = 0.000092648 |                |                |

**A-53. Tabla ANOVA para textura mejor tratamiento panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 11.3778           | 1  | 11.3778        | 16.52   | 0.0001  |
| Intra grupos  | 60.6222           | 88 | 0.688889       |         |         |
| Total (Corr.) | 72                | 89 |                |         |         |

**A-54. Pruebas de Múltiple Rangos textura de mejor tratamiento de los panes con harinas de tocosh de papa y pasta de tarwi.**

Método: Textura prueba de Kruskal-Wallis

| TRATAMIENTOS                                | Tamaño Muestra | Rango Promedio |
|---------------------------------------------|----------------|----------------|
| PAN TOCOSH TARWI                            | 45             | 54.9           |
| PAN PATRON                                  | 45             | 36.1           |
| Estadístico = 13.0806 Valor-P = 0.000298163 |                |                |