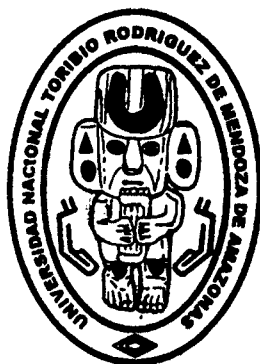


**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**“INFLUENCIA DE LA HARINA DE PITUCA (*Colocasia  
esculenta L.*) EN LA CALIDAD DE PAN”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

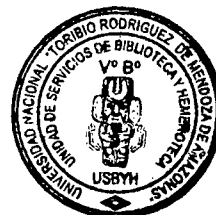
**AUTORES:**

**Bach. FLOR DE MARÍA VALQUI PÉREZ**

**Bach. ROSA PAOLA TAFUR BECERRA**

**ASESOR: Ing. POLITO MICHAEL HUAYAMA SOPLA**

**CHACHAPOYAS - AMAZONAS - PERÚ**

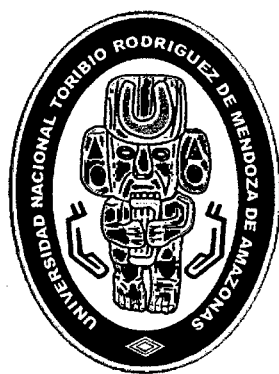


**2013**

**1.6 AGO 2013.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO  
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE  
AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL**



**“INFLUENCIA DE LA HARINA DE PITUCA (*Colocasia esculenta* L.)  
EN LA CALIDAD DE PAN”**

**TESIS**

**Para obtener el Título Profesional de  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTORES: Bach. FLOR DE MARÍA VALQUI PÉREZ  
Bach. ROSA PAOLA TAFUR BECERRA**

**ASESOR: Ing. POLITO MICHAEL HUAYAMA SOPLA**

**CHACHAPOYAS – AMAZONAS – PERÚ**

**2013**



## **DEDICATORIAS**

A mis padres Angelita y Pedro, quienes con su esfuerzo y dedicación formaron la persona que hoy soy, a mis familiares quienes me dieron su apoyo incondicional y por tener el interés en cada proyecto de vida, por colocar su granito de arena para lograr mis objetivos y metas.

Paola.

A mis padres Isidro y Aurora, que son los héroes escondidos de éste logro alcanzado, a mis hermanos por el apoyo moral e incondicional.

Flor.

## **AGRADECIMIENTO**

Con mucha consideración las autoras expresan el agradecimiento eterno al Ing. Polito Michael Huayama Soplá, asesor de la presente tesis, por la dirección, revisión de los borradores y revisión final del presente trabajo.

Nuestro agradecimiento especial al Ing. Efraín Manuelito Castro Alayo, responsable de la Planta Piloto de la UNTRM-A, por facilitar la infraestructura, equipos, de igual manera al Ing. Erick Aldo Auquiñivin Silva, responsable del laboratorio de Tecnología Agroindustrial, a la Ing. Sonia Sánchez Díaz por facilitarnos los reactivos necesarios para el desarrollo de presente tesis.

A todas las demás personas que hicieron posible la realización de la presente Tesis.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**Ph. D. Dr. Hab. VICENTE MARINO CASTAÑEDA CHÁVEZ.**

**RECTOR**

**Dr. ROBERTO JOSÉ NERVI CHACÓN.**

**VICERRECTOR ACADÉMICO (E)**

**Dr. EVER SALOMÉ LÁZARO BAZÁN**

**VICERRECTOR ADMINISTRATIVO (E)**

**Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN**

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

## **VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS**

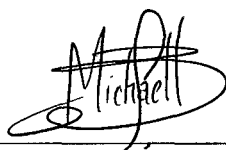
El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada **“INFLUENCIA DE LA HARINA DE PITUCA (*Colocasia esculenta* L.) EN LA CALIDAD DE PAN”** de las Tesistas egresados de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNTRM-A:

**- Bach. FLOR DE MARÍA VALQUI PÉREZ**

**- Bach. ROSA PAOLA TAFUR BECERRA**

El docente de la UNTRM-A que suscribe, da el Visto Bueno al Informe Final de la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones dadas por el Jurado Evaluador, para su posterior sustentación.

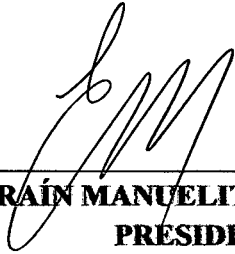
Chachapoyas, 24 Julio de 2013



---

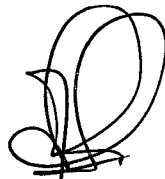
**Ing. POLITO MICHAEL HUAYAMA SOPLA**  
**DOCENTE UNTRM-A**

**JURADO EVALUADOR**



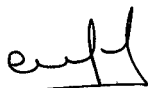
---

**Ing. EFRAÍN MANUELITO CASTRO ALAYO**  
**PRESIDENTE**



---

**Ing. ERICK ALDO AUQUÍNIVIN SILVA**  
**SECRETARIO**



---

**Ing. OSCAR MITCHEL JARA ALARCÓN**  
**VOCAL**



# UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS

## ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 05 de AGOSTO del año 2013, siendo las 12:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Ing. Efraim Manuelito Castro Alayo

Secretario: Ing. Erick Aldo Aquino Silva

Vocal: Ing. Oscar Mitchell Jara Alarcon

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) Flor de María Valqui Pérez

titulado "Influencia de la Harina de Pituca (Colocasia esculenta L.) en la calidad de pan"

Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la ARROBACION (X), DESAPROBACION ( ) por mayoría ( ) por unanimidad (X); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNATEA.

Siendo las 14:27 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.

SECRETARIO

PRESIDENTE

Form6- T





# UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS

## ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 05 de AGOSTO del año 2013, siendo las 12:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Ing. Efraim Manuelito Castro Alayo

Secretario: Ing. Erick Aldo Acuña Silva

Vocal: Ing. Oscar Mitchell Jara Arcon

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller,

don(ña) Rosa Paola Itafur Bederrain

titulado "Influencia de la harina de pituca (Colocasia esculenta L.) en la calidad de pan"

Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la APROBACION (  ), DESAPROBACION (  ) por mayoría (  ), por unanimidad (  ); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNA T-A.

Siendo las 14:12 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

Form6- T

## TABLA DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
AUTORIDADES UNTRM-A.....	iii
VISTO BUENO DE ASESOR.....	iv
PÁGINA DEL JURADO .....	v
TABLA DE CONTENIDOS.....	vi
INDICE DE TABLAS.....	viii
INDICE DE GRAFICAS.....	ix
RESÚMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
2.1. Materia prima.....	5
2.2. Insumos.....	5
2.3. Análisis fisicoquímico de la pituca.....	5
2.4. Obtención de la harina de pituca.....	6
2.5. Análisis fisicoquímico de la harina y mezclas.....	8
2.6. Análisis farinográfico y alveográfico.....	8
2.7. Elaboración del pan.....	9
2.8. Prueba de aceptabilidad.....	13
2.9. Metodología experimental.....	13
2.10. Análisis fisicoquímico del pan.....	15

2.11. Análisis de datos.....	15
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>34</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>35</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>37</b>

## INDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Distribución de nivel de sustitución de harina de pituca y trigo.....	9
Tabla 2. Formulación para la elaboración de pan sustituido con harina de pituca.....	9
Tabla 3. Análisis fisico químico de la pituca fresca.....	17
Tabla 4. Formulación para la elaboración de pan de pituca.....	18
Tabla 5. Caracterización fisicoquímico proximal de la sustitución con harina de pituca.....	18
Tabla 6. Características Farinográficas de las mezclas de harina de trigo y pituca para diferentes niveles de sustitución.....	21
Tabla 7. Características Alveográfico de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca para diferentes niveles de sustitución.....	21
Tabla 8. Caracterización fisicoquímico del pan elaborado con la mezcla de harina de trigo y pituca.....	22
Tabla 9. Datos registrados de la evaluación sensorial en cuanto al aroma, sabor y textura de los panes elaborados con sustitución parcial de harina de pituca.....	24

## INDICE DE GRÁFICAS

	<b>Pág.</b>
Gráfica 1. Flujo de elaboración de harina de pituca ( <i>Colocasia esculenta</i> L).....	7
Gráfica 2. Diagrama de Flujo para la elaboración de los panes sustituidos con harina de pituca.....	12
Gráfica 3. Metodología Experimental.....	14
Gráfica 4. Índice del pH de la harina en relación a cada nivel de sustitución.....	19
Gráfica 5. Índice de la proteína de la harina en relación a cada nivel de sustitución.....	19
Gráfica 6. Índice de los carbohidratos de la harina en relación a cada nivel de sustitución.....	20
Gráfica 7. Índice de la pH del pan elaborado en relación a cada nivel de sustitución.....	22
Gráfica 8. Índice de la proteína del pan elaborado en relación a cada nivel de sustitución.....	23
Gráfica 9. Índice de carbohidratos del pan elaborado en relación a cada nivel de sustitución.....	24
Gráfica 10. Valores promedios de la evaluación sensorial en aroma de los panes elaborados con sustitución parcial de harina de pituca.....	25
Gráfica 11. Valores promedios de la evaluación sensorial en sabor de los panes elaborados con sustitución parcial de harina de pituca.....	26
Gráfica 12. Valores promedios de la evaluación sensorial en textura de los panes elaborados con sustitución parcial de harina de pituca.....	27

## INDICE DE FOTOGRAFÍAS

	<b>Pág.</b>
Fotografía G1. Recepción, Lavado, selección y cocción de la pituca.....	66
Fotografía G2. Enfriado, pelado y troceado de la pituca.....	66
Fotografía G3. Molienda, secado; obtención de la harina de pituca.....	66
Fotografía G4. Pesado de insumos, amasado y pesado de la masa.....	67
Fotografía G5. Cortado, bolillado y formado del pan.....	67
Fotografía G6. Fermentado y homeado del pan.....	67
Fotografía G7. Muestra de los tres tratamientos.....	68
Fotografía G8. Panelista resolviendo la prueba de escala hedónica.....	68

## RESUMEN

En la presente investigación se evaluó la influencia de la harina de pituca (*Colocasia esculenta* L.) en la calidad del pan, para ello se produjo harina de pituca siguiendo las siguientes operaciones: recepción, selección, lavado, pesado, cocido, pelado, desmenuzado, secado a una temperatura de 65 °C por un tiempo de 6 horas, a una velocidad de aire de 2 m/s en el secador de bandejas, molienda y tamizado; se ensayaron tres niveles de sustitución de harina de pituca con harina de trigo al 15, 20 y 25%. Luego se procedió a la elaboración del pan con las diferentes mezclas y con el testigo de 100% de harina de trigo, realizando los análisis correspondientes.

Los resultados experimentales indican que el mejor pan obtenido se consigue con una mezcla de 15% de harina de pituca, 85% de harina de trigo, con un análisis fisicoquímico del pan de humedad (20.03 %), proteína (8,45%), grasa (11,07%), carbohidratos (58,44%), ceniza (2,01%) y pH (6,58 %) y con una buena aceptación organoléptica por parte de los panelistas.

Los resultados experimentales de las mezclas de las harinas se realizaron empleando el programa Statgraphics y el análisis organoléptico con el Spss 15.0 para obtener los resultados satisfactorios.

**Palabras clave:** Harina, pituca, influencia.

## ABSTRACT

In this study we evaluated the influence pituca flour (*Colocasia esculenta* L.) in the quality of bread, for it occurred pituca meal following the following steps: receiving, picking, washing, weighing, cooked, peeled, shredded, dried at a temperature of 65 ° C for a time of 6 hours at an air velocity of 2 m / s in the tray dryer, milling and sieving; tested three levels of substitution of flour pituca with wheat flour 15, 20 and 25%. Then he proceeded to make bread with different blends and to the control of 100% wheat flour, performing the corresponding analysis. The experimental results indicate that the best bread obtained is achieved with a mixture of 15% pituca flour, 85% wheat flour, a bread physicochemical analysis of moisture (20.03%), protein (8.45%) fat (11.07%), carbohydrate (58.44%), ash (2.01%) and pH (6.58%) and good organoleptic acceptance by the panelists. The experimental results of flour mixtures were performed using Statgraphics and organoleptic analysis with Spss 15.0 to obtain satisfactory results.

**Keywords:** Flour, pituca, influence.



## I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la región Amazonas y del Perú depende en gran parte de la agroindustria, pues posee una gran diversidad de recursos, destacando los agrícolas cultivados y especies silvestres, como la pituca, que en la actualidad están siendo aprovechadas en forma deficiente y en algunos casos no se está dando la debida importancia.

Dentro de las líneas de procesamiento tradicionales se tiene la posibilidad de emplear la pituca (*Colocasia esculenta* L.) en harina como suplemento en la elaboración del pan popular, dicho producto podrá competir con otros similares.

La pituca es una planta herbácea suculenta que alcanza de (1-2) m de altura, produce corno (se considera así a la raíz libre de tallo y hojas) central comestible, grande, esférico, elipsoidal o cónico, el color de la pulpa es por lo generalmente blanco pero puede presentarse clones colorados hasta llegar a morado, además de ser un alimento escaso en proteínas y grasa, su mayor valor alimenticio está en su contenido de carbohidratos, además los gránulos de almidón con un tamaño de 4 a 11 micras son fáciles de digerir en alimentos cuando es consumido en cantidad, es una buena fuente de calcio altamente asimilable. (Morin, 1983).

Según (Núñez, 1989). Sobre los métodos de producción de harina de pituca, menciona que en Hawái la producción de harina de pituca se realiza de dos formas:

- Los cormos de pituca son lavados pelados, cocidos y molidos en un molino triturador obteniéndose una pasta. Al enfriarse la pasta se produce un cambio físico de viscoso a

masa salida gomosa, notándose mayor a la temperatura de (86-104) °C en un tiempo mayor de 24 horas, siendo el contenido de agua inicial de 60 a 70%. Las masas sólidas son cortadas mecánicamente y fragmentados, luego puestos a secar en cabinas por exposición, a corriente de aire seco hasta alcanzar no más de 10% de humedad final, los fragmentos secos son molidos en un molino de martillo en circuito con un cernidor giratorio.

- Los cormos son lavados a fin de eliminar completamente la tierra, luego se cortan en trozos de ¼ de pulgada de espesor (0.63 cm.). Estos cormos son conservados en agua para ser luego sometidos a un pelado químico en una solución de hidróxido de sodio al 2% durante 10 min., luego se elimina la sosa mediante lavado y enjuagado con ácido cítrico al 2% o ácido clorhídrico al 0.5%

La harina de pituca es usada frecuentemente en panificación también tiene las mismas características de la harina de papa, siendo aún más amplio el rango de combinaciones. El pan de pituca es el producto más vendido en otros países con el 15% de reemplazos. Observándose que el producto permanece más fresco que el pan ordinario a causa de la propiedad absorbente de la mezcla de pituca.

(Amos, 1969), menciona que el valor proteico de la harina de pituca es menor en relación a la de trigo, pero cabe resaltar que el contenido de aminoácidos de la primera es superior, por otro lado la sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de pituca produce una disminución del valor proteico lo que parecería no tener mayor importancia puesto que las harinas son básicamente fuentes energéticas y la harina de pituca cumple satisfactoriamente esta función.

El pan es el producto que se prepara de cereales (molidos, triturados o laminados), o una mezcla de ellos, a través de la elaboración de una masa pesada, formada, leudada y cocinada. Se pueden adicionar otros ingredientes permitidos en dichas normas. Su denominación la recibe de la composición, forma, peso y eventualmente su origen. (MEIC, 2013).

La estructura del pan se distingue básicamente de tres zonas: miga, corteza interna y corteza externa, la miga conforma la mayor parte del pan ya que comprende el 56% o más, dependiendo del tiempo en el horno. (Calvel, R 1994).

Los ingredientes principales utilizados para elaborar el pan son harina de trigo, componente mayoritario, sal, levadura y agua, y en algunos otros casos se adiciona azúcar y grasa. (Quaglia y Giovanni, 1991).

La harina de trigo, es el ingrediente más importante del pan, el componente más importante de la harina, son las proteínas, mientras se amasa. Las proteínas de la harina y el agua que añades forman el gluten, al terminar el amasado, crea una red impermeable encargada de atrapar los gases que se producen durante la fermentación de la masa, lo que le da volumen al pan. Sin embargo una buena harina por sí sola no asegura un pan de calidad si no va acompañada de sus ingredientes así como un cuidadoso y respetuoso proceso de elaboración. (Barriga, 2011).

El proceso de elaboración de pan comprende de las siguientes etapas: mezcla, amasado, voleado, reposo o prefermentación, formado, fermentación y el horneado (Barriga, 2003).

Los diversos parámetros que deben ser examinados a fin de determinar la calidad de pan están en la harina a utilizar y pueden agruparse en cuatro categorías: (Quaglia, 1991)

- Prueba de capacidad o de panificación;
- Prueba física o reológica
- Valoración organoléptica
- Análisis químico.

La prueba física o reológica estudia el flujo y la deformación de la materia cuando se somete a la acción de una fuerza externa. Es una herramienta importante ya que brinda información sobre la estructura del alimento y sobre las interacciones entre los diversos componentes (Steffe JF. 1996), estudia las propiedades físicas del gluten hidratado, formado después del amasado. Los resultados están estrechamente vinculados con parámetros de procesamiento, absorción de agua, tiempo de amasado óptimo, tiempo de reposo, fermentado, calidad de formado y producto terminado (Calaveras, 1996).

El análisis farinográfico mide la consistencia de la masa y el ensayo se basa en registrar la resistencia que la masa opone al amasado, tal resistencia se representa en un diagrama a partir del momento de la formación de la masa y durante todo el período de la prueba. En el curso del ensayo, dicha resistencia varía según la fuerza de la harina, produciéndose por consiguiente gráficos de distintas formas que reciben el nombre de farinogramas. La curva graficada descenderá cuando disminuya la resistencia que opone la masa al ser mezclada. (Wonalixia Bittersweet – 2010).

Los índices que normalmente se determinan con el análisis farinográfico son:

- La absorción de agua en %.

- Tiempo de desarrollo.
- La estabilidad de la masa.
- El grado de ablandamiento o índice de caída.

El análisis alveográfico permite determinar el comportamiento que va a tener la harina en las diferentes etapas del proceso de panificación como la capacidad de retención de gas de la masa y si la harina es equilibrada o no.

Los índices que normalmente se determinan con este gráfico son:

- Valor P: Expresa la tenacidad de la masa y mide la resistencia que opone la masa a ser estirada.
- Valor L: Expresa la extensibilidad de la masa y mide la capacidad de ésta para ser estirada desde el comienzo de la curva hasta el punto en que la línea cae verticalmente
- Valor W: Expresa la fuerza panadera.
- Valor P/L: Indica el equilibrio y es la relación entre la tenacidad y la extensibilidad.
- Valor G: Llamado índice de hinchamiento (volumen de masa) e indica la aptitud de la harina para dar un pan bien desarrollado. (Calaveras, 1996).

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **2.1. Materia prima**

- Pituca (*Colocasia esculenta* L) proveniente del centro poblado de Buenos Aires, distrito de Yambrasbamba, provincia Bongará, región Amazonas.
- Harina de trigo proveniente de la Molinera Inca S.A. La Libertad, Perú.

### **2.2. Insumos**

- Agua
- Levadura
- Azúcar
- Sal
- Manteca
- Mejorador

### **2.3. Análisis fisicoquímico de la pituca**

Las raíces de la pituca se clasificó y se seleccionó en base a sus características físicas (tamaño, forma y color), seguidamente se las lavó y peló manualmente con ayuda de un cuchillo. Se cortó las raíces en rodajas para luego ser secadas, se tomó muestras y se realizó los siguientes análisis:

- En la estufa se realizó el análisis de ceniza, se colocó 1g. de muestra a una temperatura de 150 °C por un tiempo de 24 horas por diferencia de pesos se determinó el contenido de ceniza.

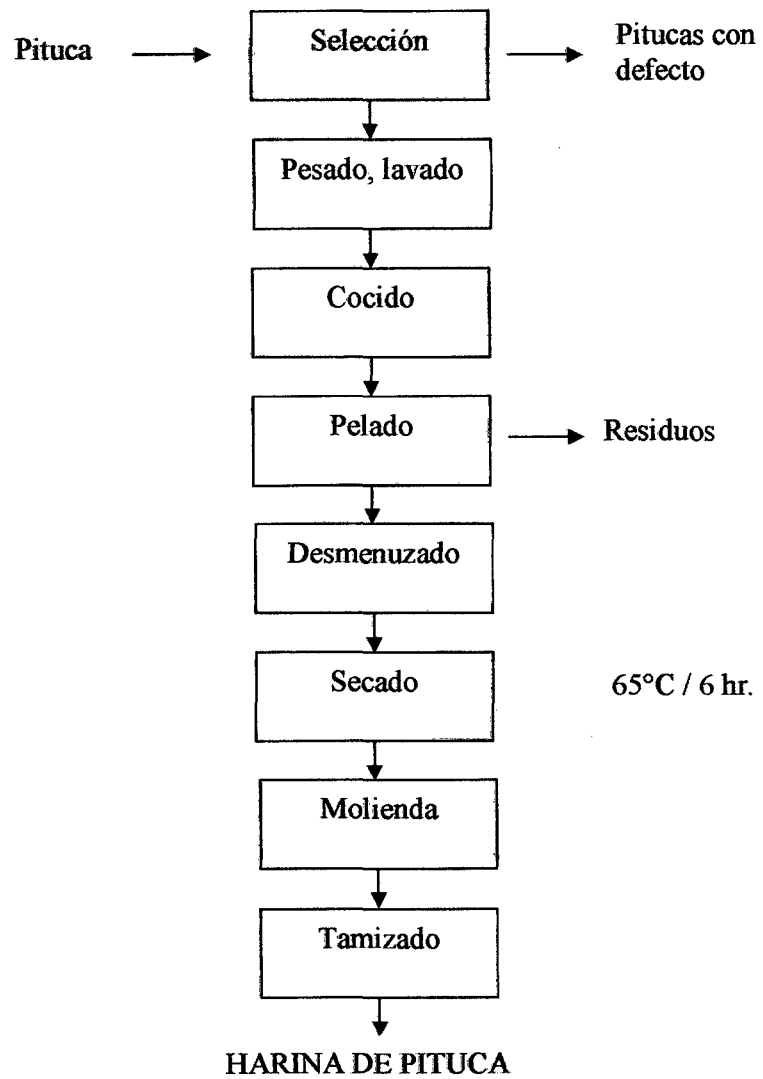
- En la balanza de humedad se determinó el porcentaje de humedad en la cual se colocó 1g. de muestra por un tiempo de 10 minutos obteniendo la humedad de la muestra.
- Con el pH digital se registró el pH, previa trituración con el mortero, filtrado y diluido de la muestra con agua destilada.
- En el equipo Soxhlet se colocó 5g. de muestra y se adicionó éter de petróleo al 0.01 N, y se extrajo la grasa presente en la muestra.
- Las proteínas se determinó en el laboratorio de industria TEAL SA. (SAYON).
- Los carbohidratos se determinó por diferencia de peso de los otros componentes como cenizas, grasas y proteínas.

#### **2.4. Obtención de harina de pituca**

- a) Selección:** Esta operación se realizó en forma manual y visual.
- b) Pesado y Lavado:** Para realizar esta operación se utilizó una balanza comercial y para el lavado se utilizó abundante agua potable, fue necesario el uso de guantes de jebe debido al escozor que produce el oxalato de calcio presente en la pituca, cuando esta fue raspada con el cuchillo para desprenderla de las impurezas, seguidamente se la cortó en rodajas y se pasó a la cocción.
- c) Cocido:** Se utilizó una cocina a gas, el tiempo de cocción fue de 45 min. y a temperatura de ebullición, luego se oreó la pituca sancochada a temperatura ambiente con el fin de que enfríe para facilitar la siguiente operación.
- d) Pelado:** Se realizó en forma manual con cuchillo.
- e) Desmenuzado:** Se realizó en una maquina moledora de carne.

- f) **Secado:** Esta operación se realizó con el fin de deshidratar la masa cocida de pituca, esta operación llevara a cabo en un secador de bandejas a 65 °C por un tiempo de 4 horas y una velocidad de aire de 2 m/s.
- g) **Molienda:** La masa de pituca deshidratada se trituro en un molino de mano.
- h) **Tamizado:** Se realizó en un equipo de tamices N° 140 ,100 y 50.
- i) **Producto final:** Se obtuvo harina de pituca rosada, que presenta un color crema ligeramente cenizo.





Gráfica 1. Flujo de elaboración de harina de pituca (*Colocasia esculenta* L).

## 2.5. Análisis fisicoquímico de la harina de pituca, trigo y las mezclas

El análisis fisicoquímico se realizó a la harina de pituca, harina de trigo y a la mezcla de ambas de acuerdo a la Tabla 1, este consistió en el análisis fisicoquímico de la harina de pituca y de la mezcla con harina de trigo.

Tabla 1. Distribución de nivel de sustitución de harina de pituca y trigo.

Componente	Niveles de sustitución		
	15%	20%	25%
Harina de pituca	75g	100g	125g
Harina de trigo	425g	400g	375g
Total	500g	500g	500g

El análisis fisicoquímico se determinó según la norma A.O.A.C., 1990 y son:

- **pH:** El valor del pH de la harina de pituca se determinó por el pH-metro.
- **Humedad:** El contenido de humedad se determinó en una balanza de reloj del laboratorio de tecnología de la UNTRM-A.
- **Cenizas:** El contenido de cenizas se determinó por el método de calcinación, por diferencia de pesos en 1 g de la harina de pituca exactamente medidos, en una estufa a 150 °C durante 24 horas.
- **Grasa:** el porcentaje de grasa obtenida se realizó por el método de Soxhlet.
- **Carbohidratos:** se determinó por diferencia:  
$$\% \text{ carbohidratos totales} = 100 - (\text{humedad} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ cenizas} + \% \text{ grasas}).$$

## 2.6. Análisis farinográfico y alveográfico

Las mezclas de harinas según la Tabla 1, se envasó en bolsas plásticas de 500 g. codificadas de acuerdo al porcentaje de sustitución y se envió a la empresa TEAL.S.A. (SAYON), para sus análisis correspondiente.

## 2.7. Elaboración del pan

Se realizaron 4 formulaciones de pan, en base a 1000g de harina compuesta (harina de trigo y pituca), tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2. Formulación para la elaboración de pan de pituca

INSUMO	PORCENTAJES (%)			
Harina de trigo	100	85	80	75
Harina de pituca	0	15	20	25
Azúcar	12,5	12,5	12,5	12,5
Levadura	0,3	0,3	0,3	0,3
Sal	18,3	18,3	18,3	18,3
Manteca	20,8	20,8	20,8	20,8
Mejorador	0,8	0,8	0,8	0,8
Agua	50,0	52,5	57,0	56,5

Para la elaboración del pan se siguió el procedimiento experimental mostrado en la Gráfica 2, el pan se elaboró empleando el método directo, es decir, algunos de los ingredientes fueron mezclados en seco al inicio del proceso

**Recepción:** Se recepcionó la harina de trigo y harina de pituca y los demás ingredientes.

**Pesado:** Se pesaron todos los ingredientes, así como la sustitución de harina por cada porcentaje (15, 20 y 25) %, de acuerdo a las formulaciones establecidas en la Tabla 2.

**Homogenización:** Seguido a ello se realizó el mezclado en seco según Tabla 2, agregando las harinas, levadura, sal y azúcar en un recipiente.

**Amasado:** En la amasadora sobadora de 50kg. de capacidad, marca INTEC, modelo A-C50, se colocó la mezcla seguidamente la manteca y luego poco a poco se le fue añadiendo el agua, para facilitar la disolución de los ingredientes y se amasó por espacio de 10 min, logrando obtener el gluten se pasó al primer reposo.

**Primer reposo:** Con la formación del gluten se hizo una sola bola al amasado y se le dejó reposar por un espacio de 5 minutos, hasta lograr una masa elástica y flexible.

**Corte:** En una divisora de masa, marca INTEC, modelo I-30, se procedió a cortar en pequeñas bolitas utilizando para ello una maquina divisora, que luego pasó al segundo reposo.

**Boleado:** Con movimientos circulares realizados con la mano, se acaba de desarrollar la elasticidad y extensibilidad del gluten para obtener una masa plástica, suave y elástica que permita.

**Segundo reposo:** Se dejó en reposo por espacio de 20 minutos.

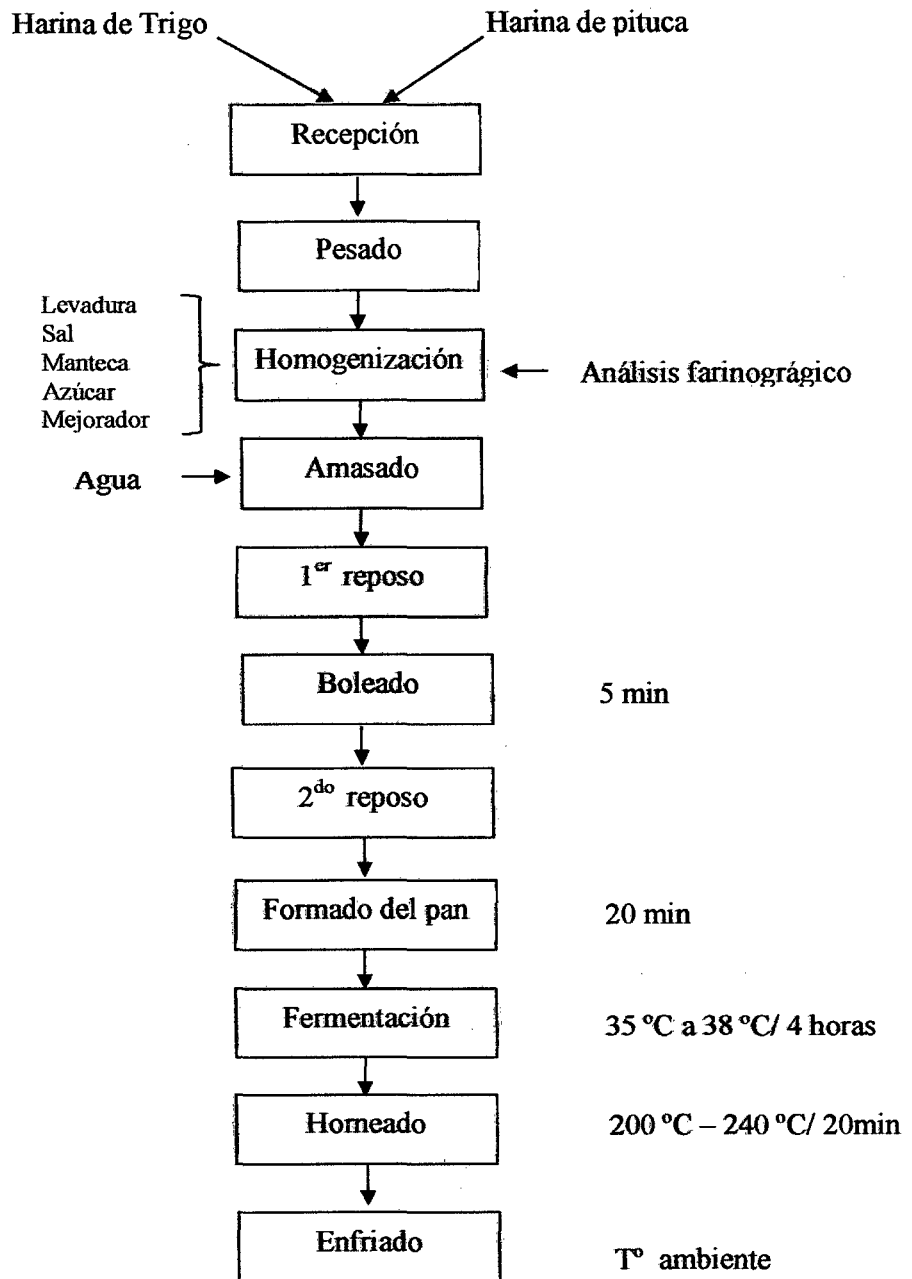
**Formado del pan:** Se pasó a darle forma al pan, en este caso en forma de pan popular.

**Fermentación:** Se esparció harina a las latas de hornear con la finalidad de que no se pegue el pan, se colocaron los panes ya formados dejándolos fermentar por espacio aproximado de 4 horas a una temperatura de 37 °C, esta operación se realizó

en cámara de fermentación marca ANOVA, con rango de temperatura de 18 – 40 °C., capacidad para 4 coches con 18 bandejas cada una.

**Horneado:** Finalmente se hornearon los panes a una temperatura de 180 °C por espacio de 20 min, en un horno rotativo de 18 bandejas, marca: INTEC, modelo: C-1400.

**Enfriado:** Se dejó enfriar por 1 hora, a temperatura ambiente y se separaron los panes en forma aleatoria de cada una de las latas, uno para el análisis en laboratorio y el resto de panes se utilizó para realizar el análisis sensorial mediante la prueba de escala hedónica.



Gráfica 2. Diagrama de Flujo para la elaboración de los panes sustituidos con harina de pituca.

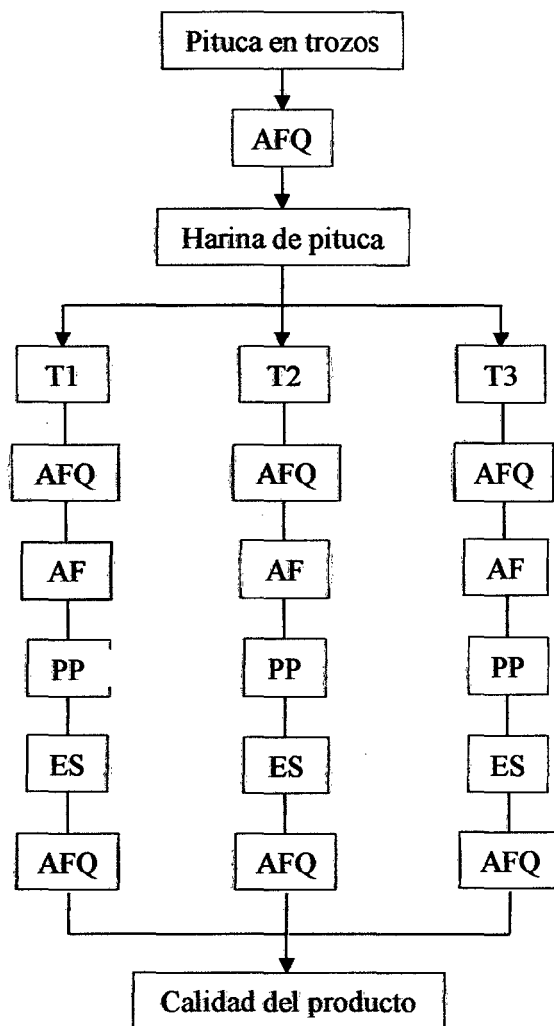
## **2.8. Prueba de aceptabilidad**

La prueba hedónica es de tipo discriminatorio, que parte del agrado al desagrado del producto para el paladar, para esta prueba a cada panelista se le proporcionó 3 muestras diferentes codificadas, que correspondían a 3 repeticiones y a un testigo, también se le proporcionó un formato para que anote su apreciación o desagrado para cada pan sustituido con harina de pituca, previa capacitación para su correcto llenado, se proporcionó un vaso de agua mineral, para poder diferenciar los atributos de las muestras por los panelistas.

La escala a evaluar fue de 9 puntos para textura, sabor y aroma, los 10 panelistas, lo conformaron egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

## **2.9. Metodología experimental**

La metodología experimental desarrollada en la presente investigación se muestra en la siguiente gráfica, con el cual se revela cómo se han desarrollado los objetivos planteados en la investigación.



Gráfica 3. Metodología Experimental

AFQ: Análisis fisicoquímico: pH, % de humedad, % ceniza, % proteínas y % de carbohidratos.

T (1,2 y 3): Tratamientos.

AF: Análisis farinográfico.

PP: Pan de pituca.



## 2.10. Análisis fisicoquímico del pan

Se realizó el análisis a los panes obtenidos de harina de trigo y diferentes mezclas de harinas (pituca y trigo).

- **pH:** El valor del pH del pan se determinó por el pH-metro, según la norma A.O.A.C., 1990
- **Humedad:** El contenido de humedad se determinó en una balanza de humedad.
- **Cenizas:** El contenido de cenizas se determinó por el método de calcinación, por diferencia de pesos en 1 g de la harina de pituca exactamente medidos, en una estufa a 150 °C durante 24 horas.
- **Grasa:** el porcentaje de grasa obtenida se realizó por el método de Soxhlet, recomendado por A.O.A.C., 1990.
- **Proteína:** se realizó en el laboratorio de Industrias TEAL.S.A.
- **Carbohidratos:** se determinó por diferencia:  
  
% carbohidratos totales= 100 - (humedad + % proteínas + % cenizas + % grasas),  
recomendado por A.O.A.C., 1990.

## 2.11. Análisis de datos

Se utilizó el diseño completo al azar (DCA), cuyo modelo estadístico se presenta a continuación:

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}$$

Dónde:

$i = 1, 2, 3, \rightarrow 3$  tratamientos

$j = 1, 2, 3 \rightarrow 3$  repeticiones

**$Y_{ij}$ :** Características fisico-químicas y organolépticas del pan elaborado

$\mu$ : Efecto de la media general

$t_i$ : Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento (porcentajes de harina de pituca)

$\varepsilon_{ij}$ : Error experimental

Nivel de significación: 5% = 0.05

– **Prueba de comparaciones múltiples**

La comparación de medias se empleará la prueba Tukey, con un nivel de significancia del 0,05. Asimismo, para determinar diferencia de los tratamientos evaluados con el testigo que es el pan elaborado con harina de trigo, se empleará las diferencias de medias bajo una distribución t de student a 0,05 de significancia

– **Para determinar el grado de aceptabilidad de los panes elaborados**

Se realizó la evaluación sensorial, empleando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 10 panelistas semientrenados para evaluar el color, aroma, sabor y textura del pan elaborado. La comparación de medias se realizó mediante la prueba Tukey, con un nivel de significancia del 0,05.

Modelo Aditivo lineal: Para un diseño de bloques completamente al azar es el siguiente.

$$Y_{ij} = u + t_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$ : Es el sabor, textura, aroma del  $i$ -ésimo pan sustituido con pituca

$u$ : Es el efecto de la media general

$t_i$ : Es el efecto del  $i$ -ésimo pan sustituido con pituca

$B_j$ : Es el efecto del  $j$ -ésimo panelista

$E_{ij}$ : Error experimental.

### III. RESULTADOS

En la Tabla 3, se muestran los resultados del análisis fisicoquímico realizado a la pituca en su estado fresco, caracterizándose por un alto contenido de carbohidratos y un bajo contenido de grasa.

Tabla 3. Análisis físico químico de la pituca fresca

Pituca fresca	
pH	6.1
Humedad (%)	24
Cenizas (%)	1,3
Grasas (%)	0,3
Proteínas (%)	1,6
Carbohidratos (%)	29.8

En la Tabla 4. Se muestra el resultado de la formulación en base a 1 Kg, de harina (trigo y pituca), de acuerdo al porcentaje de formulación presentado en la Tabla 2, considerando que la cantidad de agua varía en función del porcentaje de las mezclas realizadas entre la harina de trigo y pituca.

Tabla 4. Formulación para la elaboración de pan sustituido con harina de pituca.

INSUMO	CANTIDAD (Kg)			
	T0	T1	T2	T3
Harina de trigo	100	0,850	0,800	0,750
Harina de pituca	0	0,150	0,200	0,250
Azúcar	0,125	0,125	0,125	0,125
Levadura	0,003	0,003	0,003	0,003
Sal	0,183	0,183	0,183	0,183
Manteca	0,208	0,208	0,208	0,208
Mejorador	0,008	0,008	0,008	0,008

En la Tabla 5. Se muestran los resultados del análisis fisicoquímico realizado a la harina de trigo y a las mezclas según porcentajes 15%, 20% y 25% de harina de pituca con harina de trigo.

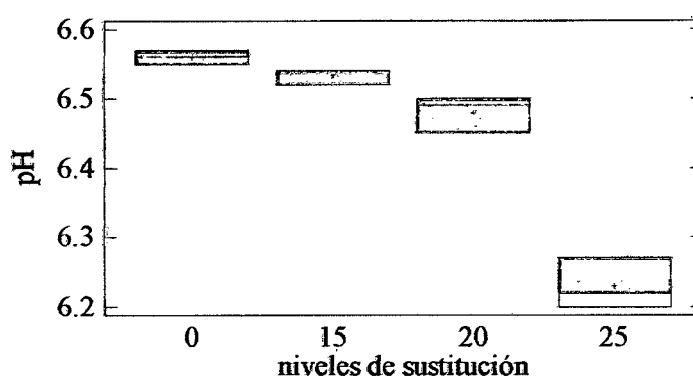
Tabla 5. Caracterización fisicoquímico proximal de la sustitución con harina de pituca

Componentes	Harina de	Testigo	T1	T2	T3	
	Pituca	0%	15%	20%	25%	
Humedad (%)	13,23	14,71	14,3	14,1	13,8	
Proteína (%)	9,92	12,5	10,47	10,31	10,23	
Mezcla de Harinas	Grasa (%)	1,43	4,55	2,40	2,33	2,35
	Carbohidratos (%)	63,84	57,9	61,39	62,12	62,17
	Cenizas (%)	2,00	1,12	0,7	0,74	0,75
	pH	6,1	6,56	6,54	6,49	6,2

En la tabla 5. Se observa que a medida que se agrega mayor cantidad de harina de pituca a la mezcla el porcentaje de humedad, proteína y grasa disminuyen, mientras que los carbohidratos y las cenizas se incrementan, esto se debe al alto porcentaje de carbohidratos que presenta la pituca comparación a la harina de trigo.

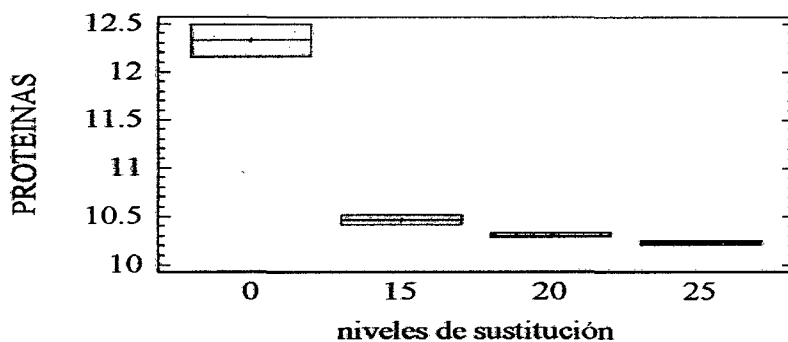
A continuación se presenta la Gráfica 4, obtenida del procesamiento de datos de pH registrados en la Tabla 5, donde se observa que el pH disminuye en función del mayor porcentaje de harina de pituca añadida a la mezcla.

Gráfica 4. Índice del pH de la harina en relación a cada nivel de sustitución.



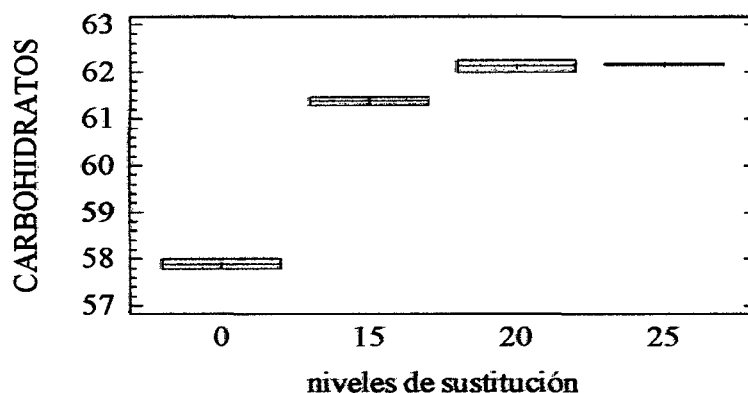
La gráfica 5, se contrasta con la gráfica 4, que el nivel de proteína disminuye en función de la formulación realizada, además existe diferencia estadísticamente significativa entre la media de proteína de harina con un nivel del 95.0% de confianza. (Tabla A12, anexo A).

Gráfica 5. Índice de la proteína de la harina en relación a cada nivel de sustitución.



En la gráfica 6, a diferencia de los demás análisis el carbohidrato en la mezcla se incrementa a mayor porcentaje de harina de pituca añadida, además existe diferencia estadísticamente significativa entre la media de carbohidratos de harina, con un nivel del 95.0% de confianza (Tabla A13, anexo A).

Gráfica 6. Índice de los carbohidratos de la harina en relación a cada nivel de sustitución



De la Tabla 6, la formulación con 100% harina de trigo tiene mayor tiempo de desarrollo de la masa, mejor estabilidad y menor debilitamiento a diferencia de las sustituidas con harina de pituca, esto se debe al mayor contenido de proteínas en la harina de trigo.

Tabla 6. Características Farinográficas de las mezclas de harina de trigo y pituca para diferentes niveles de sustitución

Nivel de sustitución (%)	Absorción de agua (%)	Tiempo de Desarrollo (min)	Estabilidad (min)	Debilitamiento (ub)
0	64.8	12.5	8.7	40
15	64.6	5.1	3.7	80
20	67.6	4.9	3.3	95
25	68.4	4.7	3.1	105

La Tabla 7, confirma los resultados de la Tabla 6, la harina trigo al 0% de sustitución obtuvo los mejores resultados en cuanto a las características de gluten, debido a que la harina de trigo a diferencia de la pituca posee un contenido mayor de proteínas.

Tabla 7. Características alveográficas de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca para diferentes niveles de sustitución

Nivel de sustitución (%)	P (tenacidad) mm	L (extensibilidad) mm	P/L	W (trabajo)	Características del gluten
0	87.8	80.0	0.9	230	FUERTE
15	98.7	82.8	1.19	202	DÉBIL
20	102.2	83	1.21	196	DÉBIL
25	103	84	1.22	192	DÉBIL

En la Tabla 8, se muestra los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico realizado a los panes elaborados con las mezclas de harinas de trigo y pituca, de acuerdo a la formulación realizada se observa que conforme aumenta el porcentaje



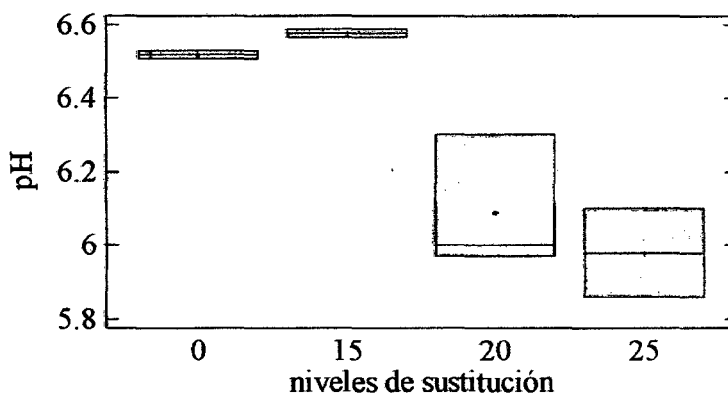
de harina de pituca en la mezcla, aumenta el porcentaje de carbohidratos en el pan, mientras que los porcentajes de proteína van disminuyendo.

Así mismo el contenido de grasa mantiene casi constante debido a que las cantidades de grasa según la formulación de la Tabla 2, este no varía, al igual que las cantidades de azúcar, levadura y el mejorador.

Tabla 8. Caracterización fisicoquímico del pan elaborado con la mezcla de harina de trigo y pituca

Componentes		Testigo	T1	T2	T3
		0%	15%	20%	25%
Panes	Humedad (%)	19,3	20,03	17,41	16,01
	Proteína (%)	10,15	8,45	8,37	8,25
	Grasa (%)	10,9	11,07	11,36	11,78
	Carbohidratos (%)	57,2	58,44	60,49	61,35
	Cenizas (%)	2,45	2,01	2,55	2,61
	pH	6,52	6,58	6,0	5,86

Gráfica 7. Índice del pH del pan elaborado en relación a cada nivel de sustitución.

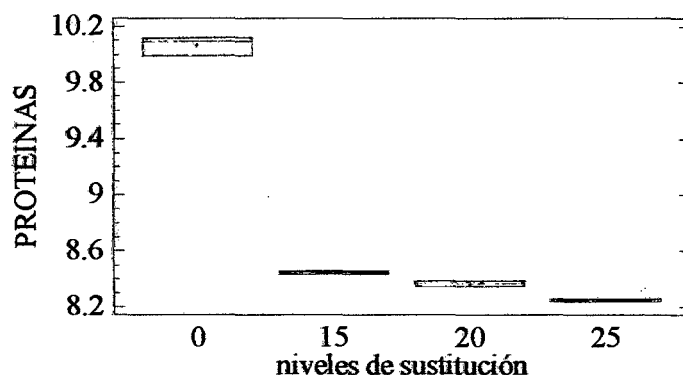




Con relación al pH, se observa al realizar la comparación de los tratamientos T1, T2 y T3 con el testigo, el T2 y T3 indica que existe diferencia significativa al 95% de confianza, respecto al testigo, esto quiere decir que al comparar al testigo con T1 no existe diferencia significativa, tal como se muestra en la gráfica 7.

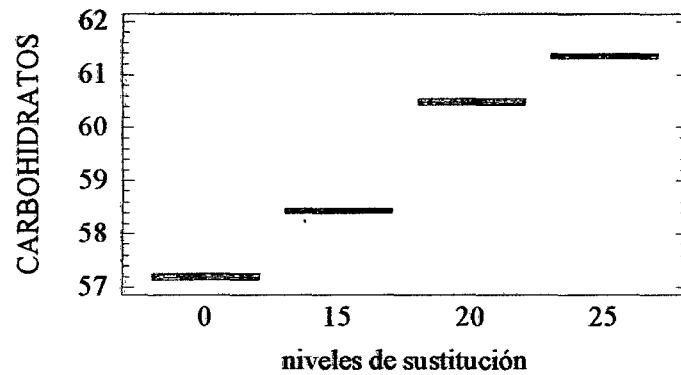
En la Gráfica 8, indica que los valores de proteína en el pan elaborado con harina de pituca el porcentaje de proteína disminuyen conforme mayor contenido de harina de pituca contiene la mezcla para la elaboración del pan, además al realizar la comparación entre tratamientos, observamos que existe diferencias significativas entre todos los tratamiento esto se evidencia en la Tabla A16, anexo A.

Gráfica 8. Índice de la proteína del pan elaborado en relación a cada nivel de sustitución.



El porcentaje de carbohidratos en el pan va en aumento conforme mayor es la cantidad de harina de pituca utilizada en la elaboración del pan, esto es debido a que la pituca tiene un alto contenido de carbohidratos a diferencia del trigo, además esto se puede contrastar con las comparaciones entre los tratamientos lo cual indica que existe diferencia significativa entre ellos e incluso entre las medias de cada tratamiento, tal como se evidencia en la Tabla A 28.

Gráfica 9. Índice de carbohidratos del pan elaborado en relación a cada nivel de sustitución.



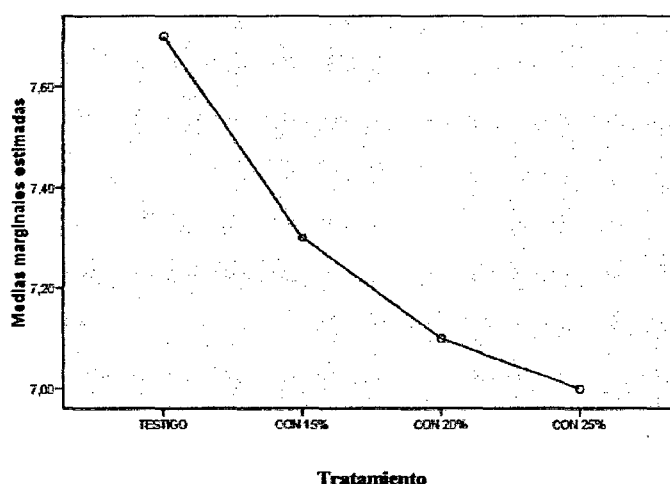
En la Tabla 9, donde se muestra los resultados de la evaluación sensorial (aroma, sabor y textura) de los panes elaborados con la mezcla de harinas con sus diferentes porcentajes.

Tabla 9. Datos registrados de la evaluación sensorial en cuanto al aroma, sabor y textura de los panes elaborados con sustitución parcial de harina de pituca.

PANELISTA	AROMA				SABOR				TEXTURA			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
01	8	6	6	7	7	6	6	7	6	3	4	6
02	7	8	8	7	9	9	5	6	7	4	5	4
03	8	8	7	6	8	8	7	6	7	6	6	4
04	8	7	7	6	8	7	8	6	7	8	7	7
05	6	6	6	7	8	8	7	7	7	6	7	6
06	9	9	9	9	8	8	7	7	7	7	6	4
07	7	6	6	6	8	6	7	6	8	7	7	7
08	8	8	7	7	8	8	7	6	8	8	7	6
09	8	7	7	7	8	7	8	8	6	4	3	5
10	8	8	8	8	7	6	7	7	6	6	6	8
TOTAL	77	73	71	70	79	73	69	66	69	59	58	57
PROMEDIO	7,7	7,3	7,1	7,0	7,9	7,3	6,9	6,6	6,9	5,9	5,8	5,7

Según la Gráfica 10. Se observa que los panes elaborados con sustitución parcial de pituca, el grado de aceptación en aroma disminuyen conforme aumenta el nivel de sustitución de pituca, destacando que el 15% de nivel de sustitución como el mejor producto, en comparación con el testigo.

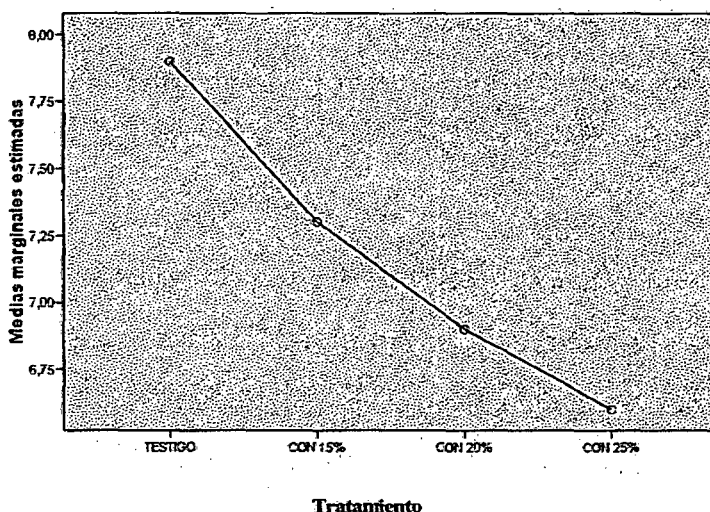
Gráfica 10. Valores promedios de la evaluación sensorial en aroma de los panes elaborados con sustitución parcial de harina de pituca.



En cuanto al aroma, los panes elaborados con sustitución parcial con harina de pituca, en el T1 se obtuvo una mayor aceptación, por ende una mayor calificación, siendo la calificación más cercana al testigo, con 0.4 de diferencia, mientras que en el T3 se obtuvo una menor aceptación, siendo la calificación menor que el testigo, con una diferencia de 0.7. (Tabla N° C1, anexo C).

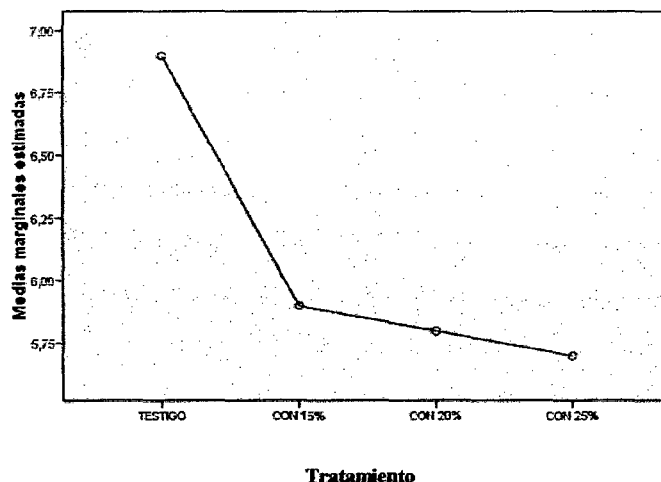
A demás con respecto al aroma, al realizar la comparación de medias de tratamientos se encontró un solo grupo homogéneo, lo cual indica también que no hay diferencia significativa al realizar la prueba Tukey lo cual se contrasta con la Tabla C2, anexo C.

**Gráfica 11. Valores promedios de la evaluación sensorial en sabor de los panes elaborados con sustitución parcial de harina de pituca.**



Según gráfica 11, los panes elaborados con sustitución parcial del 15% de harina de pituca se obtuvo mayor aceptación, siendo la calificación más cercana al testigo, con 0,6 de diferencia mientras que el tratamiento con 25% de harina de pituca, obtuvo la menor calificación y en comparación con el testigo este fue menor con una diferencia de 1,3. (Tabla C3, anexo C). Sin embargo al realizar la comparación de medias de los tratamientos se encontraron 2 grupos homogéneos y está conformado por los tratamientos 1, 2 y 3, donde el mejor resultado fue del tratamiento 1 con una promedio de calificación de me gusta moderadamente, según la prueba Tukey existe diferencia significativa con respecto a las demás muestras. (Tabla C4, anexo C).

**Gráfico. 12. Valores promedios de la evaluación sensorial en textura de los panes elaborados con sustitución parcial de harina de pituca.**



En la Gráfica 12, se observa que los panes elaborados con sustitución parcial de pituca, el grado de aceptación en textura disminuyen conforme aumenta el nivel de sustitución de pituca, destacando que el 15 % de nivel de sustitución como el mejor producto, obteniendo así una mayor aceptación, siendo la calificación más cercana al testigo, con 1 de diferencia, mientras que en el T3 se obtuvo una menor aceptación, siendo la calificación menor que el testigo, con una diferencia de 1,2. (Tabla C5).

Para la textura del pan, al realizar la comparación de medias de los tratamientos se encontraron un solo grupo homogéneo y está conformado por los tratamientos 1,2 y 3, donde calificación promedio para el tratamiento 1 es poco suave según la escala hedónica, al realizar la prueba Tukey indica que no existe diferencia significativa, con respecto a los demás tratamientos. Ver Tabla C6, anexo C.

#### IV. DISCUSIONES

La capacidad del gluten para formar la red esponjosa está influida por el pH de la masa, una harina fresca tiene un pH de 6-6,2, el pH óptimo para la panificación es de 6, a medida que aumenta el tiempo de fermentación va tomando valores de pH más bajos (Calvel R., 1994); sin embargo tal como se observa en la tabla 5. Los pH de las mezclas de harinas son elevados con un rango que va desde 6.56 a 6.2, a diferencia del pan que presenta niveles bajos de pH, como se muestra en la tabla 8.; de acuerdo con (Calvel R., 1994) el pH durante la panificación va tomando niveles más bajos esto se debe al tiempo de fermentación durante el proceso.

Para la producción de harina de pituca se siguieron los siguientes procesos: pesado, lavado, cocido, pelado, desmenuzado, secado, Molido, tamizado, sin embargo Núñez, (1989) sugiere también que los cormos sean conservados en agua para ser luego sometidos a un pelado químico en una solución de hidróxido de sodio al 2% durante 10 min., eliminando así la sosa mediante lavado y enjuagado con ácido cítrico al 2% o ácido clorhídrico al 0.5%.

Tejero, (2002)y Cortés (2002), coincide en afirmar que cuando hay deficiencias en el contenido del complejo de proteínas gliadina-glutenina, se desmejoran los atributos del pan, por lo tanto al sustituir con mayores porcentajes de harina afecta el aroma, sabor y textura.

Los porcentajes de sustitución de la harina de trigo por las harinas sucedáneas de origen regional (yuca, papa, arracacha, camote y pituca), dieron los mejores resultados en la producción de galletas es un 25% (D. Reátegui; M. Maury; C. Chirinos; 2001), pero para la elaboración de pan de pituca, los mejores resultados se obtuvieron en un nivel de sustitución del 15% de harina de piuca

El porcentaje de humedad que se obtuvo en la harina de trigo utilizada fue de 14.71% y para el nivel de sustitución de 15% (T1) que es el mejor producto es de 14,3%, la cual cumple con lo que afirma Potter , 1978, referente al rango de humedad que debe tener una harina de trigo la cual debe estar comprendida 10 y 14%, con esto determinamos que la harina de trigo retiene mayor contenido de humedad.

El contenido proteico de la harina es un parámetro muy importante, tanto para la valoración de la calidad panificable, como para conocer el valor nutritivo de la harina ( Quaglia, 1991), el contenido de proteínas en la harina de trigo utilizado en la investigación fue de 12,5% de proteína cercano a lo establecido en la Norma Técnica Peruana, del mismo modo del T1 con nivel de sustitución del 15% es el que se acerca al valor reportado de (Potter, 1978) 8-13% de esta manera se aprecia que está en ese rango establecido tanto para la harina de trigo y para la sustitución con harina de pituca, en cuanto al pan , la proteína disminuye tanto para harina de trigo (10,5%) como para la sustitución del T1 (8,45%), debido a la hidrólisis de proteínas en el proceso de elaboración del pan, esto también puede deberse a que este tubérculo contiene un bajo contenido de proteínas.

En cuanto al contenido de grasa tanto para harinas como para pan, la harina testigo arrojó un valor de 4,55% y para pan 10,9%, con respecto al T1 el contenido de grasa fue de 2,40% y de pan 11,07%, en el pan aumenta debido al ingrediente (manteca) que es agregado en el proceso, según (Ciarfella, 2009) la harina de trigo debe tener un contenido de grasa de 1,26%.

En cuanto al análisis farinográfico, la absorción de agua de la masa, parámetro muy importante, ya que va relacionado con la granulometría, es una forma de equilibrar las masas en su extensibilidad, orientándonos sobre el rendimiento del pan (Quaglia, 1991). Asimismo la absorción de agua representa la cantidad necesaria de éste elemento para alcanzar una consistencia en el amasado de 500 unidades brabender (Pantanelli, 2009), las absorciones de agua en la harina de trigo utilizada es de 64.8 en los niveles de sustitución al 15% es de 64,6 Del 20% 67,6% y del 25% es 68,4% , del cual de ellas sólo el del 15% es el que se acerca y están entre los valores que van desde 64,6 a 64.8% (Pantanelli, 2009), en cambio para los niveles de sustitución del 20 y 25% se pasa de lo establecido, ya que a estos porcentajes no se le consideraría como calidad óptima.

En cuanto al tiempo de desarrollo el cual es el tiempo necesario para alcanzar la máxima consistencia, inmediatamente antes de que la curva comience a descender, y antes del primer indicio de aflojamiento, de los resultados obtenidos, se obtuvo que el mayor tiempo de desarrollo aparte del testigo está en el tratamiento 1 con nivel de sustitución del 15%, y de acuerdo con Pantanelli, 2009, es posible que



un tiempo de desarrollo de la masa prolongado esté relacionado con una buena calidad de gluten, este tiempo se mide desde donde se agrega agua hasta el punto de máximo desarrollo.

Con respecto al análisis alveográfico una de las características que debe tener la harina es que sea equilibrada que no sea superior a P/L 1.5 porque si lo es, resulta difícil de panificar (Calaveras, 1996). En comparación a lo obtenido según pruebas realizadas tenemos que el P/L es menor a 1.5 que fue 1.19 lo cual indica además que es poco panificable debido a que es superior a lo establecido por el autor.

## V. CONCLUSIONES

- Se ha elaborado pan a partir de harina de trigo suplementado con harina de pituca (15, 20 y 25) %, con resultados satisfactorios en la evaluación fisicoquímico y organoléptico.
- Los valores óptimos de las variables independientes son

Harina de trigo	85%
Harina de pituca	15%
Azúcar	12,5%
Levadura	0,3%
Sal	18,3%
Manteca	20,8%
Agua	52,5%
- Las características del análisis farinográfico de los valores óptimos de la mezcla (15% de harina de pituca y 85% de harina de trigo) son: Absorción de agua 64,4%; tiempo de desarrollo 5,1 minutos; estabilidad 3,7 minutos, con un debilitamiento de 80 unidades brabender, pese a que no es una harina panificable según los resultados farinográficos, ello no desmerece el uso de este tipo de harina en la panificación debido a que solo se usa pequeñas cantidades y no en un 100%.

- Las características del análisis alveográfico de los valores óptimos de la mezcla son: tenacidad de 98,7mm; extensibilidad de 82,8 mm, trabajo de 202 J, con una característica de gluten débil.
- Los valores del análisis fisicoquímico del pan son: humedad (20.03 %), proteína (8,45%), grasa (11,07%), carbohidratos (58,44%), ceniza (2,01%) y pH (6,58%).
- El pan con las mejores características organolépticas (aroma, sabor y textura), es el elaborado con mezcla de 15% de harina de pituca y 85% de harina de trigo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar un estudio de mercado para posicionar productos elaborados a base de harina de pituca.
- Evaluar los costos de producción para la instalación de una panificadora de elaboración de pan empleando los valores óptimos de mezcla.
- Fomentar el cultivo de la pituca y crear hábitos de consumo por su alto contenido en carbohidratos.
- Realizar estudios de investigación acerca de éste tubérculo (*Colocasia esculenta* L.) para darle su valor agregado, por el valor energético que contiene.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- AGAMA-ACEVEDO, EDITH; GARCÍA-SUÁREZ, FRANCISCO J.; GUTIÉRREZ-MERAZ, FELIPE; SÁNCHEZ-RIVERA. 2011. Isolation and partial characterization of Mexican taro (*Colocasia esculenta* L.)
- AMOS A., 1969. Manual de la industrias de alimentas. Edit. Acribia. Zaragoza. España.
- AOAC: 1990. "Official methods of analysis (15th ed)". Washington D.C. Association of Official Analytical Chemists.
- CALVEL, R. 1994. El sabor del pan. Ed. Montagud, Barcelona.
- CARLOS CHIRINOS ZAGACETA; FABIO CHIRINOS ZAGACETA; LEONIDAS ARICARI HUAYTA 2001. Elaboración de galletas utilizando harinas sucedáneas obtenidas con productos de la región. Revista Amazónica de Investigación Alimentaria, v.1, nº 1, p. 43 - 48.
- CIARFELLA, A. 2009. "Evaluación de las raíces comestibles de cuatro variedades promisorias de yuca, caracterización del almidón y elaboración de casabe fortificado". Tesis doctoral. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- CORTÉS, M. 2002. La harina de trigo. Disponible en: <http://www.molineraypanaderia.com/técnica/harina/hariENG.html>.
- DELARUE, JULIEN AND SIEFFERMANN, JEAN MARC. 2004. Sensory mapping using flash profile. Comparison with a conventional descriptive

- method for the evaluation of the flavour of fruit dairy products. *Food Quality and Preference*. 15(4):383-392.
- DE LA LLAVE, A. 2004. Efecto de la adición de fibra soluble sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en un producto de panificación. Tesis Licenciatura en Ingeniería de Alimentos, Universidad de las Américas Puebla, México
  - ISSANCHOU, S. 1996. Consumer expectations and perception of meat and meat product quality. *Meat Science*. 43(1):5-19.
  - MORIN, CH. 1983. La pituca o taro: información básica sobre su cultivo unalm. Perú, 70 p.
  - MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2013. Cadena Agroproductiva de trigo. Disponible en: [www.minag.gob.pe](http://www.minag.gob.pe)
  - NUÑEZ, R., 1989. Sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de pituca en la elaboración de panes enriquecidos con hidrolizado de pescado. Tesis U. N. F. V. Lima – Perú.
  - PANTANELLI, A. 2009. Parámetros Industriales de la Calidad del Trigo. Disponible en: <http://www.roagro.com.ar/upload/vari0s/Par%C3%A1metros%20Calidad%20de%20Trigo.doc>
  - POTTER, N. 1968 “Ciencia de los alimentos”. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
  - QUAGLIA, GIOVANNI 1991 “Ciencia y tecnología de la panificación”. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.

- RODRÍGUEZ, E.; FERNÁNDEZ, A.; ALONSO, A. Y OSPINA, B. 2006. Reología de suspensiones preparadas con harina de yuca precocida. *Revista Ingeniería & Desarrollo* 19: 87-93.
- STEFFE JF. 1996. *Rheological methods in food processing engineering*. 2° ed. Freeman Press, MI.
- TEJERO, F. 2002. Factores que influyen en la fuerza de la masa. Disponible en: <http://www.molineraypanaderia.com/tecnica/Sproduc/factores.html>.
- THOMPSON, J.L.; DRAKE, M.A.; LOPETCHARAT, K. AND YATES, M.D. 2004. Preference mapping of commercial chocolate milks.
- XAVIER BARRIGA, 2011, Pan hecho en casa y con el sabor de siempre, Disponible en: [http:// books.google.com.pe/ books? Id=eLYcqfY2FoYC&printsec=frontcover&dq=todo+sobre+el+pan&hl=es419&sa=X&ei=oYFVUbqkOJHI0gGPuYHoAg&ved=0CD4Q6AEwAw](http://books.google.com.pe/books?Id=eLYcqfY2FoYC&printsec=frontcover&dq=todo+sobre+el+pan&hl=es419&sa=X&ei=oYFVUbqkOJHI0gGPuYHoAg&ved=0CD4Q6AEwAw).
- WONALIXIA BITTERSWEET, 2010- Ensayos reológicos específicos para harinas. Disponible en: <http://wonalixia-bittersweet.blogspot.com/2010/09/ensayos-reologicos-especificos-para.html>

## VIII. ANEXOS

### ANEXO A

Tabla A1. Diferencias de medias para el pH, de la harina testigo con respecto a los demás tratamientos, utilizando t de student

Niveles de sustitución	Promedios	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Rango	Grupos Homogéneos
T0:0%	6.56	0.01	0.152439%	0.02	X
T1:15%	6.53333	0.011547	0.17674%	0.02	X
T2:20%	6.48	0.0264575	0.408295%	0.05	X
T3:25%	6.23	0.0360555	0.57874%	0.07	X
Total	6.45083	0.138003	2.1393%	0.37	03

Tabla A2. Análisis de varianza del pH, de los niveles de sustitución de la harina de pituca

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.205025	3	0.0683417	122.40	0.0000
Intra grupos	0.00446667	8	0.000558333		
Total (Corr.)	0.209492	11			

F < P (5%); existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de sustitución con una significancia del 5%.



Tabla A3. Comparaciones múltiples de la harina entre niveles de sustitución para el pH.

<b>Comparaciones</b>	<b>Sig.</b>	<b>Diferencia</b>
T0:0% – T1:15%	Ns	0.0266667
T0:0% – T2:20%	*	0.08
T0:0% – T3:25%	*	0.33
T1:15%–T2:20%	*	0.0533333
T1:15%–T3:25%	*	0.303333
T2:20%–T3:25%	*	0.25

(\* ) Indica una diferencia significativa.

(ns) no hay significancia

Tabla A4. Diferencias de medias para la humedad, de la harina testigo con respecto a los demás tratamientos, utilizando t de student

<b>Niveles de sustitución</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Coefficiente de Variación</b>	<b>Rango</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
<b>T0:0%</b>	14.6867	0.0776745	0.528878%	0.15	X
<b>T1:15%</b>	14.3067	0.190088	1.32867%	0.38	X
<b>T2:20%</b>	14.1333	0.152753	1.0808%	0.3	X
<b>T3:25%</b>	15.4867	3.30976	21.3717%	5.94	X
<b>Total</b>	14.6533	1.51653	10.3494%	5.94	04

Tabla A5. Análisis de varianza de la humedad, de los niveles de sustitución de la harina de pituca

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
<b>Entre grupos</b>	3.2584	3	1.08613	0.39	0.7607
<b>Intra grupos</b>	22.0401	8	2.75501		
<b>Total (Corr.)</b>	25.2985	11			

F<P (5%); existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de sustitución con una significancia del 5%.

Tabla A6. Comparaciones múltiples de la harina entre niveles de sustitución para la humedad

<b>Comparaciones</b>	<b>Sig.</b>	<b>Diferencia</b>
T0:0% – T1:15%	Ns	0.38
T0:0% – T2:20%	Ns	0.553333
T0:0% – T3:25%	Ns	-0.8
T1:15%–T2:20%	Ns	0.173333
T1:15%–T3:25%	Ns	-1.18
T2:20%–T3:25%	Ns	-1.35333

(\*) Indica una diferencia significativa.

(ns) No hay significancia.

Tabla A7. Diferencias de medias para la ceniza, de la harina testigo con respecto a los demás tratamiento, utilizando t de student.

Niveles de sustitución	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Rango	Grupos Homogéneos
T0:0%	0.556667	0.0305505	5.48811%	0.06	X
T1:15%	0.7	0.03	4.28571%	0.06	X
T2:20%	0.74	0.02	2.7027%	0.04	X
T3:25%	0.75	0.02	2.66667%	0.04	X
Total	0.686667	0.0837022	12.1896%	0.24	02

Tabla A8. Análisis de varianza de la ceniza, de los niveles de sustitución de la harina de pituca

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.0718	3	0.0239333	36.35	0.0001
Intra grupos	0.00526667	8	0.000658333		
Total (Corr.)	0.0770667	11			

$F < P$  (5%); existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de sustitución con una significancia del 5%.

Tabla A9. Comparaciones múltiples de la harina entre niveles de sustitución para cenizas.

Comparaciones	Sig.	Diferencia
T0:0% – T1:15%	*	-0.143333
T0:0% – T2:20%	*	-0.183333
T0:0% – T3:25%	*	-0.193333
T1:15%–T2:20%		-0.04
T1:15%–T3:25%		-0.05
T2:20%–T3:25%		-0.01

(\*) Indica una diferencia significativa.

(ns) No hay significancia.

Tabla A10. Diferencias de medias para la grasa, de la harina testigo con respecto a los demás tratamientos, utilizando t de student.

Niveles de sustitución	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Rango	Grupos Homogéneos
T0:0%	2.55	0.02	0.784314%	0.04	X
T1:15%	2.4	0.01	0.416667%	0.02	X
T2:20%	2.33	0.01	0.429185%	0.02	X
T3:25%	2.33333	0.0152753	0.654654%	0.03	X
Total	2.40333	0.0939374	3.90863%	0.25	03

Tabla A11. Análisis de varianza de la grasa, de los niveles de sustitución de la harina de pituca

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.0954	3	0.0318	152.64	0.0000
Intra grupos	0.00166667	8	0.00020833 3		
Total (Corr.)	0.0970667	11			

F<P (5%); existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de sustitución con una significancia del 5%.

Tabla A12. Comparaciones múltiples de la harina entre niveles de sustitución para la grasa.

Comparaciones	Sig.	Diferencia
T0:0% – T1:15%	*	0.15
T0:0% – T2:20%	*	0.22
T0:0% – T3:25%	*	0.216667
T1:15%–T2:20%	*	0.07
T1:15%–T3:25%	*	0.0666667
T2:20%–T3:25%		-0.00333333

(\*) Indica una diferencia significativa.

(ns) No hay significancia.

Tabla A13. Diferencias de medias para la proteína, de la harina testigo con respecto a los demás tratamientos, utilizando t de student.

Niveles de sustitución	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Rango	Grupos Homogéneos
T0:0%	12.33	0.17	1.37875%	0.34	X
T1:15%	10.47	0.05	0.477555%	0.1	X
T2:20%	10.31	0.02	0.193986%	0.04	XX
T3:25%	10.23	0.02	0.195503%	0.04	X
Total	10.835	0.90925	8.39179%	2.29	03

Tabla A14. Análisis de varianza de la proteína, de los niveles de sustitución de la harina de pituca

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	9.0297	3	3.0099	373.90	0.0000
Intra grupos	0.0644	8	0.00805		
Total (Corr.)	9.0941	11			

F<P (5%); existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de sustitución con una significancia del 5%.

Tabla A15. Comparaciones múltiples de la harina entre niveles de sustitución para la proteína

Comparaciones	Sig.	Diferencia
T0:0% – T1:15%	*	1.86
T0:0% – T2:20%	*	2.02
T0:0% – T3:25%	*	2.1
T1:15%–T2:20%	ns	0.16
T1:15%–T3:25%	*	0.24
T2:20%–T3:25%	ns	0.08

(\*) Indica una diferencia significativa.

(ns) No hay significancia.

Tabla A16. Diferencias de medias para los carbohidratos, de la harina testigo con respecto a los demás tratamientos, utilizando t de student.

Niveles de sustitución	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Rango	Grupos Homogéneos
T0:0%	57.9	0.1	0.172712%	0.2	X
T1:15%	61.39	0.09	0.146604%	0.18	X
T2:20%	62.12	0.12	0.193175%	0.24	X
T3:25%	62.17	0.02	0.0321699%	0.04	X
Total	60.895	1.83624	3.01543%	4.44	03

Tabla A17. Análisis de varianza de los carbohidratos, de los niveles de sustitución de la harina de pituca.

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	37.0239	3	12.3413	1500.46	0.0000
Intra grupos	0.0658	8	0.008225		
Total (Corr.)	37.0897	11			

F<P (5%); existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de sustitución con una significancia del 5%.

Tabla A18. Comparaciones múltiples de la harina entre niveles de sustitución para carbohidratos

<b>Comparaciones</b>	<b>Sig.</b>	<b>Diferencia</b>
T0:0% – T1:15%	*	-3.49
T0:0% – T2:20%	*	-4.22
T0:0% – T3:25%	*	-4.27
T1:15%–T2:20%	*	-0.73
T1:15%–T3:25%	*	-0.78
T2:20%–T3:25%	ns	-0.05

(\*) Indica una diferencia significativa.

(ns) No hay significancia.



Tabla A19. Diferencias de medias para el pH, del pan testigo con respecto a los demás tratamiento, utilizando t de student.

Niveles de sustitución	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Rango	Grupos Homogéneos
T0:0%	6.52	0.01	0.153374%	0.02	X
T1:15%	6.58	0.01	0.151976%	0.02	X
T2:20%	6.09	0.182483	2.99643%	0.33	X
T3:25%	5.98	0.12	2.00669%	0.24	X
Total	6.2925	0.288417	4.5835%	0.73	02

Tabla A20. Análisis de varianza del pH, de los niveles de sustitución del pan de pituca.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.819225	3	0.273075	22.80	0.0003
Intra grupos	0.0958	8	0.011975		
Total (Corr.)	0.915025	11			

F<P (5%); existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de sustitución con una significancia del 5%.

Tabla A21. Comparaciones múltiples entre tratamientos del pan para el pH.

Comparaciones	Sig.	Diferencia
T0:0% – T1:15%		-0.06
T0:0% – T2:20%	*	0.43
T0:0% – T3:25%	*	0.54
T1:15%–T2:20%	*	0.49
T1:15%–T3:25%	*	0.6

Tabla A22. Diferencias de medias para la proteína, del pan testigo con respecto a los demás tratamientos, utilizando t de student.

Niveles de sustitución	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Rango	Grupos Homogéneos
T0:0%	10.0733	0.064291	0.63823%	0.12	X
T1:15%	8.45	0.01	0.118343%	0.02	X
T2:20%	8.37	0.02	0.238949%	0.04	X
T3:25%	8.25	0.01	0.121212%	0.02	X
Total	8.78583	0.780495	8.88356%	1.88	04

Tabla A23. Análisis de varianza de la proteína, de los niveles de sustitución del pan de pituca.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6.69142	3	2.23047	1884.91	0.0000
Intra grupos	0.00946667	8	0.00118333		
Total (Corr.)	6.70089	11			

F<P (5%); existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de sustitución con una significancia del 5%.

Tabla A24. Comparaciones múltiples entre los tratamientos del pan para la proteína

Comparaciones	Sig.	Diferencia
T0:0% – T1:15%	*	1.62333
T0:0% – T2:20%	*	1.70333
T0:0% – T3:25%	*	1.82333
T1:15%–T2:20%	*	0.08
T1:15%–T3:25%	*	0.2
T2:20%–T3:25%	*	0.12

(\*) Indica una diferencia significativa.

(ns) No hay significancia.

Tabla A25. Diferencias de medias para la humedad, del pan testigo con respecto a los demás tratamientos, utilizando t de student.

Niveles de sustitución	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Rango	Grupos Homogéneos
T0:0%	19.4833	0.500833	2.57057%	0.95	X
T1:15%	19.17	1.55058	8.08858%	2.72	X
T2:20%	16.9667	0.85594	5.04483%	1.53	X
T3:25%	12.7467	5.75649	45.1608%	10.03	X
Total	17.0917	3.81209	22.3038%	14.0	01

Tabla A26. Análisis de varianza de la humedad, de los niveles de sustitución del pan de pituca.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	86.8026	3	28.9342	3.17	0.0853
Intra grupos	73.05	8	9.13125		
Total (Corr.)	159.853	11			

F < P (5%); existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de sustitución con una significancia del 5%.

Tabla A27. Comparaciones múltiples entre los tratamientos del pan para la humedad.

Comparaciones	Sig.	Diferencia
T0:0% – T1:15%	Ns	0.313333
T0:0% – T2:20%	Ns	2.51667
T0:0% – T3:25%	Ns	6.73667
T1:15%–T2:20%	Ns	2.20333
T1:15%–T3:25%	Ns	6.42333
T2:20%–T3:25%	Ns	4.22

(\*) Indica una diferencia significativa.

(ns) No hay significancia.

Tabla A28. Diferencias de medias para las cenizas, del pan testigo con respecto a los demás tratamientos utilizando t de student.

Niveles de sustitución	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Rango	Grupos Homogéneos
T0:0%	1.01	0.01	0.990099%	0.02	X
T1:15%	1.45	0.02	1.37931%	0.04	X
T2:20%	1.55	0.04	2.58065%	0.08	X
T3:25%	1.61	0.02	1.24224%	0.04	X
Total	1.405	0.246484	17.5434%	0.63	04

Tabla A29. Análisis de varianza de la ceniza, de los niveles de sustitución del pan de pituca.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.6633	3	0.2211	353.76	0.0000
Intra grupos	0.005	8	0.000625		
Total (Corr.)	0.6683	11			

F<P (5%); existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de sustitución con una significancia del 5%.

Tabla A30. Comparaciones múltiples entre tratamientos en el pan para la ceniza

Comparaciones	Sig.	Diferencia
T0:0% – T1:15%	*	-0.44
T0:0% – T2:20%	*	-0.54
T0:0% – T3:25%	*	-0.6
T1:15%–T2:20%	*	-0.1
T1:15%–T3:25%	*	-0.16
T2:20%–T3:25%	*	-0.06

(\*) Indica una diferencia significativa.

(ns) No hay significancia.

Tabla A 31. Diferencias de medias para la grasa, del pan testigo con respecto a los demás tratamientos utilizando t de student.

<b>Niveles de sustitución</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Coefficiente de Variación</b>	<b>Rango</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
T0:0%	0.05	0.458716%	0.1	X
T1:15%	0.07	0.63234%	0.14	X
T2:20%	0.03	0.264085%	0.06	X
T3:25%	0.0264575	0.224597%	0.05	X
Total	0.350665	3.10942%	0.95	04

Tabla A32. Análisis de varianza de la grasa, de los niveles de sustitución del pan de pituca.

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	1.33463	3	0.444875	197.72	0.0000
Intra grupos	0.018	8	0.00225		
Total (Corr.)	1.35263	11			

F<P (5%); existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de sustitución con una significancia del 5%.

Tabla A33. Comparaciones múltiples entre tratamientos en el pan para la grasa

Comparaciones	Sig.	Diferencia
T0:0% – T1:15%	*	-0.17
T0:0% – T2:20%	*	-0.46
T0:0% – T3:25%	*	-0.88
T1:15%–T2:20%	*	-0.29
T1:15%–T3:25%	*	-0.71
T2:20%–T3:25%	*	-0.42

(\*) Indica una diferencia significativa.

(ns) No hay significancia.

Tabla A34 Diferencias de medias para carbohidratos, del pan testigo con respecto a los demás tratamientos utilizando t de student.

Niveles de sustitución	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Rango	Grupos Homogéneos
T0:0%	57.2	0.05	0.0874126%	0.1	X
T1:15%	58.44	0.04	0.0684463%	0.08	X
T2:20%	60.49	0.06	0.0991899%	0.12	X
T3:25%	61.35	0.04	0.0651997%	0.08	X
Total	59.37	1.71264	2.88469%	4.24	04



Tabla A35. Análisis de varianza de los carbohidratos, de los niveles de sustitución del pan de pituca.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	32.2458	3	10.7486	4623.05	0.0000
Intra grupos	0.0186	8	0.002325		
Total (Corr.)	32.2644	11			

F<P (5%); existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de sustitución con una significancia del 5%.

Tabla A36. Comparaciones múltiples entre tratamientos en el pan para los carbohidratos.

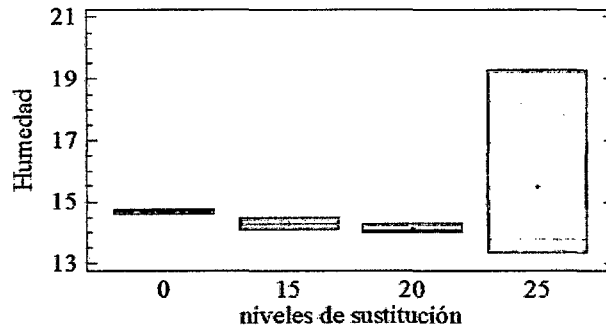
Comparaciones	Sig.	Diferencia
T0:0% – T1:15%	*	-1.24
T0:0% – T2:20%	*	-3.29
T0:0% – T3:25%	*	-4.15
T1:15%–T2:20%	*	-2.05
T1:15%–T3:25%	*	-2.91
T2:20%–T3:25%	*	-0.86

(\*) Indica una diferencia significativa.

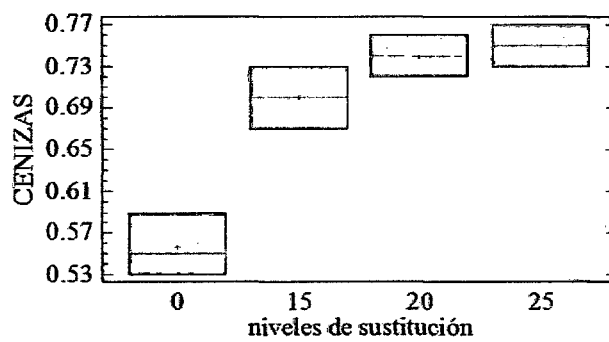
(ns) No hay significancia.

## ANEXO B GRÁFICAS

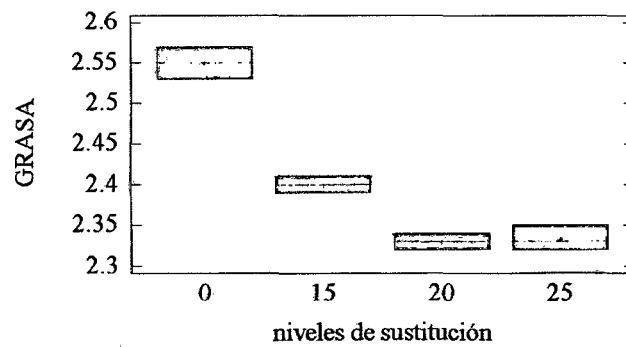
Gráfica B1. Índice de la humedad de la harina en relación a cada nivel de sustitución



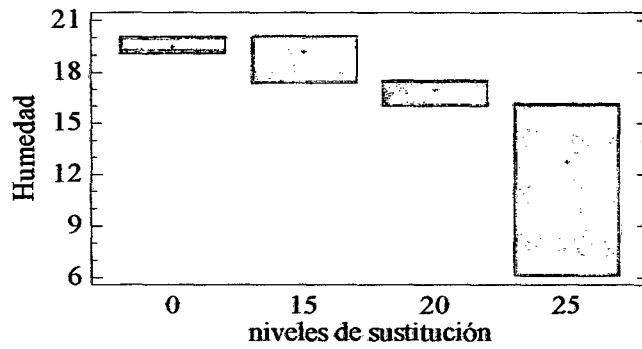
Gráfica B2. Índice de la ceniza de la harina en relación a cada nivel de sustitución.



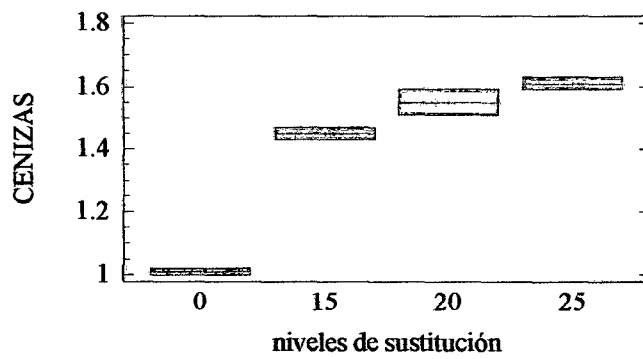
Gráfica B3. Índice de la grasa de la harina en relación a cada nivel de sustitución



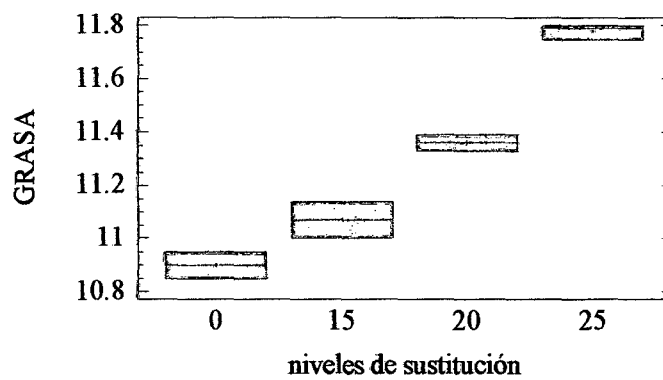
Gráfica B4. Índice de la humedad del pan elaborado en relación a cada nivel de sustitución.



Gráfica B5. Índice de las cenizas del pan elaborado en relación a cada nivel de sustitución.



Gráfica B6. Índice de la grasa del pan elaborado en relación a cada nivel de sustitución.



**ANEXO C**  
**ANÁLISIS SENSORIAL**

Tabla C1. Datos registrados de la evaluación sensorial en cuanto al aroma de los panes elaborados con sustitución parcial de harina de pituca.

PANELISTA	AROMA			
	T0	T1	T2	T3
01	8	6	6	7
02	7	8	8	7
03	8	8	7	6
04	8	7	7	6
05	6	6	6	7
06	9	9	9	9
07	7	6	6	6
08	8	8	7	7
09	8	7	7	7
10	8	8	8	8
<b>TOTAL</b>	<b>77</b>	<b>73</b>	<b>71</b>	<b>70</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>7,7</b>	<b>7,3</b>	<b>7,1</b>	<b>7,0</b>

Tabla C2. Comparaciones múltiples- Prueba Tukey, con un nivel de significancia de 0.05 %

	TRAT	N	Subconjunto	
			2	1
DHS de Tukey(a,b)	CON 25%	10	7.0000	
	CON 20%	10	7.1000	
	CON 15%	10	7.3000	
	TESTIGO	10	7.7000	
	Significación		.051	
Duncan(a,b)	CON 25%	10	7.0000	
	CON 20%	10	7.1000	
	CON 15%	10	7.3000	7.3000
	TESTIGO	10		7.7000
	Significación		.279	.130

Tabla C3. Datos registrados de la evaluación sensorial en cuanto al sabor de los panes elaborados con sustitución parcial de harina de pituca.

SABOR				
PANELISTA	T0	T1	T2	T3
01	7	6	6	7
02	9	9	5	6
03	8	8	7	6
04	8	7	8	6
05	8	8	7	7
06	8	8	7	7
07	8	6	7	6
08	8	8	7	6
09	8	7	8	8
10	7	6	7	7
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>	<b>73</b>	<b>69</b>	<b>66</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>7,9</b>	<b>7,3</b>	<b>6,9</b>	<b>6,6</b>

Tabla C4. Comparaciones múltiples- Prueba Tukey, con un nivel de significancia de 0.05 %

	TRAT	N	Subconjunto	
			2	1
DHS de Tukey(a,b)	CON 25%	10	6.6000	
	CON 20%	10	6.9000	6.9000
	CON 15%	10	7.3000	7.3000
	TESTIGO	10		7.9000
	Significación		.261	.056
Duncan(a,b)	CON 25%	10	6.6000	
	CON 20%	10	6.9000	
	CON 15%	10	7.3000	7.3000
	TESTIGO	10		7.9000
	Significación		.086	.119

Tabla C5. Datos registrados de la evaluación sensorial en cuanto a la textura de los panes elaborados con sustitución parcial de harina de pituca.

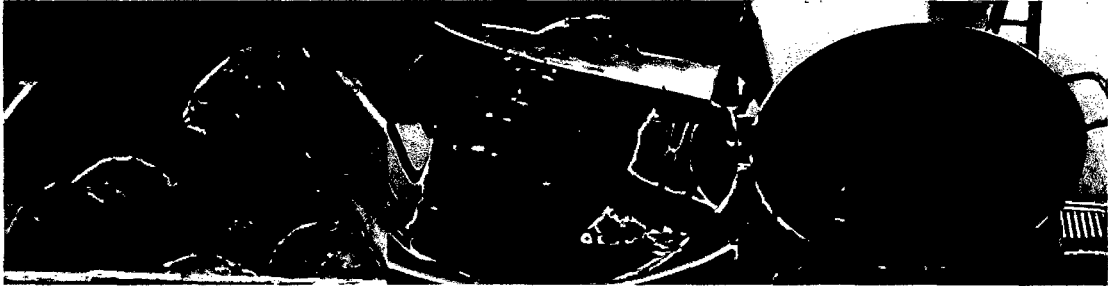
TEXTURA				
PANELISTA	T0	T1	T2	T3
01	6	3	4	6
02	7	4	5	4
03	7	6	6	4
04	7	8	7	7
05	7	6	7	6
06	7	7	6	4
07	8	7	7	7
08	8	8	7	6
09	6	4	3	5
10	6	6	6	8
<b>TOTAL</b>	69	59	58	57
<b>PROMEDIO</b>	6,9	5,9	5,8	5,7

Tabla C6. Comparaciones múltiples- Prueba Tukey, con un nivel de significancia de 0.05 %

	TRAT	N	Subconjunto	
			2	1
DHS de Tukey(a,b)	CON 25%	10	5.7000	
	CON 20%	10	5.8000	
	CON 15%	10	5.9000	
	TESTIGO	10	6.9000	
	Significación		.059	
Duncan(a,b)	CON 25%	10	5.7000	
	CON 20%	10	5.8000	
	CON 15%	10	5.9000	
	TESTIGO	10		6.9000
	Significación		.680	1.000

## ANEXO D

### Proceso de elaboración de la harina de pituca



Fotografía D1. Recepción, Lavado, selección y cocción de la pituca



Fotografía D2. Enfriado, pelado y troceado de la pituca



Fotografía D3. Molienda, secado; obtención de la harina de pituca



## Proceso de elaboración del pan de pituca



Fotografía D4. Pesado de insumos, amasado y pesado de la masa

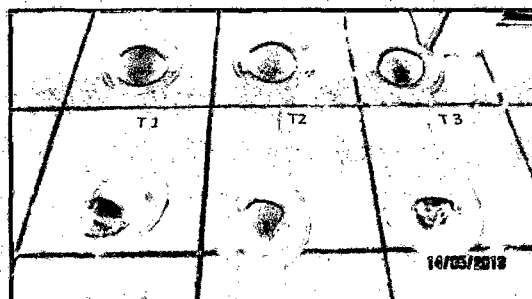


Fotografía D5. Cortado, bolillado y formado del pan



Fotografía D6. Fermentado y horneado del pan

### Aplicación de la prueba hedónica



Fotografía D7. Muestra de los tres tratamientos



Fotografía D8. Panelista resolviendo la prueba de escala hedónica

**ANEXO E**

**FORMATO 1. TEST DE ESCALA HEDÓNICA PARA EVALUAR AROMA Y SABOR**

Evaluador: .....

Lugar y Fecha: .....

Por favor pruebe cada una de las muestras y califique usted el aroma y sabor de acuerdo a la escala:

- Me gusta muchísimo = 9
- Me gusta mucho = 8
- Me gusta moderadamente = 7
- Me gusta ligeramente = 6
- No me gusta ni me disgusta = 5
- Me disgusta ligeramente = 4
- Me disgusta moderadamente = 3
- Me disgusta mucho = 2
- Me disgusta muchísimo = 1

MUESTRAS	AROMA	SABOR

Comentarios: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ANEXO E**

**FORMATO 2. TEST DE ESCALA HEDÓNICA PARA EVALUAR LA TEXTURA**

Evaluador: .....

Lugar y Fecha: .....

Producto: Pan compuesto con harina de trigo y harina de pituca.

Por favor califique usted la textura de cada una de las muestras de acuerdo a la siguiente escala:

- Extremadamente suave = 9
- Muy suave = 8
- Moderadamente suave = 7
- Un poco suave = 6
- No hay diferencia = 5
- Un poco granuloso = 4
- Muy granuloso = 2
- Extremadamente granuloso = 1

MUESTRAS	TEXTURA

Comentarios: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ANEXO F**  
**CERTIFICADO DE ANALISIS**

**PRODUCTO: HARINA – PRUEBA 15 % DE PITUCA DESCRIPCIÓN**

PRESENTACION: Bolsa Plástica x 500g			
LOTE: -----			
FECHA DE PRODUCCION: -----			
RESULTADOS OBTENIDOS			
CARACTERITICAS FISICOQUIMICAS	RESULTADOS	UNIDAD	METODOS ANALITICOS
Humedad	14.3	%	NTP 205.037
Cenizas (referida al 15% de humedad)	0.7	%	NTP 205.038
Acidez	-----	%	NTP 205.039
Gluten Seco	-----	%	AACC 38 - 12
Índice de Gluten Húmedo	25	%	AACC 38 - 12
CARACTERISTICAS FISICOPLASTICAS			
ALVEOGRAMA			AACC 54 - 10
P (tenacidad)	98.7	mm	
L (extensibilidad)	82.8	mm	
P/L	1.19		
W (trabajo) x 0.0001	202	Julios	
Características del Gluten	DEBIL		
FARINOGRAMA			
Absorción	64.6		AACC 54 - 21
Tiempo de desarrollo	5.1	%	
Estabilidad	3.7	min	
Debilitamiento	80	min	
		ub	
* = Método industrias Teal			
** = Contenidos de toxinas en ,os trigos empleadas en la molienda para la producción de harinas			
OTROS ANÁLISIS PROTEÍNA	Harina de Trigo: 12.5%, Pan de harina de trigo: 10.15 Sustitución (15%): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Harina: 10.47%</li> <li>• Pan: 8.45%</li> </ul>		AACC - 48 -02(2)
FECHA DE EMISION : 03/06/2013			

**ANEXO F**  
**CERTIFICADO DE ANALISIS**

**PRODUCTO: HARINA – PRUEBA 20 % DE PITUCA DESCRIPCIÓN**

PRESENTACION: Bolsa Plástica x 500g			
LOTE: -----			
FECHA DE PRODUCCION: -----			
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>			
<b>CARACTERITICAS FISICOQUIMICAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>METODOS ANALITICOS</b>
Humedad	14.1	%	NTP 205.037
Cenizas (referida al 15% de humedad)	0,74	%	NTP 205.038
Acidez	-----	%	NTP 205.039
Gluten Seco	-----	%	AACC 38 - 12
Índice de Gluten Humedo	24	%	AACC 38 - 12
<b>CARACTERISTICAS FISICOPLASTICAS</b>			
<b>ALVEOGRAMA</b>			AACC 54 - 10
P (tenacidad)	102.2	mm	
L (extensibilidad)	83	mm	
P/L	102.3		
W (trabajo) x 0.0001	196	Julios	
Características del Gluten			
<b>FARINOGRAMA</b>	DEBIL		AACC 54 – 21
Absorción			
Tiempo de desarrollo	67.6		
Estabilidad	4.9	%	
Debilitamiento	3.3	min	
	95	min	
		ub	
* = Método industrias Teal			
** = Contenidos de toxinas en los trigos empleadas en la molienda para la producción de harinas			
<b>OTROS ANÁLISIS</b>	Harina de Trigo: 12.5%,		AACC - 48 -02(2)
<b>PROTEÍNA</b>	Pan de harina de trigo: 10.15		
	Sustitución (20%):		
	• Harina: 10.31%		
	• Pan: 8.37%		
FECHA DE EMISION : 03/06/2013			

**ANEXO F**  
**CERTIFICADO DE ANALISIS**

**PRODUCTO: HARINA – PRUEBA 25% DE PITUCA DESCRIPCIÓN**

PRESENTACION: Bolsa Plástica x 500gr			
LOTE: -----			
FECHA DE PRODUCCION: -----			
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>			
CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS	RESULTADOS	UNIDAD	METODOS ANALITICOS
Humedad	13.8	%	NTP 205.037
Cenizas (referida al 15% de humedad)	0.75	%	NTP 205.038
Acidez	-----	%	NTP 205.039
Gluten Seco	-----	%	AACC 38 - 12
Índice de Gluten Humedo	24	%	AACC 38 - 12
Sedimentación	-----	%	MIT *
<b>CARACTERISTICAS FISICOPLASTICAS</b>			
ALVEOGRAMA			AACC 54 - 10
P (tenacidad)	103	mm	
L (extensibilidad)	84	mm	
P/L	1.22		
W (trabajo) x 0.0001	192	Julios	
Características del Gluten	DEBIL		
FARINOGRAMA			AACC 54 - 21
Absorción	68.4	%	
Tiempo de desarrollo	4.7	min	
Estabilidad	3.1	min	
Debilitamiento	105	ub	
* = Método industrias Teal			
** = Contenidos de toxinas en los trigos empleadas en la molienda para la producción de harinas			
OTROS ANÁLISIS	Harina de Trigo: 12.5%,		AACC - 48 -02(2)
PROTEÍNA	Pan de harina de trigo: 10.15		
	Sustitución (25%):		
	• Harina:10.23 %		
	• Pan:8.25%		
FECHA DE EMISION : 03/06/2013			

### ANEXO G

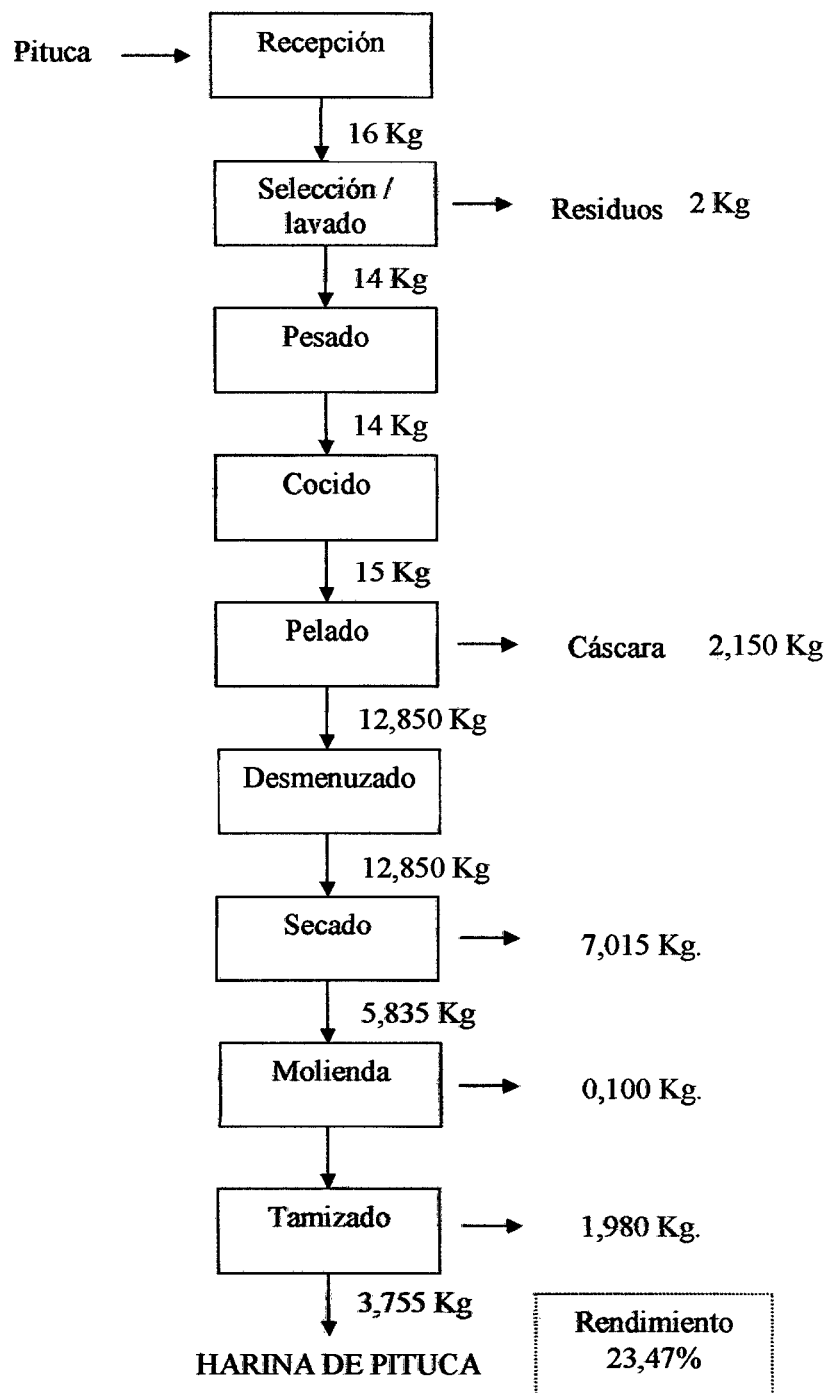
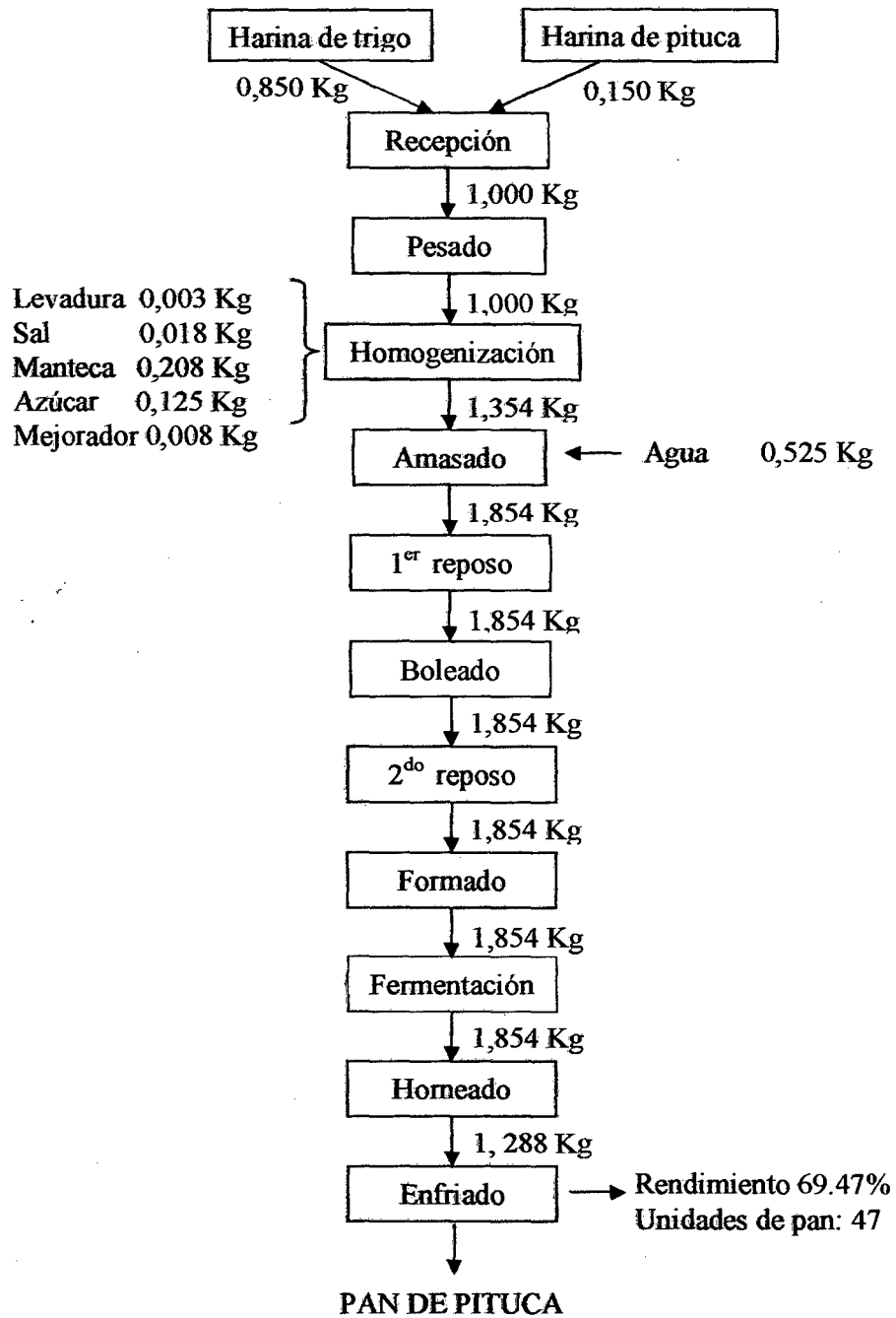


Gráfico G1. Balance de materia de la elaboración de pan de pituca con una composición proximal del 15% de harina de pituca y 85% de harina de trigo.



## ANEXO G



Gráfica G2. Balance de materia en la elaboración de pan de pituca con una composición proximal del 15% de harina de pituca y 85% de harina de trigo.