



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

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

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

**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*)  
POR ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza*) PARA ELABORAR  
PASTA TIPO TALLARINES**

**AUTOR : Bach. Iván Noé Tafur Puscán**

**ASESOR : M.Sc. Segundo Víctor Olivares Muñoz**

**Registro:.....**

**CHACHAPOYAS-PERÚ**

**2019**



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

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

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

**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*)  
POR ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza*) PARA ELABORAR  
PASTA TIPO TALLARINES**

**AUTOR : Bach. Iván Noé Tafur Puscán**

**ASESOR : M.Sc. Segundo Víctor Olivares Muñoz**

**Registro:.....**

**CHACHAPOYAS-PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

### **A Dios.**

Por la vida, por darme la dirección en este viaje de la vida, por crear en mi la mejor versión, porque sin buscarlo Él me encontró y lo vi cuando cerré mis ojos.

### **A mi madre**

Por el apoyo en todo momento, por los consejos, valores, por ser el motor para cumplir objetivos y ser formado como persona de bien.

### **A mi padre**

Como reconocimiento del esfuerzo y la responsabilidad demostrada y el ejemplo para enfrentarse a los desafíos de la vida con coraje y actitud.

### **A mi hermano**

Por estar siempre a mi lado y apoyarme como un amigo, por ser ejemplo de amor filial y enseñarme a luchar por los seres queridos.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por hacerme libre en una cruz, porque mi alegría está en su amor, por ser la vida que tanto buscaba, permitirme cumplir mi propósito de vida y que este es el primer paso a ello. Por darme la paz, la tranquilidad y por ser mi fuerza espiritual en todos los momentos.

A mis padres: María N. Puscan Huamán y Domingo Tafur Tafur por ser quienes me brindan su apoyo incondicional para cumplir cada objetivo trazado y por darme la comprensión que necesito para hacerle frente a las adversidades de la vida.

A la UNTRM-A; por ser el espacio de formación profesional; que me permite llegar a estas instancias de conclusión de un periodo de vida agradable porque dentro de la familiaridad académica he confraternizado académica y socialmente

Al asesor de la investigación, Msc. Segundo Víctor Olivares Muñoz por todo su apoyo y orientación incondicional para realizar la presente tesis.

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

**Dr. Policarpio Chauca Valqui**

Rector

**Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón**  
Vicerrector Académico

**Dra. Flor Teresa García Huamán**  
Vicerrectora de Investigación

**M.Sc. Erick Aldo Auquiñivin Silva**  
Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

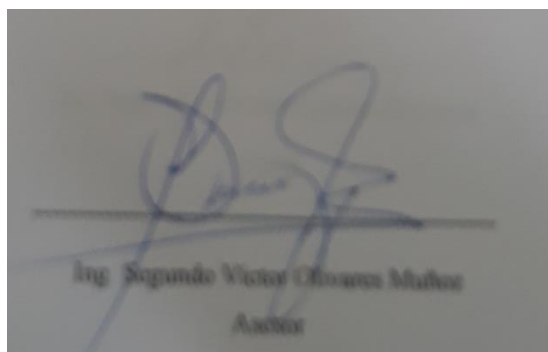
## VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El docente de la UNTRM que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada “**Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) para elaborar pasta tipo tallarines**” del egresado de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNTRM.

**Bach. Iván Noé Tafur Puscan**

Asimismo, da el Visto Bueno al informe final de la tesis mencionada, dándole pase para que sea sometido a la revisión del Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones dadas por el Jurado Evaluador, para su posterior Sustentación.

Chachapoyas, 10 de mayo del 2019



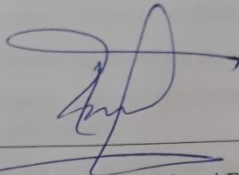
Ing. Segundo Victor Obispo Muñoz  
Asesor

**JURADO EVALUADOR DE TESIS**



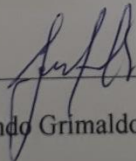
---

M.Sc. Erick Aldo Auquiñivin Silva  
**Presidente**



---

Ms. Robert Javier Cruzalegui Fernández  
**Secretario**



---

Ms. Segundo Grimaldo Chávez Quintana  
**Vocal**

## DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo Iván Noé Tafur Puscan. Identificado con DNI N° 71270980 estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de la facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Decla bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

Sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum*) por arracacha (*arracacia xanthorrhiza*) para elaborar pasta tipo tallarines.

2. La misma que presenté para optar:

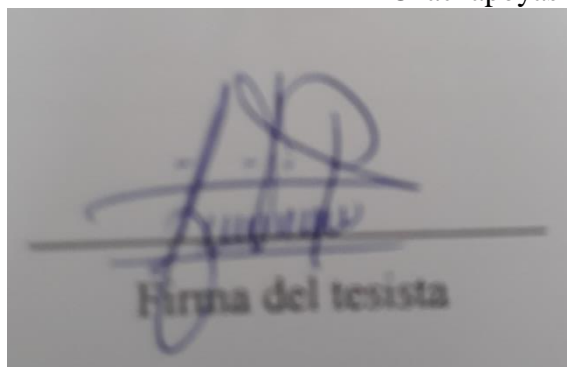
El título profesional de Ingeniero Agroindustrial

3. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
4. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
5. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
6. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente nos comprometemos asumir todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente: asumimos las consecuencias y sanciones civiles y penales que de nuestra acción se deriven.

Chachapoyas 10 de mayo del 2019



Firma del tesista





**ANEXO 3-N**

**ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS  
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

En la ciudad de Chachapoyas, el día 26 de Noviembre del año 2019, siendo las 15:00 horas, el aspirante Iván NOE Tafur Puscañ defiende en sesión pública la Tesis titulada: Sustitución Parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) por Arracacha (Arracacia Xanthorrhiza) para elaborar pasta tipo tallarines.

para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente : M.S.C Erick Aldo Auquiñivín Silva  
Secretario : M.g. Robert Javier Cruzalegui Fernández  
Vocal : MS. Segundo Grimaldo Chávez Quintana



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (  )      Desaprobado (  )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 16:10 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES: .....

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS .....	vi
JURADO EVALUADOR DE TESIS .....	vii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO.....	viii
ACTA DE EVALUACION Y SUSTENTACION DE TESIS.....	ix
INDICE DE CONTENIDO.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
I. INTRODUCCIÓN .....	15
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	20
III. RESULTADOS .....	26
IV. DISCUSIÓN.....	33
V. CONCLUSIONES .....	35
VI. RECOMENDACIONES .....	36
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37
VIII. ANEXOS.....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de los tratamientos.....	20
Tabla 2. Escala hedónica empleada para medir el grado de aceptación .....	23
Tabla 3. Matriz de información de las características químicas .....	28
Tabla 4Análisis de Varianza Paramétrico (Prueba F), de las características químicas .....	28
Tabla 5. Prueba de Tukey aplicado a los datos de las características químicas .....	29
Tabla 6. Análisis de Varianza No Paramétrico (Prueba de Friedman) aplicado a los datos de la evaluación sensorial.....	31
Tabla 7. Comparación de muestras (tratamientos) .....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma para la elaboración de pasta tipo tallarines .....	22
Figura 2. Cantidad de carbohidratos en la pasta obtenida en cada tratamiento y el testigo (T7) .....	26
Figura 3. Cantidad de proteínas, lípidos, fibra, humedad y ceniza de la pasta obtenida en cada tratamiento .....	27
Figura 4. Valor de pH de la pasta obtenida en cada tratamiento .....	27
Figura 5. Calificación sensorial del sabor, color, aroma y textura para la pasta obtenida en cada tratamiento.....	31
FIGURA 6: Rodajas de arracacha. ....	54
FIGURA 7: Formulación de sustitución de harina de trigo por arracacha para cada tratamiento.....	54
FIGURA 8: Masa mezclada con los ingredientes.....	55
FIGURA 9: Masa porosa laminada. ....	55
FIGURA 10: Pasta tipo tallarines. ....	56
FIGURA 11: Digestión para determinar el porcentaje de proteínas en cada tratamiento. ..	56
FIGURA 12: Extracción de lípidos en el equipo Soxhlet para determinar el porcentaje de lípidos en cada tratamiento. ....	57
FIGURA 13:Pesado de la muestra para la Determinación del porcentaje (%) de fibras contenidas en la muestra de cada tratamiento. ....	57
FIGURA 14: Determinación de potencial de Hidrógeno (pH).....	58
FIGURA 15: Mediciones de humedad en la balanza de humedad para todos los tratamientos de fideo elaborados.....	58
FIGURA 16: Campana de humedad para determinar la cantidad total de cenizas por diferencias de peso.....	59

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato para la evaluación sensorial.....	39
Anexo 2. Datos recolectados de la evaluación ffisicoquímicos .....	40
Anexo 3. Fotografías del proceso de investigación .....	54

## RESUMEN

La investigación tuvo por objetivo determinar cuál es el porcentaje de sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) en la elaboración de pasta tipo tallarines que releva las características fisicoquímicas y organolépticas, en consecuencia se diseñó un experimento unifactorial; donde se evaluó los niveles de sustitución; (5, 10, 15, 20, 25, y 30% ) y un testigo (Pasta comercial); para la evaluación de datos fisicoquímica se usó análisis de prueba paramétrica o análisis de varianza bajo un esquema de Diseño Completamente al Azar y la Prueba de Tukey; para la evaluación de datos sensoriales se aplicó la Prueba no paramétrica de Friedman; mediante el Software Statistix 8. Se trabajó con masa de arracacha cocida; las pasta fue elaborada siguiendo un proceso tecnológico estándar; finalmente se determinó que con 15% de sustitución de harina por arracacha por de trigo en la elaboración de pasta tipo tallarines se mejora las características fisicoquímicas y sensorial, obteniendo una calificación entre me gusta moderadamente y me gusta mucho, registrando en promedio 75,15% de carbohidratos, 6,7 % de proteínas, 0,53% de lípidos, 2,25% fibra, pH 4,83, humedad 13,40 % y ceniza 1,96%

*Palabras clave.* Arracacha, Evaluación fisicoquímica y sensorial, Sustitución parcial, Pasta.

## ABSTRACT

The objective of the investigation was to determine the percentage of substitution of wheat flour (*Triticum aestivum*) with arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) in the preparation of pasta type noodles that relieves the physicochemical and organoleptic characteristics, consequently a unifactorial experiment was designed; where its substitution levels were evaluated (5, 10, 15, 20, 25, and 30% and as a control a commercial paste); for the evaluation of physicochemical data the parametric analysis of variance was used, under a scheme of Completely Random Design and the Tukey Test and for the evaluation of sensory data non-parametric analysis of variance was used, the Friedman Test was applied; by Statistix 8 Software; we worked with cooked arracacha dough; mixing, kneading, rolling, molding, heat treatment, refrigeration and storage was performed; finally it was determined that with 15% wheat flour per arracacha, in the preparation of pasta type noodles improves the physicochemical and sensory characteristics, obtaining a rating between moderately liked and I like it a lot, registering on average 75.15% carbohydrates, 6.7% protein, 0.53% lipids, 2.25% fiber, pH 4.83, moisture 13.40% and ash 1.96%

*Keywords.* Arracacha, physicochemical and sensorial evaluation, partial substitution, paste.

## I. INTRODUCCIÓN

La pobreza total en la región Amazonas incide en un 47,3 % de la población y la pobreza extrema en 13,9%; donde las provincias más pobres son Condorcanqui, Luya y Bagua; con una tasa de 73,4; 56,6 y 51,8% respectivamente (CEPLAN, 2017); El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo realizó un informe por provincia y distritos para Perú en el 2012, donde el IDH de Perú en ese año fue de 0,5058 y de Amazonas 0,3846. Este dato reflejó al país en la mitad del rango y a la región Amazonas por debajo del promedio nacional. La encuesta demográfica y de salud familiar 2016, señala que a nivel nacional un 33,3% de niños menores de 5 años padeció de anemia. En Amazonas se encuestó 169 niños de los cuales 33,8 % presento anemia; esta realidad es consecuencia de la inexistencia de actividades productivas rentables y sostenibles; consientes de este flagelo lamentable que afecta a la sociedad del entorno inmediato de la Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza, mediante esta investigación, desde la perspectiva agroindustrial, se pretende contribuir o coadyuvar para la solución de esta problemática, específicamente se propone la elaboración de un producto básico de la canasta familiar como es una pasta con el uso de zanahoria racacha; que se produce en el anexo de Taquia, provincia de Chachapoyas.

Tradicionalmente se consideraba que los alimentos para consumo humano únicamente servían como una fuente de energía. Sin embargo, con los avances que se han tenido en la nutrición y en el desarrollo de productos novedosos funcionales, se ha observado que es posible para los consumidores no solamente seleccionar alimentos que satisfagan su paladar, sino que también contribuyan a mejorar su salud. Lo anterior nos muestra un fenómeno en la sociedad que demanda alimentos frescos, seguros desde el punto de vista de la inocuidad, sensorialmente agradables, fáciles de preparar, en muchas ocasiones bajos en calorías, con ventajas nutricionales, con disponibilidad en cualquier época del año y por si no fuera suficiente, preferentemente con precios accesibles. Estos cambios radicales en los hábitos alimenticios de los consumidores que son acordes al estilo de vida moderno han convertido en un gran desafío el satisfacer las necesidades alimenticias, pero se vuelve un mayor reto cuando la mayoría de la población solicita consumir alimentos que estén libres de pesticidas (alimentos orgánicos) o que contengan menos aditivos químicos como los conservadores. (De la Fuente & Barboza, 2010)

El cultivo de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), en la actualidad, se ha extendido a las tierras altas de Centroamérica, Antillas, África y Sri Lanka, y a la región Subtropical de Brasil; la *A. xanthorrhiza* también ha sido llevada a Europa con éxito de adaptación en algunos casos y en otros un total fracaso. Las raíces de la *A. xanthorrhiza*, constituyen uno de los alimentos nativos más agradables y alimenticios, se cultiva principalmente por su raíz reservante (RR) que es de sabor agradable y de fácil digestibilidad, especialmente en niños y ancianos, ya que posee almidón muy fino, con alto contenido de calcio y vitamina A. También se puede usar el follaje y las cepas para alimentación humana, que frecuentemente también son usadas para la alimentación de animales. La *A. xanthorrhiza* pertenece a la familia Apiaceas; tiene nombres como Birracas, Huaisampilla, Laqachu, Zanahoria blanca; la planta tiene un tronco cilíndrico corto con brotes en la parte superior, de donde nacen las hojas. Sus raíces tuberosas, de color blanco o morado, tienen forma de zanahoria. Su inflorescencia presenta pequeñas flores de color púrpura; se adapta en la región andina, entre los 600 y 3,200 msnm, es una hierba originaria de áreas andinas de Colombia, Ecuador y Perú, donde se encuentra la mayor variedad de germoplasma. Ha sido cultivada en el Perú desde la época prehispánica, generalmente se distinguen tres variedades la blanca, amarilla y morada. (FAO, 2018).

De acuerdo a la FAO (2018), en su composición química se destaca su contenido de calcio y fósforo, además destaca el almidón (10-25%), con un bajo contenido en grasa y proteína de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) el contenido de almidón se caracteriza por ser muy fino y uniforme acompañado de un aroma propio de las umbelíferas debido a la presencia de un aceite espeso y amarillento característico de la planta. La *A.xanthorrhiza* son recomendadas en dietas para niños, personas convalecientes, principalmente por su contenido de calcio, fósforo y niacina. Otro factor determinante para ser utilizado en dietas especiales son las características de su almidón, pues contiene alrededor de 23% de gránulos redondos que varían de 5 a 27 m, haciéndolos altamente digeribles (Jiménez, 2005).

En el Perú se elaboró también un alimento para consumo masivo desarrollando una fórmula de la producción de peruvita; que se trataba de un alimento pulverulento marrón claro, constituido



básicamente por harina de semilla de algodón (*Gossypium*) en un 50- 56% y harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) en un 24-30% adicional de saborizantes y aromatizantes naturales, así como vitaminas A, 81 Y 82. Sin embargo el nivel tecnológico de la época presentaba deficiencia lo cual fue un factor decisivo para el poco éxito de peruvita lo que trajo como consecuencia la falta de aceptación por parte de los consumidores y el consiguiente descalabro comercial (FAO, 2018).

En el caso de la arracacha (*A. xanthorrhiza*), se cuenta con estudios dirigidos, mayormente, a su composición, y como antecedente en el uso como insumo para la panificación a nivel de investigación, denominado: Valor nutritivo de pan con sustitución parcial de harina de trigo (*T. aestivum*) por arracacha (*A. xanthorrhiza Bancroft*), fortificado. En el que se obtienen niveles de sustitución de 40% e importantes contenidos de proteína, grasa y carbohidratos, además de minerales (especialmente K, Fe por la fortificación, P, Ca y Mg) y vitaminas (especialmente vitaminas A y C), favoreciendo el balance de nutrientes mediante su ingesta y cumple los requisitos de la normativa para pan fortificado de pronaa-ugatsan en Perú (León, 2010).

Se han realizado muchos estudios sobre la formulación de mezclas y sustituciones parciales en harinas que provienen de origen vegetal con la finalidad de aprovechar los efectos de complementación proteica y obtener productos de consumo masivo a bajos costos. El fundamento de preparación de mezclas de leguminosas y cereales es la complementación de aminoácidos de ambos productos de tal manera de elevar el potencial de minerales de los productos finales trayendo como consecuencia una mayor digestibilidad (Cabieses, 1996).

Longo, et al. (2018) realizaron un trabajo de elaboración de fideos con chia y lino el cual tuvo como objetivo evaluar su aporte nutricional y su aceptabilidad, en donde los fideos de chia y lino aumentaron el porcentaje de proteína en un 13.3%, grasas totales de 21.3% y fibras 5.5%, además de ello el 87% de los evaluadores tuvieron una aceptabilidad del producto como excelentes o muy buenos fideos.

Cieza (2017) encontro el mejor tratamiento de sustitución parcial de harina de trigo (80%) por harina de fríjol (20%) analizando sus características sensoriales, fisicoquímicas, microbiológicas y costo de producción, obteniendo como resultado en su nivel de composición un mejor aporte en proteínas, grasa y fibra cruda, mencionando a su vez que a mayor porcentaje sustitución de harina de fríjol ucayalino demuestra mejor aporte de proteínas, grasa y fibra cruda.

Moscol y Navarro (2018) buscó un producto innovador demostrando los beneficios nutricionales que posee el plátano teniendo como importancia la tecnología de elaboración de harina de plátano y fideos de harina de trigo, para así adaptarlos en la línea de producción de fideos a base de harina de plátano, demostrando que la utilización de aglutinante permitió a la masa la textura y elasticidad adecuadas, evitando que sea quebradiza y otorgando la forma requerida obteniendo un producto con características nutricionales beneficiosas llegando a ser considerada casi como una harina medicinal.

Lopez (2017) realizó un trabajo de investigación en caracterización fisicoquímica del almidón precedente de la arracacha, en el cual demuestra que las características fisicoquímicas contienen un 13,08% de amilosa de y un contenido de 13,36% humedad.

Afaray (2014) realizó una sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha en la elaboración de fideos, en donde probó el nivel óptimo de sustitución parcial influenciando en los procesos de mezclado, amasado, extrucción, pre-secado, secado y envasado, utilizando la metodología de diseño experimental de mezclas encontrando la óptima (9,090%) de harina de kiwicha y (89,379%) harina de trigo, concluyendo que a mayores sustituciones, la absorción de agua y estabilidad de la masa disminuye, así mismo afectando a la calidad del producto, recalcando que las propiedad fisicoquímicas y microbiológicas se mantienen estables par aun almacenamiento de 60 días.

Calizaya (2017) elaboró galletas con incorporación de harina de arracacha y realizó pruebas de analisis químico proximal, sensorial y microbiológico a su producto, para comprobar el estado

de calidad y a su vez determinó la vida útil realizado mediante el porcentaje de humedad, dando a conocer la gran aceptación por el consumidor.

De acuerdo a todo lo mencionado en la presente investigación se tuvo como objetivo principal determinar cuál es el porcentaje de sustitución parcial de harina de *T. aestivum* por *A. xanthorrhiza* en la elaboración de pasta tipo tallarines que mejora las características fisicoquímicas y organolépticas

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Ubicación del proceso investigativo

La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Chachapoyas, en los Laboratorios de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza; específicamente en el Laboratorio de Tecnología Agroindustrial

### 2.2. Procedencia del material de estudio

La *A. xanthorrhiza* usadas en la investigación fueron provenientes de la producción en el anexo de Taquia; la variedad estudiada fue la arracacha amarilla.

El anexo de Taquia se encuentra ubicado en la provincia de Chachapoyas, región Amazonas al norte del Perú, es la zona donde se produce mayor cantidad de Arracacha que ingresa al mercado modelo de la ciudad de Chachapoyas.

### 2.3. Diseño experimental

Se utilizó un experimento unifactorial bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones (Montgomery, 2004). Se empleó diferentes proporciones de sustitución de harina de arracacha por harina de trigo para la elaboración de la pasta

**Tabla 1 Descripción de los tratamientos**

Factor	Descripción	Harina de trigo (%)	Harina de racacha (%)	Símbolo
A	Proporción de sustitución	95	5	T1
		90	10	T2
		85	15	T3
		80	20	T4
		75	25	T5
		70	30	T6

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y procedimiento**

La Arracacha ingreso al proceso de elaboración de fideos no como harina sino como una masa de consistencia pastosa, es decir, la raíz previamente seleccionada es lavada, pelada, cortada en rodajas, remojada, escurrida y nuevamente lavada, cocción, prensada y enfriada a temperatura de 6-8 °C para ser mezclada.

### **Procedimiento**

#### **Etapas 1:** Dosificación/ pesado de ingredientes

Se pesaron todos los ingredientes sólidos y se miden los líquidos, utilizando balanza y recipientes con escalas de medidas respectivamente.

#### **Etapas 2:** Mezclado

En esta operación el ingrediente seco (harina de trigo) se mezcló con la masa de la arracacha y con el resto de los ingredientes, los cuales han sido previamente mezclados entre sí (agua, huevo, aceite de oliva, sal). Se agregaron aproximadamente el 90% del agua y el 10% restante se incluyeron de apoco para regular la masa. El tiempo de mezclado fue entre 10 a 15 minutos viendo que la masa tome consistencia, pero esta consistencia de masa (gransa) se determinó recopilando la experiencia de los que elaboran en la localidad. La temperatura del agua que se utilizó fue aproximadamente de 35° C, esto es debido a la mejor integración de la harina de trigo con el agua.

La pasta se dejó reposar en la refrigeradora por aproximadamente 15 a 20 minutos con el fin de que se humedezcan debidamente las partículas de harina.

#### **Etapas 3:** Laminado

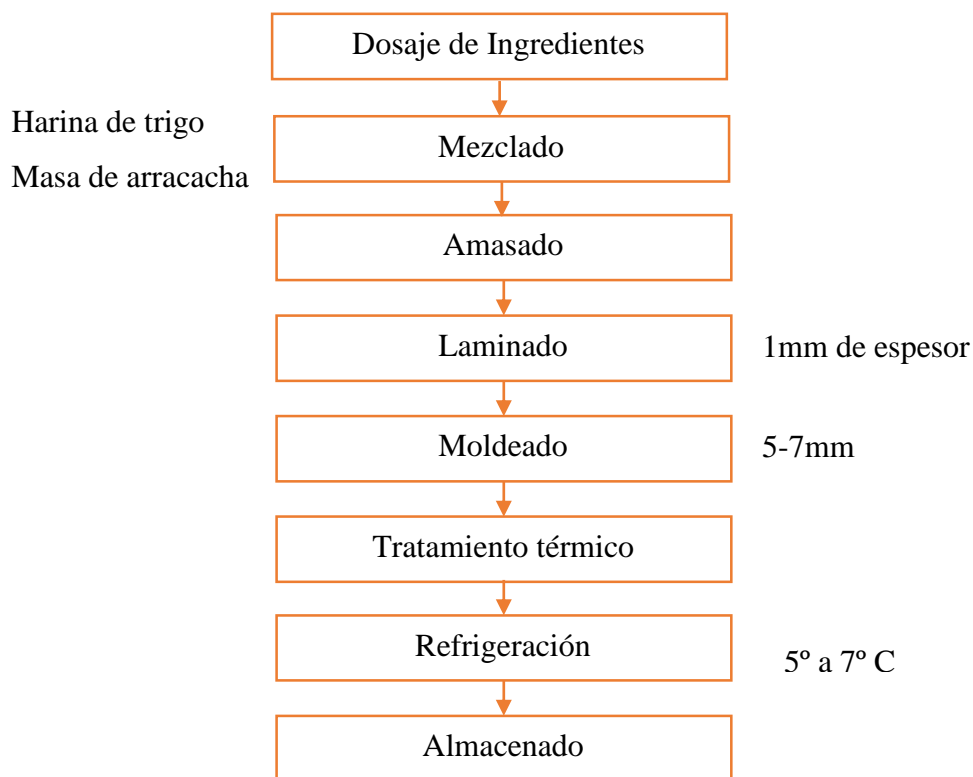
Una vez obtenida la gransa (masa arenosa), se pasó a estirar la masa con el rodillo de madera enharinando hasta que quede muy fina. El fin de esta operación es la obtención de una masa porosa.

#### **Etapa 4: Corte**

Una vez laminada y con el espesor deseado, se enrolló las tiras de pasta y se cortó con un cuchillo bien afilado las tiras de pasta, de un grosor de 5-7 mm. Aproximadamente, para luego desenrollarla y se dejó secar las tiras de pasta sobre la superficie enharinada y se obtuvo los tallarines.

#### **Etapa 5: Enfriado /envasado**

Los fideos se dejaron enfriar (a temperatura ambiente) y luego colocarlos en la refrigeradora (5° a 7° C). Se guardaron envasados en bolsas de polietileno a través de selladoras manuales.



**Figura 1. Flujograma para la elaboración de pasta tipo tallarines**

## Técnicas

### Evaluación sensorial

Se midió los atributos (color, sabor, Aroma y textura), a 14 panelistas no entrenados del tipo consumidor. Se aplicó una escala hedónica de 5 puntos cuya descripción se detalla en la Tabla 3. (Anexo evaluación organoléptica)

**Tabla 2. Escala hedónica empleada para medir el grado de aceptación**

Puntaje	Atributos
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta muchísimo

### Análisis fisicoquímicos

- **Proteínas**

Se determinó el porcentaje (%) de nitrógeno contenido en la muestra, realizándose por el método Kjeldahl, utilizando el equipo Kjeldahl Pro Nitro Selecta del Laboratorio de Tecnología Agroindustrial de la UNTRM. (AOAC, 2005), procedimiento 2005.11.

- **Carbohidratos**

La determinación de los carbohidratos se realizó con la siguiente fórmula:

$$100\% = \text{Carbohidratos} + \text{lípidos} + \text{proteínas} + \text{humedad} + \text{cenizas}.$$

Formula reportada por (Joana, et al. 2008)

- **Lípidos**

La extracción se realizó con el equipo Soxhlet Det Gras Selecta N H.W. Kassel S.A.C. del Laboratorio de Tecnología Agroindustrial de la UNTRM.

- **Fibra**

La determinación de fibras se efectuó determinando el porcentaje (%) de fibras contenidas en la muestra, realizándose por el método calorimetría diferencias de barrido, utilizando el equipo de determinación de fibras del Laboratorio de Tecnología agroindustrial perteneciente a la facultad de Ingeniería y ciencias agrarias. (AOAC, 2005), Según el método 113.

- **Potencial de Hidrógeno (pH)**

Se realizó utilizando un pHmetro OAKTON pH450 calibrado con solución buffer de pH 4 y solución buffer de pH 7. Se debe tener en cuenta que las muestras fueron de 1 g de fideo, molido al que se le adicionó 1 mililitro de agua destilada. (AOAC Association of Official Analytical Chemists., 2005)

- **Humedad**

Las mediciones de humedades se realizaron con la balanza de humedad para todos los tratamientos de fideo elaborados. (AOAC 2005, NTP-ISO 6496-2005).

- **Cenizas**

Se realizó la incineración en una cocina semiindustrial, para luego pasar a la mufla a una temperatura de 500°C con lo que se determinó la cantidad total de cenizas por diferencias de peso, empleando una balanza analítica. (AOAC, 2005), empleando el método 940.26.



## 2.5. Análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizó el análisis de varianza o la prueba F, en la cual se hizo una descomposición del efecto de los tratamientos, identificando sus componentes que fueron los efectos principales, se analizó el efecto del factor sustitución de harina de arracacha por harina de trigo; con el objeto de identificar el comportamiento de dicho factor lo que permitirá concluir de la influencia significativa o no significativa; medido en dimensiones físicas, químicas y sensoriales Para la investigación se utilizó un experimento unifactorial de 6 tratamientos, con tres repeticiones; la ejecución se llevó a cabo mediante un diseño completamente al azar.

Se utilizó el programa estadístico Statistix 8, para determinar los efectos del factor, análisis de varianza Tukey con nivel de significancia de 5%.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$  (Porcentaje de harina de arracacha)

Dónde:

$\mu$  = Constante media poblacional a la cual pertenece las observaciones.

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo nivel del factor de porcentaje de harina de arracacha

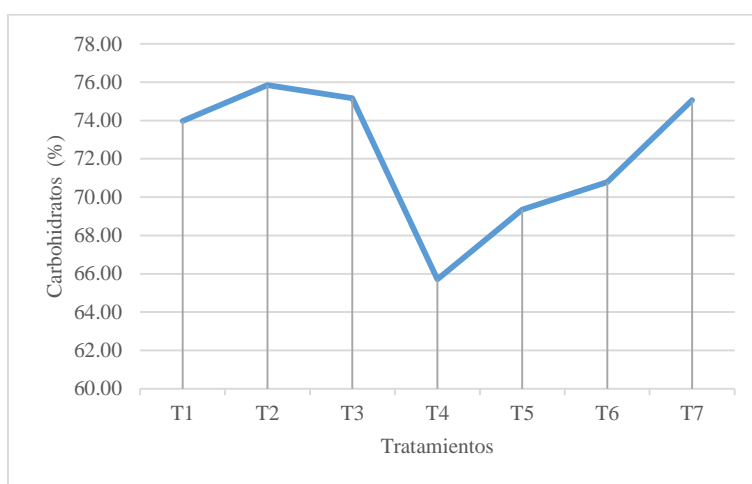
$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Evaluación fisicoquímica

##### Carbohidratos

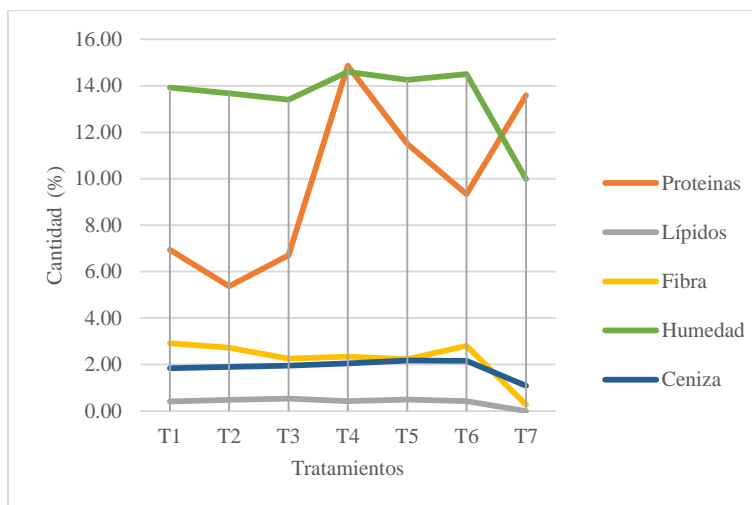
El contenido de carbohidratos de los 6 tratamientos y el tratamiento control (T7), osciló entre 64 y 76%, los tratamientos T2 y T3 son las que mayor contenido de carbohidratos tuvieron, por otro lado, el tratamiento T4 presento el menor porcentaje.



**Figura 2. Cantidad de carbohidratos en la pasta obtenida en cada tratamiento y el testigo (T7)**

##### Proteínas, lípidos, fibra, humedad y ceniza de la pasta obtenida en cada tratamiento

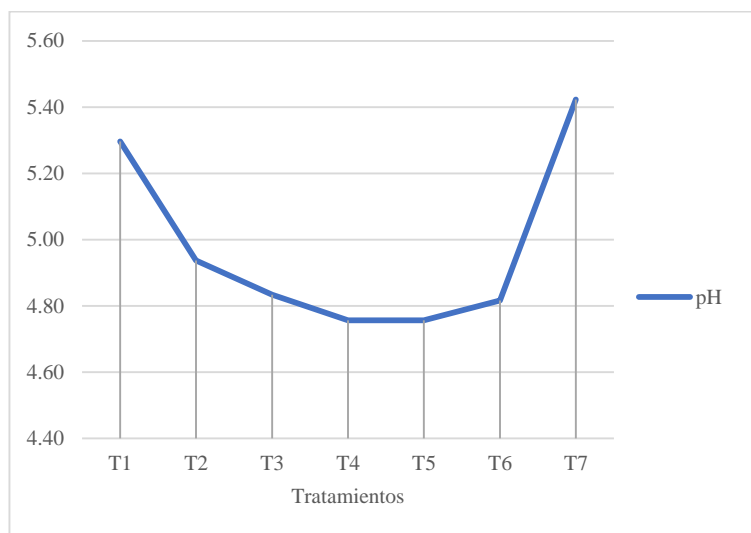
El contenido de proteínas del T4 presenta mayor porcentaje, en lípidos los porcentajes entre tratamientos son similares a diferencia del tratamiento control que presenta 0%, en fibra el T1, T2 y T6 son los que mejor se ven reflejados, en humedad el T4 y T6 son las que presentan mayores porcentajes, y en cenizas hay una diferencia entre el tratamiento control y los 6 tratamiento como se puede observar en la siguiente figura:



**Figura 3. Cantidad de proteínas, lípidos, fibra, humedad y ceniza de la pasta obtenida en cada tratamiento**

### pH

El tratamiento T4, junto al T5 obtuvo un pH menor a las demás tratamientos, siendo T1 y T2 los que alcanzaron los valores más altos.



**Figura 4. Valor de pH de la pasta obtenida en cada tratamiento**

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del análisis de varianza paramétrico (Prueba F), dada la escala cuantitativa en que se midió la variable, bajo un esquema de Diseño Completamente al Azar y la correspondiente Prueba de Tukey de comparaciones múltiples, en aquellos casos donde se detectaron diferencias

significativas o altamente significativas entre los tratamientos, a objeto de identificar el o los tratamientos que evidenciaron un mejor comportamiento, con respecto a cada uno de los parámetros fisicoquímicos evaluados.

Tabla 3. Matriz de información de las características químicas

Tratamientos	Rep.	Carbohidratos	Proteínas	Lípidos	Fibra	pH	Humedad	Ceniza
1	1	74,24	7,1	0,41	3,25	5,33	13,13	1,88
1	2	75,84	5,1	0,39	2,46	5,31	14,4	1,81
1	3	71,86	8,6	0,43	3,04	5,25	14,25	1,82
2	1	74,78	6,1	0,57	3,19	5,24	13,5	1,85
2	2	77,64	3,9	0,48	2,32	4,8	13,75	1,91
2	3	75,12	6,1	0,4	2,64	4,77	13,8	1,94
3	1	73,41	8,8	0,48	1,98	4,84	13,3	2,03
3	2	76,73	4,6	0,52	2,96	4,8	13,25	1,95
3	3	75,34	6,7	0,6	1,82	4,86	13,65	1,89
4	1	66,25	14,1	0,43	1,97	4,78	15,2	2,05
4	2	64,37	16,6	0,44	1,85	4,74	14,7	2,04
4	3	66,52	13,9	0,41	3,21	4,75	13,9	2,06
5	1	71,52	8,8	0,53	2,26	4,77	14,7	2,18
5	2	68,42	13,1	0,53	2,11	4,75	13,7	2,14
5	3	68,13	12,6	0,41	2,33	4,75	14,35	2,18
6	1	71,03	9,1	0,43	2,34	4,86	14,95	2,14
6	2	70,95	9,2	0,41	3,09	4,86	14,2	2,16
6	3	70,4	9,7	0,41	2,99	4,73	14,35	2,16
7	1	77,58	10,7	0	0,28	5,43	10,35	1,09
7	2	73,05	16,5	0	0,26	5,43	9,1	1,09
7	3	74,55	13,6	0	0,26	5,41	10,5	1,09

Tabla 4. Análisis de Varianza Paramétrico (Prueba F), de las características químicas

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$

$H_a$ : Al menos dos (2) son diferentes

Parámetro Fisicoquímico	Análisis de varianza		Decisión
	F	P	
Carbohidratos	15,30 **	0,0000	Se rechaza $H_0$ , existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos

Proteínas	11,10 **	0,0001	Se rechaza Ho, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos
Lípidos	41,00 **	0,0000	Se rechaza Ho, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos
Fibra	11,50 **	0,0001	Se rechaza Ho, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos
pH	20,00 **	0,0001	Se rechaza Ho, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos
Humedad	27,00 **	0,0000	Se rechaza Ho, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos
Cenizas	310,00 **	0,0000	Se rechaza Ho, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos

ns: no significativo ( $P > 0,05$ ).

\* : Significativo ( $P < 0,05$ ).

\*\* : Altamente significativo ( $P < 0,01$ ).

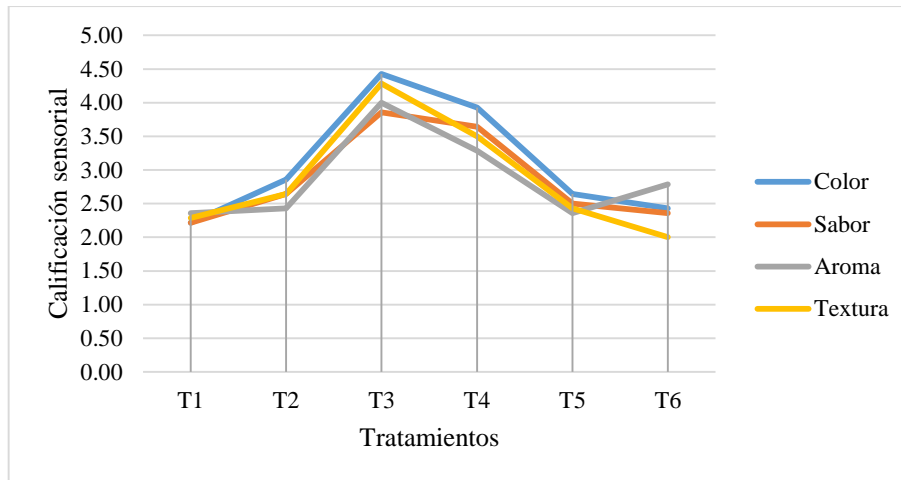
**Tabla 5. Prueba de Tukey aplicado a los datos de las características químicas**

Parámetro fisicoquímico	Prueba de Tukey (Tratamientos / media / grupos homogéneos)	Decisión
Carbohidratos	2 75,847 A 3 75,160 AB 7 75,060 AB 1 73,980 ABC 6 70,793 BC 5 69,357 CD 4 65,713 D	T <sub>2</sub> presenta mayores valores de carbohidratos
Proteínas	4 14,867 A 7 13,600 A 5 11,500 AB 6 9,3333 BCD 1 6,9333 CD 3 6,7000 CD 2 5,3667 D	T <sub>4</sub> y T <sub>7</sub> presentan mayores valores de proteínas
Lípidos	3 0,5333 A 5 0,4900 A 2 0,4833 A 4 0,4267 A 6 0,4167 A 1 0,4100 A 7 0,0000 B	T <sub>3</sub> , T <sub>5</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>4</sub> , T <sub>6</sub> y T <sub>1</sub> presentan mayores valores de lípidos
Fibra	1 2,9167 A 6 2,8067 A 2 2,7167 A 4 2,3433 A	T <sub>1</sub> , T <sub>6</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>4</sub> , T <sub>3</sub> y T <sub>5</sub> presentan mayores valores de fibra

	3	2,2533	A	
	5	2,2333	A	
	7	0,2667	B	
pH	7	5,4233	A	T <sub>7</sub> y T <sub>1</sub> presentan mayores valores de pH
	1	5,2967	A	
	2	4,9367	B	
	3	4,8333	B	
	6	4,8167	B	
	4	4,7567	B	
	5	4,7567	B	
Humedad	4	14,600	A	T <sub>4</sub> , T <sub>6</sub> ; T <sub>5</sub> , T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> y T <sub>3</sub> presentan mayores valores de humedad
	6	14,500	A	
	5	14,250	A	
	1	13,927	A	
	2	13,683	A	
	3	13,400	A	
	7	9,9833	B	
Cenizas	5	2,1667	A	T <sub>5</sub> y T <sub>6</sub> presentan mayores valores de cenizas
	6	2,1533	A	
	4	2,0500	B	
	3	1,9567	BC	
	2	1,9000	CD	
	1	1,8367	D	
	7	1,0900	E	

### 3.2. Evaluación sensorial

Se muestran las puntuaciones alcanzadas en el test hedónico con 14 panelistas (Amerine, et al. (1965)) no entrenados para color, sabor, aroma y textura de la pasta tipo tallarines. El grado de aceptación general, de todos los tratamientos obtuvieron puntuaciones por encima de la media (no me gusta ni me disgusta), indicando que los tratamientos T3 (15%) y T4 (20%) son muy aceptados por personas de nivel consumidor así también en cuanto a color, sabor, aroma, y textura.



**Figura 5. Calificación sensorial del sabor, color, aroma y textura para la pasta obtenida en cada tratamiento**

**Tabla 6. Análisis No Paramétrico (Prueba de Friedman) aplicado a los datos de la evaluación sensorial**

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$

$H_a$ : Al menos dos (2) son diferentes

Atributo	Prueba de Friedman		Decisión
	X <sup>2</sup>	P	
Color	42,319 **	0,0000	Se rechaza la $H_0$ , existen diferencias altamente significativas entre las muestras (tratamientos)
Sabor	30,535 **	0,0000	Se rechaza la $H_0$ , existen diferencias altamente significativas entre las muestras (tratamientos)
Aroma	32,469 **	0,0000	Se rechaza la $H_0$ , existen diferencias altamente significativas entre las muestras (tratamientos)
Textura	40,640 **	0,0000	Se rechaza la $H_0$ , existen diferencias altamente significativas entre las muestras (tratamientos)

ns: no significativo ( $P > 0,05$ ).

\* : Significativo ( $P < 0,05$ ).

\*\* : Altamente significativo ( $P < 0,01$ ).

**Tabla 7. Comparación de muestras (tratamientos)**

	<b>Orden de rangos (Muestra / Media de rangos / N° Panelistas)</b>			<b>Decisión</b>
Color	1	2,11	14	M <sub>3</sub> presenta mayor aceptación del color
	2	3,14	14	
	3	5,54	14	
	4	4,79	14	
	5	3,00	14	
	6	2,43	14	
Sabor	1	2,50	14	M <sub>3</sub> presenta mayor aceptación del sabor
	2	3,07	14	
	3	5,18	14	
	4	4,75	14	
	5	2,82	14	
	6	2,68	14	
Aroma	1	2,64	14	M <sub>3</sub> presenta mayor aceptación del aroma
	2	2,64	14	
	3	5,54	14	
	4	4,14	14	
	5	2,71	14	
	6	3,32	14	
Textura	1	2,64	14	M <sub>3</sub> presenta mayor aceptación de la textura
	2	3,11	14	
	3	5,71	14	
	4	4,36	14	
	5	3,04	14	
	6	2,14	14	



#### IV. DISCUSIÓN

Se evaluó la sustitución de arracacha por harina de trigo obteniéndose resultados de una sustitución del 15% según los resultados; de los cuales también se podría considerar la posibilidad de mejoras sensoriales y nutricionales en el producto (Tabla 3 – Figura 5); sin embargo habría sido importante un nivel mayor de sustitución similar a lo obtenido por León (2010), que logró sustitución de 40% e importantes contenidos de proteína, grasa y carbohidratos, además de minerales (especialmente K, Fe por la fortificación, P, Ca y Mg) y vitaminas (especialmente vitaminas A y C) en producción de pan; se podría inferir que no se logró esos niveles de sustitución porque el tipo de harina de trigo fue diferente en cuanto al contenido de gluten.

Longo et al. (2018) realizaron un trabajo de elaboración de fideos con chia y lino el cual tuvo como objetivo evaluar su aporte nutricional y su aceptabilidad, en donde los fideos de chia y lino aumentaron el porcentaje de proteína en un 13,3%, grasas totales de 21,3% y fibras 5,5%, además de ello el 87% de los evaluadores tuvieron una aceptabilidad del producto como excelentes o muy buenos fideos; en la investigación efectuada, de forma similar se ha logrado potenciar las características químicas y sensoriales en la producción de una pasta en comparación al tratamiento testigo; los tratamientos 2 y 3 (T2 y T3), aumentaron el nivel de carbohidratos entre 73,41 y 77,64%; el tratamiento 4 (T4) aumentó la concentración de proteína hasta en 16,6%; sin embargo para nuestro caso se utilizó zanahora racacha que tiene bajo valor económico en comparación a la chia y lino, en el mercado de la región Amazonas - Perú

Cieza (2017), encontró que es posible sustituir harina de frijol por harina de trigo en 20% para la elaboración de fideos tipo tallarines, logrando una concentración de proteínas de 16,72%, grasa (0,72%) y fibra cruda (0,79%); se debe resaltar que usaron un cereal y una leguminosa que es rico en proteínas; en la investigación concluida se demuestra que con una sustitución de 20% de masa de arracacha, se logra una concentración de proteína (T4) hasta en 16,6% en comparación al testigo que presenta 13,6% en promedio; demostrándose así que la arracacha que es un tubérculo provee de mayor concentración de proteína, probablemente a menor costo.

Moscol y Navarro (2018), en su trabajo de diseño de una línea de producción de fideos de harina de plátano, buscó un producto innovador demostrando los beneficios nutricionales que posee el plátano, para así adaptarlos en la línea de producción de fideos a base de harina de plátano, demostrando que la utilización de aglutinante permitió a la masa la textura y elasticidad adecuadas. De forma similar en la investigación se ha deseado se ha logrado un producto nuevo; sin embargo no se utilizó ningún aglutinante a pesar de ello se logró la calificación sensorial de la textura, de me gusta moderadamente (T3); el producto no estuvo quebradizo, posiblemente porque la arracacha, en el cual demuestra que las características fisicoquímicas contienen un 13,08% de amilosa y un contenido de 13,36% humedad. (Lopez, 2017).

Afaray (2014), realizó una sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha en la elaboración de fideos, en donde probó el nivel óptimo de sustitución parcial influenciando en los procesos de mezclado, amasado, extracción, pre-secado, secado y envasado, utilizando la metodología de diseño experimental de mezclas encontrando la óptima (9,090%) de harina de kiwicha y (89,379%) harina de trigo, concluyendo que a mayores sustituciones, la absorción de agua y estabilidad de la masa disminuye; en la investigación se obtuvo que la sustitución óptima según la evaluación fisicoquímica fue al 20% y según la evaluación sensorial al 15% de masa de arracacha; demostrándose que mejora la concentración proteica, sin embargo la absorción de agua y la estabilidad de la masa evaluada mediante la calificación textural tuvo una aceptación de me gusta moderadamente; demostrándose posiblemente la mejor disposición de la arracacha para la elaboración de pastas.

## V. CONCLUSIONES

Se determinó que con 15% de sustitución parcial de harina de trigo (*T. aestivum*) por arracacha (*A. xanthorrhiza*) en la elaboración de pasta tipo fideos mejora las características fisicoquímicas y sensoriales, de acuerdo a la evaluación sensorial obteniendo una calificación entre me gusta moderadamente y me gusta mucho, registrando en promedio 75,15% de carbohidratos, 6,7 % de proteínas, 0,53% de lípidos, 2,25 % de fibra, pH 4,83, humedad 13,40 % y ceniza 1,96 %

Referente al análisis de proteínas, en cada formulación de esta fase los niveles de proteína, variaron de una forma inverosímil en los resultados obtenidos, lo que se esperaba un resultado ascendente o descendente de acuerdo a las sustituciones para lo cual se está concluyendo un posible factor que pudo influenciar como son un buen balance de materia prima

Se logró obtener pasta tipo fideos aceptado por los consumidores; de esa forma otorgando valor agregado a la zanahoria arracacha y al mismo tiempo obteniendo un producto nuevo e innovador

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se debe considerar para la elaboración de la pasta el cumplimiento fiel al Flujograma propuesto, resaltando la selección de la zanahoria con madurez fisiológica

En el caso de la harina de trigo, deberá ser básicamente de trigo duro, para lograr la conformación textural de la pasta

Se debe complementar la valoración de la presente investigación con investigaciones relacionadas con los micronutrientes que contendría el producto elaborado

Se propone que el producto obtenido se ha elaborado en cantidades mayores en base a la formalización de un plan de negocio

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaya, J. & Hashimoto, J. (2006). Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft.) Área Temática: *Biodiversidad y Conservación de los Recursos Filogenéticos Andinos*. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Conservación del Medio Ambiente. Trujillo PE. 15 p.
- Amerine, et al. (1965). *Principles of sensory evaluation of food*. Academic Press, New York.
- AOAC. (2005). Official methods of Analysis of AOAC international. 15va.ed. Maryland, USA.
- Arbizu, C. & Robles, E. (1986). *La colección de los cultivos de raíces y tubérculos andinos de la Universidad de Huamanga*. En: Anales, V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos, Puno, Perú.
- CEPLAN (2017). *Centro nacional de planeamiento estratégico*.
- De la Fuente , N. M., & Barboza, J. E. (2010). Inocuidad y bioconservación de alimentos. *Acta universitaria*, 43 - 52.
- Egan, H.; Kirk, R. y Sawyer, R. (2001). *Ingeniería y Agroindustria*. Enciclopedia Terranova, Tomo 5, marzo 2001, Bogotá, Colombia. Pág. 288-294.
- FAO (2018). *Organización de las naciones unidas para la alimentación. Recuperado el 14 de junio del 2018, de*  
[http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro10/cap03\\_3.htm](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro10/cap03_3.htm).
- Frere, M.; Rijks, J. y Rea, J.(1975) *Estudio agroclimatológico de la Zona Andina*. Informe técnico FAO. Roma. Harina de galleta (<3% cenizas). Disponible en:<http://www.fundacionfedna.org/ingredientes-para-piensos/harina-de-galleta-3-cenizas> Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.
- Hermann, M. (1992). *Raíces y tubérculos andinos*. Prioridades de investigación para un recurso alimentario propuesto. Centro Internacional de la Papa. Lima. 36 p.

Hermann, M. (1997). *Arracacia xanthorrhiza Bancroft*. En: Herman, M.; Hiller, J. eds. *Andean Roots and tubers: Ahipa, arracacha, maca and yacon*. International Potato Center CIP. Lima Perú. p.75-172.

Jiménez, R. (2005). *Características nutricionales de la arracacha (Arracacia xanthorrhiza) y sus perspectivas en la alimentación*. Publicación virtual, Red Peruana de Alimentación y Nutrición. Lima, PE. 22 p.

León, V.(2010). *Valor Nutritivo de pan con sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) por arracacha (Arracacia xanthorrhiza Bancroft), fortificado*. Universidad Cesar Vallejo. Trujillo, Perú.

Muñoz, C & Guzmán, J. (2010). *Una exploración de los factores determinantes del rendimiento escolar en la educación primaria*. Centro de estudios educativos. Vol. XL, número 2. MEXICO.

PNUD (2012). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*.

Risso, E. (2008). *Pastas Frescas: tallarines de sémola con huevo*. Buenos Aires, Argentina

# ANEXOS

## Anexo 1. Formato para la evaluación sensorial

**PANELISTA:** .....

**FECHA:** .....

**PRODUCTO A EVALUAR: PASTA TIPO TALLARINES**

**INDICACIONES:**

Usted está recibiendo 06 muestras de FIDEOS con una sustitución de harina de trigo por arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), califica los atributos de calidad: color, sabor, aroma y textura. Así mismo se le solicita reportar en el siguiente cuadro los resultados según la escala de calificaciones.

Puntaje	Atributos
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta muchísimo

ATRIBUTOS	MUESTRAS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	95/5	90/10	85/15	80/20	75/25	70/30
COLOR						
SABOR						
AROMA						
TEXTURA						

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

## Anexo 2. Datos recolectados de la evaluación ffisicoquímicos

### Matriz de información.

TRA	REPET	CARB	PROT	LIPID	FIBRA	PH	HUM	CEN
1	1	74.24	7.1	0.41	3.25	5.33	13.13	1.88
1	2	75.84	5.1	0.39	2.46	5.31	14.4	1.81
1	3	71.86	8.6	0.43	3.04	5.25	14.25	1.82
2	1	74.78	6.1	0.57	3.19	5.24	13.5	1.85
2	2	77.64	3.9	0.48	2.32	4.8	13.75	1.91
2	3	75.12	6.1	0.4	2.64	4.77	13.8	1.94
3	1	73.41	8.8	0.48	1.98	4.84	13.3	2.03
3	2	76.73	4.6	0.52	2.96	4.8	13.25	1.95
3	3	75.34	6.7	0.6	1.82	4.86	13.65	1.89
4	1	66.25	14.1	0.43	1.97	4.78	15.2	2.05
4	2	64.37	16.6	0.44	1.85	4.74	14.7	2.04
4	3	66.52	13.9	0.41	3.21	4.75	13.9	2.06
5	1	71.52	8.8	0.53	2.26	4.77	14.7	2.18
5	2	68.42	13.1	0.53	2.11	4.75	13.7	2.14
5	3	68.13	12.6	0.41	2.33	4.75	14.35	2.18
6	1	71.03	9.1	0.43	2.34	4.86	14.95	2.14
6	2	70.95	9.2	0.41	3.09	4.86	14.2	2.16
6	3	70.4	9.7	0.41	2.99	4.73	14.35	2.16
7	1	77.58	10.7	0	0.28	5.43	10.35	1.09
7	2	73.05	16.5	0	0.26	5.43	9.1	1.09
7	3	74.55	13.6	0	0.26	5.41	10.5	1.09

### Carbohidratos.

#### 1 2.1. Análisis de varianza.

Statistix 8.0

FISICOQUIMICO, 13/05/2019, 08:25:10 a.m.

#### Completely Randomized AOV for CARBOHIDR

Source	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIEN	6	256.532	42.7554	15.3	0.0000
Error	14	39.154	2.7967		
Total	20	295.687			

Grand Mean 72.273 CV 2.31

	Chi-Sq	DF	P
Bartlett's Test of Equal Variances	4.68	6	0.5855
Cochran's Q	0.2720		
Largest Var / Smallest Var	45.270		

Component of variance for between groups 13.3195  
Effective cell size 3.0

TRATAMIEN	Mean
1	73.980



2 75.847  
 3 75.160  
 4 65.713  
 5 69.357  
 6 70.793  
 7 75.060

Observations per Mean 3  
 Standard Error of a Mean 0.9655  
 Std Error (Diff of 2 Means) 1.3655

1.2.2. Prueba de Tukey.

Statistix 8.0  
 a.m.

FISICOQUIMICO, 13/05/2019, 08:26:17

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of CARBOHIDR by TRATAMIEN**

TRATAMIEN	Mean	Homogeneous Groups
2	75.847	A
3	75.160	AB
7	75.060	AB
1	73.980	ABC
6	70.793	BC
5	69.357	CD
4	65.713	D

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.3655  
 Critical Q Value 4.832 Critical Value for Comparison 4.6651  
 There are 4 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

1.1. Proteínas.

1.1.1. Análisis de varianza.

Statistix 8.0  
 a.m.

FISICOQUIMICO, 13/05/2019, 08:29:32

**Completely Randomized AOV for PROTEINAS**

Source	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIEN	6	242.065	40.3441	11.1	0.0001
Error	14	50.827	3.6305		
Total	20	292.891			

Grand Mean 9.7571 CV 19.53

	Chi-Sq	DF	P
Bartlett's Test of Equal Variances	5.97	6	0.4271
Cochran's Q	0.3309		
Largest Var / Smallest Var	81.387		

Component of variance for between groups 12.2379  
 Effective cell size 3.0

TRATAMIEN	Mean
1	6.933
2	5.367
3	6.700
4	14.867
5	11.500
6	9.333
7	13.600

Observations per Mean 3  
Standard Error of a Mean 1.1001  
Std Error (Diff of 2 Means) 1.5557

1.1.2. Prueba de Tukey.

Statistix 8.0 FISICOQUIMICO, 13/05/2019, 08:30:08  
a.m.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of PROTEINAS by TRATAMIEN**

TRATAMIEN	Mean	Homogeneous Groups
4	14.867	A
7	13.600	AB
5	11.500	ABC
6	9.3333	BCD
1	6.9333	CD
3	6.7000	CD
2	5.3667	D

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.5557  
Critical Q Value 4.832 Critical Value for Comparison 5.3152  
There are 4 groups (A, B, etc.) in which the means  
are not significantly different from one another.

1.2. Lípidos.

1.2.1. Análisis de varianza.

Statistix 8.0 FISICOQUIMICO, 13/05/2019, 08:31:02  
a.m.

**Completely Randomized AOV for LIPIDOS**

Source	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIEN	6	0.58105	0.09684	41.0	0.0000
Error	14	0.03307	0.00236		
Total	20	0.61411			

Grand Mean 0.3943 CV 12.33

At least one group variance is near zero,  
variance-equality tests cannot be computed.

Component of variance for between groups 0.03149  
 Effective cell size 3.0

**TRATAMIEN Mean**  
 1 0.4100  
 2 0.4833  
 3 0.5333  
 4 0.4267  
 5 0.4900  
 6 0.4167  
 7 0.0000

Observations per Mean 3  
 Standard Error of a Mean 0.0281  
 Std Error (Diff of 2 Means) 0.0397

### 1.2.2. Prueba de Tukey.

Statistix 8.0  
 a.m.

FISICOQUIMICO, 13/05/2019, 08:32:03

#### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of LIPIDOS by TRATAMIEN

**TRATAMIEN Mean Homogeneous Groups**  
 3 0.5333 A  
 5 0.4900 A  
 2 0.4833 A  
 4 0.4267 A  
 6 0.4167 A  
 1 0.4100 A  
 7 0.0000 B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0397  
 Critical Q Value 4.832 Critical Value for Comparison 0.1356  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

### 1.3. Fibra.

#### 1.3.1. Análisis de varianza.

Statistix 8.0  
 a.m.

FISICOQUIMICO, 13/05/2019, 08:32:54

#### Completely Randomized AOV for FIBRA

Source	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIEN	6	14.7246	2.45410	11.5	0.0001
Error	14	2.9751	0.21250		
Total	20	17.6997			

Grand Mean 2.2195 CV 20.77

	Chi-Sq	DF	P
Bartlett's Test of Equal Variances	15.5	6	0.0169

Cochran's Q 0.3811  
 Largest Var / Smallest Var 4252.0

Component of variance for between groups 0.74720  
 Effective cell size 3.0

TRATAMIEN	Mean
1	2.9167
2	2.7167
3	2.2533
4	2.3433
5	2.2333
6	2.8067
7	0.2667

Observations per Mean 3  
 Standard Error of a Mean 0.2661  
 Std Error (Diff of 2 Means) 0.3764

### 1.3.2. Prueba de Tukey.

Statistix 8.0  
 a.m.

FISICOQUIMICO, 13/05/2019, 08:33:26

#### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of FIBRA by TRATAMIEN

TRATAMIEN	Mean	Homogeneous Groups
1	2.9167	A
6	2.8067	A
2	2.7167	A
4	2.3433	A
3	2.2533	A
5	2.2333	A
7	0.2667	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.3764  
 Critical Q Value 4.832 Critical Value for Comparison 1.2859  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

### 1.4. pH.

#### 1.4.1. Análisis de varianza.

Statistix 8.0  
 a.m.

FISICOQUIMICO, 13/05/2019, 08:34:06

#### Completely Randomized AOV for PH

Source	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIEN	6	1.33925	0.22321	20.0	0.0000
Error	14	0.15647	0.01118		

Total 20 1.49571

Grand Mean 4.9743 CV 2.13

	Chi-Sq	DF	P
Bartlett's Test of Equal Variances	25.7	6	0.0002
Cochran's Q	0.8850		
Largest Var / Smallest Var	519.25		

Component of variance for between groups 0.07068  
Effective cell size 3.0

**TRATAMIEN Mean**

1	5.2967
2	4.9367
3	4.8333
4	4.7567
5	4.7567
6	4.8167
7	5.4233

Observations per Mean 3  
Standard Error of a Mean 0.0610  
Std Error (Diff of 2 Means) 0.0863

1.4.2. Prueba de Tukey.

Statistix 8.0  
a.m.

FISICOQUIMICO, 13/05/2019, 08:34:33

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of PH by TRATAMIEN**

**TRATAMIEN Mean Homogeneous Groups**

7	5.4233	A
1	5.2967	A
2	4.9367	B
3	4.8333	B
6	4.8167	B
4	4.7567	B
5	4.7567	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0863  
Critical Q Value 4.832 Critical Value for Comparison 0.2949  
There are 2 groups (A and B) in which the means  
are not significantly different from one another.

1.5. Humedad.

1.5.1. Análisis de varianza.

Statistix 8.0  
a.m.

FISICOQUIMICO, 13/05/2019, 08:35:21

**Completely Randomized AOV for HUMEDAD**

<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
---------------	-----------	-----------	-----------	----------	----------

TRATAMIEN	6	46.0848	7.68080	27.0	0.0000
Error	14	3.9816	0.28440		
Total	20	50.0664			

Grand Mean 13.478      CV 3.96

	Chi-Sq	DF	P
Bartlett's Test of Equal Variances	5.39	6	0.4951
Cochran's Q	0.2968		
Largest Var / Smallest Var	22.871		

Component of variance for between groups	2.46547
Effective cell size	3.0

**TRATAMIEN      Mean**

1	13.927
2	13.683
3	13.400
4	14.600
5	14.250
6	14.500
7	9.983

Observations per Mean	3
Standard Error of a Mean	0.3079
Std Error (Diff of 2 Means)	0.4354

1.5.2. Prueba de Tukey.

Statistix 8.0  
a.m.

FISICOQUIMICO, 13/05/2019, 08:35:51

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of HUMEDAD by TRATAMIEN**

**TRATAMIEN      Mean      Homogeneous Groups**

4	14.600	A
6	14.500	A
5	14.250	A
1	13.927	A
2	13.683	A
3	13.400	A
7	9.9833	B

Alpha	0.05	Standard Error for Comparison	0.4354
Critical Q Value	4.832	Critical Value for Comparison	1.4876

There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

1.6. Cenizas.

1.6.1. Análisis de varianza.

**Completely Randomized AOV for CENIZAS**

Source	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIEN	6	2.45411	0.40902	310	0.0000
Error	14	0.01847	0.00132		
Total	20	2.47258			

Grand Mean 1.8790      CV 1.93

At least one group variance is near zero,  
variance-equality tests cannot be computed.

Component of variance for between groups      0.13590  
Effective cell size      3.0

TRATAMIEN	Mean
1	1.8367
2	1.9000
3	1.9567
4	2.0500
5	2.1667
6	2.1533
7	1.0900

Observations per Mean      3  
Standard Error of a Mean      0.0210  
Std Error (Diff of 2 Means) 0.0297

1.6.2. Prueba de Tukey.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of CENIZAS by TRATAMIEN**

TRATAMIEN	Mean	Homogeneous Groups
5	2.1667	A
6	2.1533	A
4	2.0500	B
3	1.9567	BC
2	1.9000	CD
1	1.8367	D
7	1.0900	E

Alpha      0.05      Standard Error for Comparison      0.0297  
Critical Q Value      4.832      Critical Value for Comparison      0.1013  
There are 5 groups (A, B, etc.) in which the means  
are not significantly different from one another.

**2. Atributos sensoriales.**

**2.1. Matriz de información.**

PAN	MUES	COLOR	SABOR	AROMA	TEXTURA
1	1	4	3 3	3	
1	2	4	3 3	3	
1	3	5	4 4	4	
1	4	4	2 3	4	
1	5	3	2 3	3	
1	6	2	3 2	3	
2	1	3	3 3	4	
2	2	4	3 3	4	
2	3	5	4 4	5	
2	4	4	4 3	3	
2	5	4	4 3	4	
2	6	3	3 3	3	
3	1	2	1 3	2	
3	2	3	3 2	2	
3	3	5	4 5	4	
3	4	5	4 4	4	
3	5	1	3 2	2	
3	6	2	2 3	2	
4	1	2	3 2	3	
4	2	3	2 2	2	
4	3	5	4 4	5	
4	4	5	5 4	4	
4	5	3	3 3	3	
4	6	2	3 3	2	
5	1	1	1 3	2	
5	2	2	2 4	3	
5	3	4	4 4	4	
5	4	3	3 2	4	
5	5	2	1 1	1	
5	6	2	1 3	1	
6	1	3	2 3	2	
6	2	2	3 2	2	
6	3	4	3 5	3	
6	4	4	3 2	2	
6	5	3	2 4	3	
6	6	3	4 4	2	
7	1	1	2 1	2	
7	2	1	2 2	1	
7	3	4	3 3	5	
7	4	5	3 2	3	
7	5	2	2 2	1	
7	6	1	2 3	2	
8	1	1	2 2	3	
8	2	2	1 1	1	
8	3	4	4 4	3	
8	4	3	3 2	2	
8	5	3	2 2	2	
8	6	1	1 1	1	
9	1	1	3 1	2	
9	2	3	4 2	3	
9	3	5	3 3	4	



9	4	1	1 2	2
9	5	1	2 2	3
9	6	3	2 2	1
10	1	3	2 3	2
10	2	2	2 3	3
10	3	4	4 4	4
10	4	3	4 4	3
10	5	3	3 3	3
10	6	3	2 3	3
11	1	3	2 3	1
11	2	3	3 2	2
11	3	4	4 3	4
11	4	4	5 5	4
11	5	4	2 2	2
11	6	3	3 3	2
12	1	3	1 3	2
12	2	4	2 2	3
12	3	5	5 4	5
12	4	4	5 5	5
12	5	3	4 2	2
12	6	3	3 4	2
13	1	2	3 2	2
13	2	4	5 5	4
13	3	4	5 5	5
13	4	5	5 5	5
13	5	3	2 3	3
13	6	2	3 2	2
14	1	2	3 1	2
14	2	3	2 1	4
14	3	4	3 4	5
14	4	5	4 3	4
14	5	2	3 1	2
14	6	4	1 3	2

## 2.2. Color.

### 2.2.1. Prueba de Friedman.

Statistix 8.0  
a.m.

SENSORIAL, 13/05/2019, 08:38:30

#### Friedman Two-Way Nonparametric AOV for COLOR = MUESTRA PANELISTA

MUESTRA	Mean Rank	Sample Size
1	2.11	14
2	3.14	14
3	5.54	14
4	4.79	14
5	3.00	14
6	2.43	14

Friedman Statistic, Corrected for Ties 42.319  
P-value, Chi-Squared Approximation 0.0000  
Degrees of Freedom 5

<b>PANELISTA</b>	<b>Mean Rank</b>	<b>Sample Size</b>
1	9.83	6
2	11.00	6
3	7.42	6
4	8.67	6
5	3.75	6
6	7.58	6
7	4.25	6
8	4.00	6
9	5.83	6
10	6.92	6
11	9.08	6
12	10.25	6
13	8.25	6
14	8.17	6

Friedman Statistic, Corrected for Ties 27.712  
P-value, Chi-Squared Approximation 0.0099  
Degrees of Freedom 13

Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 84 Missing Cases 0

### 2.3. Sabor.

#### 2.3.1. Prueba de Friedman.

Statistix 8.0  
a.m.

SENSORIAL, 13/05/2019, 08:41:38

#### **Friedman Two-Way Nonparametric AOV for SABOR = MUESTRA PANELISTA**

<b>MUESTRA</b>	<b>Mean Rank</b>	<b>Sample Size</b>
1	2.50	14
2	3.07	14
3	5.18	14
4	4.75	14
5	2.82	14
6	2.68	14

Friedman Statistic, Corrected for Ties 30.535  
P-value, Chi-Squared Approximation 0.0000  
Degrees of Freedom 5

<b>PANELISTA</b>	<b>Mean Rank</b>	<b>Sample Size</b>
1	7.92	6
2	10.42	6

3	7.50	6
4	9.67	6
5	3.75	6
6	7.00	6
7	4.67	6
8	4.50	6
9	6.42	6
10	7.25	6
11	8.75	6
12	9.42	6
13	11.17	6
14	6.58	6

Friedman Statistic, Corrected for Ties 25.803  
P-value, Chi-Squared Approximation 0.0181  
Degrees of Freedom 13

Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 84 Missing Cases 0

## 2.4. Aroma.

### 2.4.1. Prueba de Friedaman.

Statistix 8.0  
a.m.

SENSORIAL, 13/05/2019, 08:42:46

#### Friedman Two-Way Nonparametric AOV for AROMA = MUESTRA PANELISTA

MUESTRA	Mean Rank	Sample Size
1	2.64	14
2	2.64	14
3	5.54	14
4	4.14	14
5	2.71	14
6	3.32	14

Friedman Statistic, Corrected for Ties 32.469  
P-value, Chi-Squared Approximation 0.0000  
Degrees of Freedom 5

PANELISTA	Mean Rank	Sample Size
1	8.33	6
2	9.25	6
3	8.92	6
4	8.00	6
5	7.33	6
6	10.00	6
7	4.50	6
8	3.92	6
9	3.58	6
10	9.75	6

11	7.58	6
12	9.33	6
13	9.83	6
14	4.67	6

Friedman Statistic, Corrected for Ties 28.946  
P-value, Chi-Squared Approximation 0.0067  
Degrees of Freedom 13

Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 84 Missing Cases 0

## 2.5. Textura.

### 2.5.1. Prueba de Friedman.

Statistix 8.0  
a.m.

SENSORIAL, 13/05/2019, 08:43:37

#### Friedman Two-Way Nonparametric AOV for TEXTURA = MUESTRA PANELISTA

MUESTRA	Mean Rank	Sample Size
1	2.64	14
2	3.11	14
3	5.71	14
4	4.36	14
5	3.04	14
6	2.14	14

Friedman Statistic, Corrected for Ties 40.640  
P-value, Chi-Squared Approximation 0.0000  
Degrees of Freedom 5

PANELISTA	Mean Rank	Sample Size
1	9.92	6
2	11.75	6
3	6.33	6
4	9.25	6
5	5.58	6
6	5.33	6
7	5.50	6
8	4.00	6
9	5.83	6
10	8.17	6
11	5.50	6
12	8.75	6
13	10.33	6
14	8.75	6

Friedman Statistic, Corrected for Ties	28.923
P-value, Chi-Squared Approximation	0.0067
Degrees of Freedom	13

Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 84      Missing Cases 0

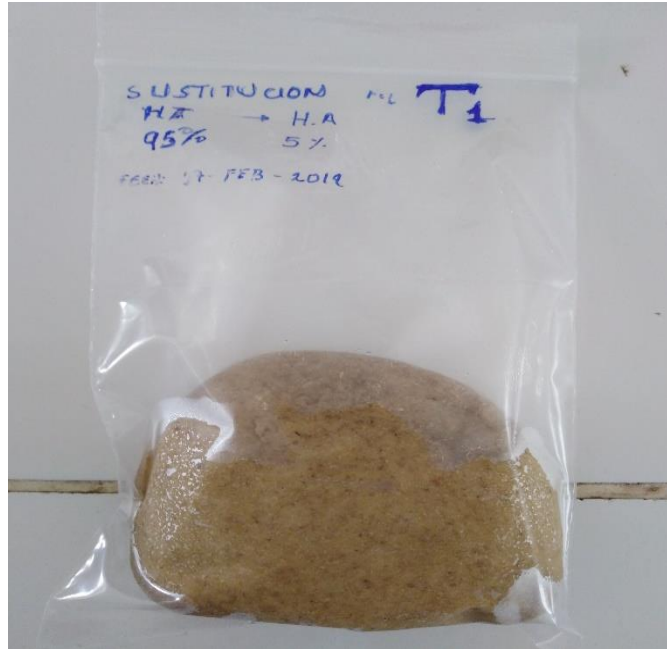
### **Anexo 3. Fotografías del proceso de investigación**



**FIGURA 6: Rodajas de arracacha.**



**FIGURA 7: Formulación de sustitución de harina de trigo por arracacha para cada tratamiento.**



**FIGURA 8: Masa mezclada con los ingredientes.**



**FIGURA 9: Masa porosa laminada.**



**FIGURA 10: Pasta tipo tallarines.**



**FIGURA 11: Digestión para determinar el porcentaje de proteínas en cada tratamiento.**





**FIGURA 12:** Extracción de lípidos en el equipo Soxhlet para determinar el porcentaje de lípidos en cada tratamiento.



**FIGURA 13:** Pesado de la muestra para la Determinación del porcentaje (%) de fibras contenidas en la muestra de cada tratamiento.



**FIGURA 14: Determinación de potencial de Hidrógeno (pH).**



**FIGURA 15: Mediciones de humedad en la balanza de humedad para todos los tratamientos de fideo elaborados.**



**FIGURA 16:** Campana de humedad para determinar la cantidad total de cenizas por diferencias de peso.