

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Presentado por  
**SANTOS MAUCAYLLE SOPANTA**

**INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PASTA DE SETA (*Suillus luteus*  
A) Y HARINA DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza*  
*Bancroft*) EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y  
ANÁLISIS PROXIMAL DE PROTEÍNAS DEL PAN TIPO MOLDE**

Asesor:  
PhD. Florentino Lázaro MENDOZA MARÍN

Co – Asesora:

Dra. María del Carmen DELGADO LAIME

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

ANDAHUAYLAS – APURÍMAC - PERÚ

2023

NOMBRE DEL TRABAJO

**INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PASTA DE SETA (*Suillus luteus* A) Y HARINA DE AR RACACHA (*Arracacia xanthorrh***

AUTOR

**Santos Maucaylle Sopanta**

RECuento DE PALABRAS

**21827 Words**

RECuento DE CARACTERES

**112417 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**101 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**5.9MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jun 17, 2024 8:26 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jun 17, 2024 8:27 AM GMT-5**

● **25% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 25% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado



● 25% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 25% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	<b>hdl.handle.net</b> Internet	4%
2	<b>secgen.unajma.edu.pe</b> Internet	4%
3	<b>repositorio.uns.edu.pe</b> Internet	2%
4	<b>1library.co</b> Internet	1%
5	<b>repositorio.unajma.edu.pe</b> Internet	1%
6	<b>vsip.info</b> Internet	<1%
7	<b>dspace.esPOCH.edu.ec</b> Internet	<1%
8	<b>repositorio.unh.edu.pe</b> Internet	<1%

9	<b>docplayer.es</b> Internet	<1%
10	<b>repositorio.lamolina.edu.pe</b> Internet	<1%
11	<b>repositorio.utm.edu.ec:3000</b> Internet	<1%
12	<b>repositorio.unamba.edu.pe</b> Internet	<1%
13	<b>repositorio.unia.edu.pe</b> Internet	<1%
14	<b>educapes.capes.gov.br</b> Internet	<1%
15	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Internet	<1%
16	<b>core.ac.uk</b> Internet	<1%
17	<b>repository.unad.edu.co</b> Internet	<1%
18	<b>kupdf.net</b> Internet	<1%
19	<b>repositorio.unac.edu.pe</b> Internet	<1%
20	<b>issuu.com</b> Internet	<1%




Descripción general de fuentes

21	repositorio.unap.edu.pe Internet	<1%
22	repositorio.upao.edu.pe Internet	<1%
23	repositorio.unprg.edu.pe Internet	<1%
24	cia.uagraria.edu.ec Internet	<1%
25	repositorio.unp.edu.pe Internet	<1%
26	dgsa.uaeh.edu.mx:8080 Internet	<1%
27	renati.sunedu.gob.pe Internet	<1%
28	repositorio.uap.edu.pe Internet	<1%
29	repositorio.umsa.bo Internet	<1%
30	repositorio.unach.edu.pe Internet	<1%
31	repositorio.ug.edu.ec Internet	<1%
32	repositorio.ulcb.edu.pe Internet	<1%




Descripción general de fuentes

33	<b>Bangxi Zhang, Rongxiu Yin, Yi Tan, Beibei Fan, Hangyu Li, Yutao Peng, ...</b> Crossref	<1%
34	<b>mriuc.bc.uc.edu.ve</b> Internet	<1%
35	<b>dspace.ueb.edu.ec</b> Internet	<1%
36	<b>tesis.ucsm.edu.pe</b> Internet	<1%
37	<b>idoc.pub</b> Internet	<1%
38	<b>repositorio.unal.edu.co</b> Internet	<1%
39	<b>repositoriodspace.unipamplona.edu.co</b> Internet	<1%
40	<b>repositorio.espe.edu.ec</b> Internet	<1%
41	<b>documentop.com</b> Internet	<1%
42	<b>repositorio.unfv.edu.pe</b> Internet	<1%
43	<b>repositorio.ute.edu.ec</b> Internet	<1%
44	<b>aprenderly.com</b> Internet	<1%




Descripción general de fuentes

45	<b>repositorio.puce.edu.ec</b> Internet	<1%
46	<b>es.scribd.com</b> Internet	<1%
47	<b>researchgate.net</b> Internet	<1%
48	<b>Dagoberto Durán Hernández, Olivia Tzintzun Camacho, Onécimo Grima...</b> Crossref	<1%
49	<b>repositorio.uncp.edu.pe</b> Internet	<1%
50	<b>repositorio.unsa.edu.pe</b> Internet	<1%
51	<b>americanae.aacid.es</b> Internet	<1%
52	<b>Zamorano Pedro, Rojano Benjamín, Morales Marcela, Magariños Harol...</b> Crossref	<1%
53	<b>editorial.uaa.mx</b> Internet	<1%
54	<b>coursehero.com</b> Internet	<1%
55	<b>zagan.unizar.es</b> Internet	<1%
56	<b>repositorio.unas.edu.pe</b> Internet	<1%




Descripción general de fuentes

57	repositorio.usmp.edu.pe Internet	<1%
58	recursosbiblio.url.edu.gt Internet	<1%
59	cybertesis.unmsm.edu.pe Internet	<1%
60	repositorio.upeu.edu.pe Internet	<1%
61	repository.ut.edu.co Internet	<1%
62	rraae.cedia.edu.ec Internet	<1%
63	Putri Rahayu Ardiansyah, Djuhria Wonggo, Verly Dotulong, Lena Jeane ... Crossref	<1%
64	alicia.concytec.gob.pe Internet	<1%
65	repositorio.continental.edu.pe Internet	<1%
66	repositorio.unicauca.edu.co:8080 Internet	<1%
67	repositorio.utp.edu.co Internet	<1%
68	documents.mx Internet	<1%




Descripción general de fuentes



69	repositorio.uaaan.mx	Internet	<1%
70	bibliotecadigital.udea.edu.co	Internet	<1%
71	pdffox.com	Internet	<1%
72	repositorio.unsch.edu.pe	Internet	<1%
73	"Implementar un cambio en el acompañamiento de aula con la mirada ...	Crossref posted content	<1%
74	MARÍA ESTELA MATOS SEGURA. "Formulación y desarrollo de product...	Crossref posted content	<1%
75	aiche.onlinelibrary.wiley.com	Internet	<1%
76	doczz.es	Internet	<1%
77	guaiaca.ufpel.edu.br	Internet	<1%
78	repositorio.udh.edu.pe	Internet	<1%
79	repositorio.uta.edu.ec	Internet	<1%
80	economia-montevideo.gob.mx	Internet	<1%




Descripción general de fuentes

81	<b>msdmanuals.com</b> Internet	<1%
82	<b>skilldigital.com</b> Internet	<1%
83	<b>slideshare.net</b> Internet	<1%
84	<b>dspace.ups.edu.ec</b> Internet	<1%
85	<b>media.neliti.com</b> Internet	<1%
86	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Internet	<1%
87	<b>repositorio.unisucre.edu.co</b> Internet	<1%
88	<b>uzhnu.edu.ua</b> Internet	<1%
89	<b>worldwidescience.org</b> Internet	<1%





FACULTAD DE INGENIERIA

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En la Av. 28 de julio N° 1103 del Local Académico SL02 (Santa Rosa) en el Salón de Grados de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas ubicado en el distrito de Talavera de la Reyna de la Provincia de Andahuaylas, siendo las 11:00 horas del día jueves 27 de julio del año 2023, se reunieron los docentes: Dr. Denis Hernán Gutiérrez Martínez, Dr. Carlos Alberto Ligarda Samanez, Ing. Juvenal Rivas Leguía, en condición de integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de Tesis intitulado: "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PASTA DE SETA (Suillus luteus A.) Y HARINA DE ARRACACHA (Arracacia xanthorrhiza Brancoft) EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y ANÁLISIS PROXIMAL DE PROTEÍNAS DEL PAN TIPO MOLDE", cuyo autor es el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial SANTOS MAUCAYLLE SOPANTA, el asesor PhD. Florentino Lázaro Mendoza Marín y la coasesora Dra. María Del Carmen Delgado Laime, con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.

Luego de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Evaluador ACORDÓ: Aprobar por unanimidad al Bachiller en Ingeniería Agroindustrial SANTOS MAUCAYLLE SOPANTA, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Table with 3 columns: Nota escala vigesimal (Numeros, Letras), and Mención. Values: 13, Trece, REGULAR

En señal de conformidad, se procedió a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.

Signature of Dr. Denis Hernán Gutiérrez Martínez, Presidente del Jurado Evaluador

Signature of Dr. Carlos Alberto Ligarda Samanez, Primer Miembro del Jurado Evaluador

Signature of Ing. Juvenal Rivas Leguía, Segundo Miembro del Jurado Evaluador

## INFORME DE ORIGINALIDAD

El que suscribe Co-Asesora de trabajo de investigación tesis, titulado

**INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PASTA DE SETA (*Suillus luteus A*) Y HARINA DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*) EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y ANÁLISIS PROXIMAL DE PROTEÍNAS DEL PAN TIPO MOLDE**, presentado por **Br. SANTOS MAUCAYLLE SOPANTA**, con DNI N° **80142764**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Informo que el documento ha sido sometido a revisión de originalidad utilizando el software de control de similitud y detección de plagio turnitin, conforme reglamento vigente, verificándose un porcentaje de 25% de similitud general, por tanto, en mi condición de Co-Asesora, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto el reporte de software firmado.

Andahuaylas, 20 de diciembre del 2023



.....  
Dra. María del Carmen Delgado Laimé  
Co-Asesora  
N° DNI: 23863319  
E-mail: mcdelgado@unajma.edu.pe  
N° Celular: 999004534



### APROBACIÓN DEL JURADO DICTAMINADOR

LA TESIS: (INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PASTA DE SETA (*Suillus luteus A*) Y HARINA DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*) EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y ANÁLISIS PROXIMAL DE PROTEÍNAS DEL PAN TIPO); para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, ha sido evaluada por el Jurado Dictaminador conformado por:

**PRESIDENTE:** (Dr. Denis Hernán Gutiérrez Martínez)

**PRIMER MIEMBRO:** (Dr. Carlos Alberto Ligarda Samanez)

**SEGUNDO MIEMBRO:** (Ing. Juvenal Rivas Leguía)

Habiendo sido aprobado por UNANIMIDAD/MAYORIA, en la ciudad de Andahuaylas el día 27 del mes de julio de 2023

Andahuaylas, 06 de octubre del 2023.

(DR. DENIS HERNÁN GUTIÉRREZ MARTÍNEZ)  
PRESIDENTE DEL JURADO DICTAMINADOR

(DR. CARLOS ALBERTO LIGARDA SAMANEZ)  
PRIMER MIEMBRO DEL JURADO DICTAMINADOR

(ING. JUVENAL RIVAS LEGUÍA)  
SEGUNDO MIEMBRO DEL JURADO DICTAMINADOR



ANEXO 32



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Santos Maucaylle Sopanta, identificado (a) con DNI N° 80142764 de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas. **Declaro bajo juramento que el Proyecto de tesis intitulado: INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PASTA DE SETA (*Suillus luteus* A) Y HARINA DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y ANÁLISIS PROXIMAL DE PROTEÍNAS DEL PAN TIPO MOLDE.**

Es auténtico y no vulnera los derechos de autor. Además, su contenido es de entera responsabilidad del autor (es) del proyecto, quedando la UNAJMA exenta de toda responsabilidad en caso de atentar contra la Ley de propiedad intelectual y derechos de autor.

Andahuaylas, 17 de noviembre del 2023

.....  
Br. Santos Maucaylle Sopanta  
Tesista  
N° DNI: 80142764  
E-mail: 4santosms@gmail.com  
N° Celular: 971088294

.....  
PhD. Florentino Lázaro Mendoza Marín  
Asesor  
N° DNI: 23868649  
E-mail: flmendoza@unajma.edu.pe  
N° Celular: 953287023

.....  
Dra. María del Carmen Delgado Laimé  
Co-Asesora  
N° DNI: 23863319  
E-mail: mcdelgado@unajma.edu.pe  
N° Celular: 999004534



Universidad Nacional José María Arguedas

Identidad y Excelencia para el Trabajo Productivo y el Desarrollo

Unidad de Investigación de la Facultad Ingeniería  
C029-2023

Andahuaylas, 19 de diciembre de 2023

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, expide la:

## Constancia

De porcentaje de similitud (25%) según el software Turnitin, al informe final de investigación: Influencia de la adición de pasta de seta (*Suillus luteus* A.) y harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en las propiedades fisicoquímicas y análisis proximal de proteínas del pan tipo molde. Presentado por el Bach. Santos Maucaylle Sopanta cuyo Asesor es el Dr. Florentino Lázaro Mendoza Marín y co-asesor la Dra. María del Carmen Delgado Laime.

Dra. María del Carmen Delgado Laime  
Presidente de la Unidad de Investigación de la  
Facultad de Ingeniería

MSc. Fidelia Tapia Tadeo

Miembro de la

Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

M.Sc. Richard Carrión Abollaneda

Miembro de la

Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

C.c.  
Archivo.



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ MARÍA ARGUEDAS**

*Licenciada por la Sunedu*

## FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNAJMA

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de José María Arguedas, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 0203-2021 que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de José María Arguedas.

### 1. DATOS DEL AUTOR:

**Nombres y Apellidos:** Santos Maucaylle Sopanta

**DNI / Carnet de Extranjería:** 80142764

**Pasaporte N°:**

**Correo Institucional:**

**Teléfono/Celular:** 971088294

**Correo Electrónico:** 4santosms@gmail.com

### 2. GRADO, TÍTULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magíster	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

### 3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

Tesis	Trabajo Académico	Trabajo de investigación	Trabajo de Suficiencia profesional
X			





**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ MARÍA ARGUEDAS**

*licenciada por la Sunedu*

**4. DATOS DE LA PUBLICACION:**

**Título:** INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PASTA DE SETA (*Suillus luteus* A) Y HARINA DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y ANÁLISIS PROXIMAL DE PROTEÍNAS DEL PAN TIPO MOLDE.

**Fecha de Publicación:** 14/06/2024

**5. DATOS DEL ASESOR:**

**Nombres y Apellidos:** PhD. Florentino Lázaro Mendoza Marín

**DNI/Pasaporte/Cédula:** 23868649

**ORCID:**

.....  
**Firma**

**DNI: 80142764**

**Santos Maucaylle Sopanta**



## LICENCIAS

### Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito de mi trabajo de investigación otorgo a la Universidad Nacional de José María Arguedas, una Licencia No Exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAJMA, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la Universidad Nacional de José María Arguedas, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Nacional de José María Arguedas consignará el nombre del/los autores/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

- SI autorizo que se deposite inmediatamente.  
 No autorizo.

Fecha:

.....  
Firma

Documento de identidad : ..80142764.....

Nombres y apellidos: Santos Haucajlla Sopanta





## APROBACIÓN DEL ASESOR

Quién suscribe:

PhD. Florentino Lázaro Mendoza Marín, por la presente:

### **CERTIFICA,**

Que, el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, SANTOS MAUCAYLLE SOPANTA ha culminado satisfactoriamente el informe final de tesis intitulado: “(INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PASTA DE SETA (*Suillus luteus A*) Y HARINA DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*) EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y ANÁLISIS PROXIMAL DE PROTEÍNAS DEL PAN TIPO MOLDE)” para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Andahuaylas, 15 de diciembre del 2023.

  
PhD. Florentino Lázaro Mendoza Marín  
Asesor

  
Santos Maucaylle Sopanta  
Tesista



## APROBACIÓN DEL CO-ASESORA

Quién suscribe:

Dra. María del Carmen Delgado Laime, por la presente:

### **CERTIFICA,**

Que, el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, SANTOS MAUCAYLLE SOPANTA ha culminado satisfactoriamente el informe final de tesis intitulado: “(INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PASTA DE SETA (*Suillus luteus A*) Y HARINA DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*) EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y ANÁLISIS PROXIMAL DE PROTEÍNAS DEL PAN TIPO MOLDE)” para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Andahuaylas, 15 de diciembre del 2023.

---

Dra. María del Carmen Delgado Laime  
**Co-Asesor**

---

Santos Maucaylle Sopanta  
**Tesista**

## **Dedicatoria**

A mis padres Marcelino y Pascuala

A mis hermanos: Marcelino, Max, Florentina y Elvira por sus consejos y motivación todo este tiempo.

Santos

## **Agradecimiento**

Ante todo, agradezco a Dios por darme la salud, fortaleza y abrir mi camino para ser profesional y servir a la sociedad.

A la Universidad Nacional José María Arguedas, en particular a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por la apertura y oportunidad que me fue dada para formarme en sus aulas, laboratorios, bibliotecas y de mas servicios, que permitieron cumplir mis objetivos profesionales.

A todos los docentes que me han guiado y compartido sus conocimientos para convertirme en lo que soy ahora como profesional en Ingeniería Agroindustrial, realmente pude disfrutar mucho de sus experiencias y anécdotas académicas.

Gracias al Asesor PhD. Florentino Lázaro Mendoza Marín y a la Co-Asesora Dra. María del Carmen Delgado Laime; a los jurados evaluadores, presidido por Dr. Denis Hernán Gutiérrez Martínez, y a los miembros, Dr. Carlos Alberto Ligarda Samanez e Ing. Juvenal Rivas Leguía, mi sincero agradecimiento por vuestros consejos, orientaciones, por vuestra paciencia y vocación de enseñanza, aunque las luces de mi lámpara de mi conocimiento intentaba apagarse, supieron conducirme para concluir este trabajo de investigación.

## INDICE GENERAL

Dedicatoria.....	xxi
Agradecimiento.....	xxii
Resumen.....	xxvii
Abstract.....	xxviii
Chumasqa.....	xxix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES.....	4
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.....	7
3.1. Trigo.....	7
3.2. Harina de trigo.....	7
3.2.1. Clasificación taxonómica del trigo.....	7
3.2.2. Composición química de harina de trigo.....	8
3.3. Setas u hongos comestibles.....	10
3.3.1. Clasificación taxonómica de hongo.....	10
3.3.2. Composición química de seta.....	11
3.3.3. Morfología del hongo.....	11
3.3.4. La importancia de los hongos comestibles.....	12
3.4. Arracacha.....	12
3.4.1. Clasificación botánica de la arracacha.....	12
3.4.2. Composición química de arracacha.....	13
3.4.3. Utilizó en la alimentación a la arracacha.....	13
3.4.4. Proteínas de arracacha.....	13
3.5. Pan tipo molde.....	14
3.5.1. Clasificación de pan tipo molde.....	14
3.5.2. Ingredientes de la elaboración de pan tipo molde.....	14
3.6. Marco conceptual.....	17
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
4.1. Lugar de ejecución.....	20

4.2. Materiales, instrumentos y equipos .....	20
4.3. Población y muestra .....	21
4.4. Tipo de investigación .....	22
4.5. Métodos de análisis .....	22
4.5.1. Análisis de propiedades fisicoquímicas del pan tipo molde.....	22
4.5.2. Análisis químico proximal del pan tipo molde.....	23
4.6. Metodología experimental.....	28
4.7. Diseño experimental (variables y pruebas estadísticas) .....	30
4.7.1. Diseño experimental de variables.....	30
4.7.2. Pruebas estadísticas .....	30
4.8. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos.....	34
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
5.1. Determinación de las propiedades fisicoquímicas del pan tipo molde .....	35
5.1.1. Pérdida de peso del pan tipo molde.....	35
5.1.2. Medida de volumen del pan tipo molde .....	36
5.2. Determinación del análisis proximal del pan tipo molde .....	38
5.2.1. Humedad del pan molde.....	38
5.2.2. Proteínas en el pan molde.....	39
5.2.3. Grasa en el pan molde .....	41
5.2.4. Fibra en el pan molde .....	42
5.2.5. Ceniza en el pan molde .....	44
5.2.6. Carbohidratos en el pan molde.....	45
<b>CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN.....</b>	<b>47</b>
6.1. Determinación de las propiedades fisicoquímicas del pan tipo molde .....	47
6.2. Determinación del análisis proximal del pan tipo molde .....	49
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>61</b>



## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica del trigo .....	7
<b>Tabla 2.</b> Composición química de la harina de trigo .....	8
<b>Tabla 3.</b> Taxonomía de los hongos comestibles .....	10
<b>Tabla 4.</b> Resultado de análisis de hongo en estado deshidratado.....	11
<b>Tabla 5.</b> Clasificación botánica de la arracacha.....	12
<b>Tabla 6.</b> Composición química de arracacha en 100 gramos de parte comestible.....	13
<b>Tabla 7.</b> Composición nutricional del pan molde de harina de trigo .....	14
<b>Tabla 8.</b> Formulación de la masa de panificación.....	18
<b>Tabla 9.</b> De los equipos e instrumentos utilizados.....	20
<b>Tabla 10.</b> De los reactivos utilizados .....	21
<b>Tabla 11.</b> De los materiales de vidrio .....	21
<b>Tabla 12.</b> Formulación de los tratamientos.....	30
<b>Tabla 13.</b> Matriz de diseño completamente al azar.....	30
<b>Tabla 14.</b> ANOVA para el DCA.....	33
<b>Tabla 15.</b> Pérdida de peso de pan molde a diferentes formulaciones .....	35
<b>Tabla 16.</b> Medida del volumen de pan molde a diferentes formulaciones .....	37
<b>Tabla 17.</b> Porcentaje de humedad de pan molde a diferentes formulaciones .....	38
<b>Tabla 18.</b> Porcentaje de proteína de pan molde a diferentes formulaciones.....	40
<b>Tabla 19.</b> Porcentaje de grasa de pan molde a diferentes formulaciones .....	41
<b>Tabla 20.</b> Porcentaje de fibra de pan molde a diferentes formulaciones .....	43
<b>Tabla 21.</b> Porcentaje de ceniza de pan molde a diferentes formulaciones.....	44
<b>Tabla 22.</b> Porcentaje de carbohidrato de pan molde a diferentes formulaciones.....	45

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Parte de un cuerpo de hongo .....	11
<b>Figura 2.</b> Diagrama de bloques de la elaboración de pan tipo molde.....	28
<b>Figura 3.</b> Diagrama de efectos sobre pérdida de peso de pan molde.....	36
<b>Figura 4.</b> Diagrama de efectos sobre el volumen de pan molde .....	37
<b>Figura 5.</b> Diagrama de efectos sobre la humedad de pan molde .....	39
<b>Figura 6.</b> Diagrama de efectos sobre la proteína de pan molde.....	40
<b>Figura 7.</b> Diagrama de efectos sobre la grasa de pan molde .....	42
<b>Figura 8.</b> Diagrama de efectos sobre la fibra de pan molde .....	43
<b>Figura 9.</b> Diagrama de efectos sobre la ceniza de pan molde.....	45
<b>Figura 10.</b> Diagrama de efectos sobre carbohidrato de pan molde.....	46

## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo determinar la influencia de la adición de pasta de seta (*Suillus luteus A.*) y harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*) en las propiedades fisicoquímicas y análisis proximal del pan tipo molde. El tratamiento estaba compuesto por harina de trigo (HTG), pasta de seta (PST) y harina de arracacha (HAR), a saber: T1 (80%, 15%, 5%); T2 (80%, 10%, 10%); T3 (80%, 5%, 15%) y T4 (100%, 0%, 0%), respectivamente, la metodología utilizada para determinar el análisis fisicoquímico fue la pérdida de peso y la medición del volumen cuando se utiliza la gravimetría. Determinar análisis proximal el contenido de proteína mediante el método Kjeldahl, extracción de grasa método soxhlet, el contenido de humedad, fibra, ceniza y carbohidrato empleó análisis gravimétrico. Las propiedades fisicoquímicas de pan molde denotó una influencia significativa por los factores estudiados, por lo que, todos los tratamientos demostraron un efecto significativo en la pérdida de volumen, peso, tanto los tratamientos T2 como T3 mostraron un efecto significativo en comparación con el T4 (control). Mientras tanto, la adición de pasta de seta y harina de arracacha en todos los tratamientos influyó el contenido de proteína, grasa y fibra. Al mismo tiempo, para el contenido de humedad y carbohidratos, únicamente los tratamientos T2 y T3 mostraron efectos significativos. Sin embargo, el contenido de ceniza no mostró ningún efecto del tratamiento. Según pruebas estándar ( $p < 0.05$ ), dando un diseño completamente al azar, se determinó el efecto del factor en cada variable de respuesta mediante análisis de varianza, y luego se comparó el tratamiento con el control mediante la prueba de Dunnett. Finalmente, la adición de pasta de seta y harina de arracacha mostró un efecto positivo sobre las propiedades fisicoquímicas de pan molde, lo mismo ocurre para el análisis proximal como humedad, proteína, grasa, fibra y carbohidrato, excepto el contenido de cenizas.

**Palabras claves:** arracacha, análisis proximal, pan tipo molde, seta.

## Abstract

The objective of this research work was to determine the influence of the addition of mushroom paste (*Suillus luteus* A.) and arracacha flour (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) on the physicochemical properties and proximal analysis of mold-type bread. The treatment consisted of wheat flour (HTG), mushroom paste (PST) and arracacha flour (HAR), namely: T1 (80%, 15%, 5%); T2 (80%, 10%, 10%); T3 (80%, 5%, 15%) and T4 (100%, 0%, 0%), respectively, the methodology used to determine the physicochemical analysis was weight loss and volume measurement when gravimetry is used. To determine the proximal analysis, the protein content by means of the Kjeldahl method, fat extraction by the Soxhlet method, the moisture, fiber, ash and carbohydrate content used gravimetric analysis. The physicochemical properties of mold bread denoted a significant influence by the factors studied, therefore, all the treatments demonstrated a significant effect on the loss of volume, weight, both the T2 and T3 treatments showed a significant effect compared to T4 (control). Meanwhile, the addition of mushroom paste and arracacha flour in all treatments influenced the protein, fat and fiber content. At the same time, for moisture and carbohydrate content, only treatments T2 and T3 showed significant effects. However, the ash content did not show any effect of the treatment. Using standard tests ( $p < 0.05$ ), giving a completely randomized design, the effect of the factor on each response variable was determined by analysis of variance, and then treatment was compared to control by Dunnett's test. Finally, the addition of mushroom paste and arracacha flour showed a positive effect on the physicochemical properties of mold bread, the same occurs for the proximal analysis such as moisture, protein, fat, fiber and carbohydrate, except for ash content.

**Key words:** arracacha, proximal analysis, mold type bread, mushroom.

## Chumasqa

Kay yachaykuna qatipasqa yachayqa rurakurqa imaynam chay seta (*Suillus luteus* A.) lliptan, chaynallataq arraqachapa kutasqa akun chay tiyachisqapi tantaman churasqa kasqantam. Chaypa churasqanqa kasqa rihupa akunwan (HTG), setapa lliptanwan (PST) hinallataq arraqachapa akunwan, yachanapaq: T1 (80%, 15%, 5%); T2 (80%, 10%, 10%); T3 (80%, 5%, 15%) hinallataq T4 (100%, 0%, 0%) kasqaku, chaykuna qatipanapaq análisis fisicoquímico nisqanta qatipaykuna, chaypaqmi tantapa llasaynin, hinallataq hayka kayninta gravimetría nisqanwan qawaykuna. Chay mayna kallpan kasqan qawaykunapaqmi, hapipakurqanchik chay Kjeldahl qatipayman, mayna wiran kasqanta soxhlet qatipaywan, imahina apikaynin, qarankuna, uchpan, hinallataq akuyasqanpaq gravimétrico qatipaywan qaipakurqa. Chay tiyachisqa tantapa fisicoquímica kaqninkunam, kay tantapi tukuy kaqnin churasqakunata taripun, chayraykum tantapa kaqninqa allinta asllayan, chaynallataq llasayninpas, chaytam chay T2, hinataq T3 qawachiwanchik hukninkaq T4 (tupananchiq) kaqwanpas. Chaynataqmi, chay setapa lliptan, hinallataq arraqachapa akun kasqankuna churapakun chay tantapa kallpanman, wiranman, qaranmanhina. Chaymanta chay apikaynin, akuyasqa kayninpaqmi, T2 hinataq T3 nisqan allin kasqanta qawachikamun. Ichaqa chay uchpanpaqmi mana ima ruranatapas qawachimunchu. Chay estándar ( $p < 0.05$ ) qatipaymanmi mana akllaspalla churakurqa, ichaqa sapa kaqnintam qawachimurqa varianza qatipaywan, chay wakin churapakuqtam, chay Dunnett qatipaywan rurakurqa. Tukupanapaqmi, chay setapa lliptan, arraqachapa akun tantaman churasqa allinkaqa qawachikamun, chaymi chay tiyachisqapi tantapi tarikun, hinallataqmi wakin imapas churakusqakunapas tarikunku, chay apikasqan, kallpan, wiran, qarankuna, akuyasqan ima, ichaqa manam uchpanman aypanchu.

**Rimaykuna akllasqa:** rakkacha, imakuna tarikusqankuna, tiyachisqa tanta, k'allampa puquy.

## INTRODUCCIÓN

El consumo de pan de molde ha aumentado en los últimos tiempos, sobrepasando al pan tradicional. Este tipo de pan destaca por ser más fácil de masticar, pero su principal ventaja es su mayor duración en comparación con los panes convencionales, así como su versatilidad para ciertas aplicaciones culinarias específicas. Así, la fabricación del pan de molde implica una receta y métodos de procesamiento distintos a los del pan tradicional. Las compañías que producen pan de molde seleccionan harinas de alta fuerza y baja extensibilidad, con la menor actividad proteolítica posible, asegurando así una buena resistencia durante todo el proceso de elaboración. Además, incluyen ingredientes funcionales en sus recetas para mejorar las características del producto. En ese sentido, el pan molde posee contenido en grasa, proteínas y fibra superior que los panes tradicionales, cuya textura también es mucho más blanda, lo que lo hace un producto más apetitoso y duradero, manteniéndose en buen estado durante un período más prolongado.

La incorporación de nuevos ingredientes al formular alimentos con características funcionales es una de las prácticas que más interés ha despertado en el consumidor, provocando una creciente demanda de este tipo de alimentos. El uso de productos naturales como la arracacha y seta (hongos comestibles) para producir alimentos saludables/fortificados es un enfoque prometedor, ya que sus componentes nutricionales aportan significativamente en la alimentación humana.

Los hongos comestibles podrían ser una fuente importante en la nutrición humana, por lo que contienen una humedad de 10.93 %, grasa 6.67 %, carbohidrato 50.98 %, proteína 14.26 %, fibra 13% y ceniza 6.67 % (Fabián, 2012), estos valores nutricionales lo hacen que la materia prima tenga propiedades biológicamente activas que los convierte en portadores de medicinas alimentarias (Beltrán, 2005). Y respecto a la arracacha "*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*", esta raíz se distingue por su amplia variedad morfológica y puede ser vista como un alimento con una composición nutricional densa y dinámica; posee carbohidratos (almidones y azúcares totales) en abundancia, también es fuente de vitamina A y niacina. Adicionalmente, aporta nutrientes importantes, como hierro, calcio y fósforo (Millán, 2001), se ha sugerido la inclusión de esta materia prima en la dieta de niños y personas en convalecencia, especialmente por su elevado componente de fósforo, calcio y niacina. Un elemento crucial en dietas especiales es la naturaleza del almidón que contienen, caracterizado por aproximadamente un 23% de

partículas esféricas con un tamaño que varía entre 5 y 27 micrómetros, lo que lo hace especialmente digerible (Sánchez, 2006).

En este sentido, este trabajo analizó la influencia de la adición de pasta de seta "*Suillus luteus* A." y harina de arracacha "*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft" en las propiedades físicoquímicas y análisis proximal del pan tipo molde. Por ello, se evaluó primero cómo la adición de pasta seta y harina de arracacha influye la pérdida de peso y volumen en el pan de molde. Seguidamente, se investigó su influencia en los niveles de "humedad", "proteínas", "grasa", "fibra", "ceniza" y "carbohidratos" del pan.

Este informe final de tesis está organizado en seis capítulos:

- El primer capítulo, aborda el problema de la investigación, donde contextualiza la importancia de incorporar nuevos ingredientes en la formulación del pan de molde.
- El segundo capítulo, expone los antecedentes de la investigación, donde se realizó la revisión de las investigaciones y reportes científicos anteriormente realizadas con referente al tema que se abordó en este trabajo.
- El tercer capítulo aborda el marco teórico, presentando conceptos clave relacionados con los temas investigados, con el fin de comprender mejor al fenómeno estudiado.
- El cuarto capítulo expone minuciosamente las metodologías utilizadas para alcanzar los objetivos propuestos, describiendo en detalle los procedimientos experimentales y estadísticos seguidos paso a paso.
- En el quinto capítulo, presenta los resultados concretos describiendo en tablas y figuras de modo ilustrativo precisar con mayor claridad.
- En el sexto capítulo, se discute los resultados con bibliografías revisadas previamente.
- Por último, se describe las conclusiones y recomendaciones alcanzadas en este trabajo de investigación.

## CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los alimentos aparte de saciarnos de hambre cumplen funciones biológicas en nuestro organismo. Sin embargo, fisiológicamente cada individuo es diferente, y hay quienes padecen de intolerancia al gluten o cuando se consume el pan molde de manera rutinaria puede provocar síntomas gastrointestinales y otros problemas de salud, lo cual impide disfrutar este alimento, por lo que, la incorporación de nuevos ingredientes naturales como la harina de arracacha y pasta de seta sustituyendo a la harina de trigo podría ser de alternativa para mejorar el consumo de este producto, porque aportaría en mayor medida la fibra y otros microelementos esenciales, e incluso reduciría el índice glucémico lo que significa la reducción del aporte de azúcares en la sangre que favorece la dieta de las personas aquejadas por enfermedades crónicas. Por lo tanto, nos urge conocer si incorporamos pasta de seta (hongo comestible) y harina de arracacha sustituyendo a la harina de trigo al formular panes de molde, en qué medida se diferenciará respecto a su peso, volumen y contenido proximal en comparación del pan molde elaborada tradicionalmente (sin sustitución de harina de trigo).

### 1.1. Formulación del problema

#### 1.1.1. Problema general

¿Cuál es la influencia de la adición de pasta de seta (*Suillus luteus* A.) y harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en las propiedades fisicoquímicas y análisis proximal de proteínas del pan tipo molde?

#### 1.1.2. Problemas específicos

¿Cuál es la influencia de pasta de seta (*Suillus luteus* A.) y harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en las propiedades fisicoquímicas de pérdida de peso y volumen del pan tipo molde?

¿Cuál es la influencia de pasta de seta (*Suillus luteus* A.) y harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en el análisis proximal de humedad, proteínas, grasa, fibra, ceniza y carbohidratos del pan tipo molde?



## CAPÍTULO II: ANTECEDENTES

Tasiguan y Villarreal (2017), en su investigación elaboraron pan molde sustituyendo parcialmente la harina de trigo con harina de zapallo (13%) conforme al diseño central de composición rotativa de dos factores y dos niveles. Las variables independientes incluían la cantidad de glucosa oxidasa (0 a 20 ppm) y el periodo de cocinado del zapallo previo a su molienda en harina (0 a 20 min). Las variables son: volumen específico, color medido instrumentalmente y contenido en almidón refractario. Las mezclas de harinas se caracterizaron mediante Mixolab y se empleó un test afectivo para evaluar la aceptabilidad del producto. Los hallazgos señalan que un incremento en el tiempo de cocción y en las concentraciones medias de enzimas mejora la estabilidad de la masa. Se observó un aumento del debilitamiento proteico con valores enzimáticos medios y tiempos de cocinado prolongados, a la vez que disminuía la retrógrada del almidón bajo las afecciones descritas. Tanto el volumen relativo como el índice de almidón resistente aumentó en relación al tiempo de cocción. Además, no se observó ninguna diferencia sensorial estadísticamente significativa entre los distintos tratamientos.

Céspedes (2021), investigó las características nutricionales, físicas y sensoriales del pan molde con sustitución parcial de harina de basul germinado. La metodología se formuló con 5 niveles de sustitución (0%, 5%, 10%, 15% y 20%), “el contenido total de proteína”, “grasa”, “fibra cruda”, “cenizas”, “humedad”. El volumen específico y peso se evaluaron con base en los valores de las propiedades físicas. Los distintos niveles de sustitución ejercieron un impacto considerable en ciertos elementos nutritivos del pan, como: “proteína” y “fibra bruta”, que alcanzaron el 13.72% y el 1.38% con un 20% de sustitución, y el volumen específico disminuyó según aumentaba el nivel de sustitución. Los resultados refleja distintas significancias entre tratamientos, indicando que el nivel de sustitución afecta los aspectos nutricionales y físicos del pan.

Sachun (2020), en su tesis tuvo por objetivo estudiar el efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de chía, harina de arracacha y harina de quinua, sobre las características químico proximal de pan molde. El método aplicado, primero fue realizar 3 formulas de harina de “trigo”, “chía”, “arracacha” y “quinua” a diferentes concentraciones: T1 (75%, 5%, 10%, 10%); T2: (80%, 5%, 5%, 10%); T3: (85%, 5%, 5%, 5%). En segundo lugar, la determinación del análisis químico proximal se realizó utilizando los métodos gravimétricos de análisis de “humedad”, “ceniza”, “grasa”, “carbohidrato” y “fibra”. Tal como se define en las normas técnicas peruanas. La proteína fue determinada por el método Kjeldhal. Los resultados de

humedad son: T1 (20.47%), T2 (16.18%), T3 (17.37%). La fórmula T1, que obtiene los porcentajes más altos, luego en el índice de ceniza tubo: T1 (1.80%), T2 (1.78%), T3 (1.81%), La fórmula T3, que reemplaza el 85% de harina de trigo, registra más aumento en el contenido proteico, en contraste con el T1 que solo reemplaza el 75%. En cuanto a los valores de proteína, T1 tiene un 3.31%, T2 un 3.40% y T3 un 3.37%. En términos de grasa, estos valores también se presentan en porcentajes. Respecto al contenido de carbohidrato, la fórmula T3 destaca con un 68.16%, superando a la T1 que tiene un 64.41%. Finalmente, en el aspecto de la fibra, los porcentajes obtenidos en las formulas son: T1 con un 3.88%, T2 con un 3.98% y T3 con un 3.94%, siendo T2 la que alcanza el valor más alto.

Paredes (2018), en su tesis su objetivo fue evaluar la influencia de la adición de harina de quinua y harina de tocosh de papa sobre las propiedades fisicoquímicas, nutritivas del pan de molde; utilizando junto con el método de superficies de respuestas con el Diseño Compuesto Central Rotacional 2<sup>2</sup>. Los datos recopilados fueron evaluados mediante el método de superficie de respuesta, que mostró que emplear aproximadamente un 5.4% de harina de tocosh al elaborar pan de molde conduce a un volumen específico menor a 4.700 ml/g. La composición química básica de la harina de trigo utilizada incluye: proteína (12.10%), grasa (0.59%), humedad (13.6%), fibra (1.56%), cenizas (1.27%) y carbohidratos (72.44%). Además, se determinó que ni la dureza ni la masticación del pan molde mostraron variaciones significativas a nivel de significancia ( $p < 0,05$ ).

Carranza y Toro (2018), determinaron el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y harina de kiwicha en la formulación de pan de molde. El método utilizado en el diseño experimental se ajusta a al diseño factorial 2<sup>2</sup>, al considerar como variables: (X1) los niveles de harina de quinua y (X2)harina de kiwicha, abarcando 4 pruebas en condiciones axiales y 3 repeticiones en puntos medios. Las formulaciones se crearon empleando un DCCR 2<sup>2</sup> V10.0 y se evaluaron en contenido de “humedad”, “carbohidratos”, “proteínas”, “cenizas”, “grasas” y “volumen específico” al nivel de significancia del 5%. Se determinaron los siguientes porcentajes para 4.5% de harina de quinua, 7% de harina de kiwicha y 4.5% de harina de quinua tostada (con respeto al 100%). En conclusión, la composición química básica del pan de molde óptimo resultó ser: 9.76% proteínas, 30.91% humedad, 8.93% grasa, y 49.25% carbohidratos. Por otro lado, la composición química básica del pan molde de referencia fue: 30.37% humedad, 1.99% ceniza, 7.17% proteínas, 3.67% grasa y 55.20% hidrato de carbono.

Velásquez y Obando (2017), investigaron la influencia de la adición de harina de soya y de alcachofa al elaborar pan molde. La metodología empleada con las formulaciones fue realizada con el delineamiento factorial completo  $2^2$ , en el que los niveles de harina de soya y alcachofa se trataron como variables independientes. Estas variables se evaluaron con base propiedades físico-químicas. Los resultados obtenidos a partir de la harina de soya mostraron un impacto notable en todos los parámetros, con la excepción del volumen específico. Al incrementar la proporción de harina de soya del 0 al 4% y la de harina de alcachofa del 0 al 3%, se lograron valores de volumen específico superiores a 5 ml/g. En conclusión, afirma que la composición porcentual mostró los siguientes valores: 24.82% humedad, 112.63% proteína, 2.54% grasa, 20.61% fibra y 2.5% ceniza para la formula 2, y 29.1% humedad, 12.28% grasa, 2.21% ceniza, 13.03% proteína y 5.38% fibra.

Sullca, (2014) en su tesis describió la aceptabilidad y el contenido proteico del pan con diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo por pasta de hongo y harina de lúcuma. La metodología utilizada consistió en reemplazar el 30% del total en harina de trigo con pasta de hongos y harina de lúcuma. Se evaluaron 5 tratamientos siguiendo el DCA, cuyo nivel de significancia era 1% y el coeficiente de variabilidad 4.87%. Los resultados del tratamiento HB indicaron el mayor contenido de proteína, alcanzando un 10.70%. El análisis químico proximal del tratamiento más aceptado (AP) reveló una composición de 27.84% humedad, 10.29% proteínas, 4.20% grasa, 0.33% fibra, 55.08% carbohidratos y 2.26% ceniza. Al analizar el contenido proteico de los panes con adición de pasta de hongo y harina de lúcuma, se encontró una diferencia estadísticamente significativa al 1%. El tratamiento HD registró el contenido proteínico más bajo, y el tratamiento HB, que sustituyó un 10% de pasta de hongos por un 90% de harina de lúcuma, mostró el mayor contenido proteínico.

Rolando (2021) realizó el experimento sustitución parcial de harina de trigo por la harina de frijol palo germinado, al elaborar pan molde. Las formulaciones analizadas son: T0 (100% HT); T1 (5% HFPG y 95% HT); T2 (10% HFPG y 90% HT); T3 (15% HFPG y 85% HT) y T4 (20% HFPG y 80% HT), donde, el análisis fisicoquímico del pan de molde mostró contenido de proteína: 7.22% a 12.16%, fibra: 1.68% a 2.03% y ceniza: 1.92% a 2.03%; bajo en contenido de grasa: de 3.31% a 3.21% y carbohidratos del 58.34% al 42.49%. Las diferencias eran considerables ( $p < 0.05$ ): proteína 11.12%, fibra 1.83%, humedad 7.52%, grasa 3.28%, ceniza 1.96% y carbohidratos 44.30%.

## CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

### 3.1. Trigo

El trigo se deriva del latín *Triticum* que significa partir, partir o triturar, el trigo se refiere a sus semillas como a la planta y a la transformación que se produce en ellas cuando la semilla se separa de la cáscara (Juarrez et al; 2014).

Además, es una planta herbácea formada por nudos y entrenudos, tiene un tallo macizo de forma cilíndrica. Sus hojas crecen en nudos, de 15 cm a 25 cm de largo y alrededor de 0,5 cm a 1 cm de ancho. La altura del trigo oscila entre los 30 cm a 180 cm. El grano consta de endospermo y embrión con una división longitudinal en el medio (De la Horra et al; 2012).

### 3.2. Harina de trigo

Producto procedente de la molienda industrial del grano de trigo. Se obtiene a partir de la variedad de grano “*Triticum aestivum*” o de la variedad ramificada (*Triticum compactum*), ambas sometidas a trituración y molienda para eliminar el germen y el salvado que dan a la harina su textura y finura (Paucar L, 2016). El ingrediente clave en la panificación es la harina, ya que influye directamente en la función y propiedades del producto final, estableciendo los parámetros de elaboración y determinando las necesidades del resto de ingredientes. La función se debe básicamente al contenido proteínico y a la calidad del gluten. Cabe destacar que solo la harina de trigo posee un gluten funcional que se activa al hidratarse y mezclarse (Othón, 2013); citado por (Gutiérrez E. , 2017).

#### 3.2.1. Clasificación taxonómica del trigo

Según (Chanta Chocan, 2018) teniendo en cuenta que el trigo es taxonómicamente una planta, y su clasificación de ilustra en la Tabla 1.

**Tabla 1.**

Clasificación taxonómica del trigo

Reino	: Planta
División	: Angiospermae
Clase	: Monocotiledonea
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Genero	: <i>Triticum</i>
Especie	: <i>Triticum durum L.</i>

Fuente: (Chanta Chocan, 2018)

### 3.2.2. Composición química de la harina de trigo

Según la NTP 205.064-2015, definió a la harina de trigo, como un “producto destinado al consumo humano obtenido por la molienda gradual y metódica de los granos puros de trigo, de las especies (*Triticum aestivum* o *Triticum durum*), durante el cual se retiró el salvado y el germen, quedando principalmente el endospermo, el cual puede presentar diferentes grados de extracción” (Inacal, 2015). A continuación, menciona en la Tabla 2.

**Tabla 2.**

Composición química de la harina de trigo

Compuesto	En 100 g (%)	Unidad
Energía	336	g
Agua	14.5	g
Proteína	8.6	g
Grasa	1.5	g
Carbohidrato	73.7	g
Fibra cruda	3.0	g
Ceniza	1.7	g
Calcio	36	mg
Fosforo	224	mg
Fierro	4.6	mg
Vitamina B1	0.40	mg
Riboflavina	0.08	mg
Niacina	2.85	mg

Fuente: Reyes et al. (2017)

#### a) Proteínas – gluten

Al mezclar agua con harina de trigo, la proteína forma gluten, proporcionando a la masa una estructura que conserva el gas generado, lo cual contribuye a mejorar el volumen del pan. El contenido proteínico de la harina resulta esencial y varía según el tipo de producto a elaborar. Si la harina contiene entre un 10% y un 13% de proteínas, se clasifica como harina dura, adecuada para elaborar pan. Por otro lado, si el contenido proteico se sitúa entre un 7,5% y 10%, se trata de una harina especial, más blanda, utilizada en la producción de galletas, queques y tortas (Edel & Rosell, 2007 ). El gluten es la parte de la proteína que le da al pan sus propiedades para hornear, uniendo los ingredientes en la panificación. Es capaz de conservar el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) originado por la acción enzimática de las levaduras durante la

fermentación. Además, la incorporación de azúcar mejora la estructura de la miga y conduce a productos horneados de mayor calidad (Vega , 2009).

#### **b) Carbohidratos - almidón**

La cantidad de carbohidratos presentes en la harina de trigo varía dependiendo del grado de extracción. Por ejemplo, una harina con un 80% de extracción presenta unos 73.45% de hidratos de carbono. De este porcentaje, un 23% de almidón está integrado por moléculas de amilosa, de 200 a 300 unidades de glucosa, y un 77% por amilopectina. Los azúcares reductores componen el 1.5% del total, representando el 85% de la cantidad total de azúcares (Quaglia, 1991).

#### **c) Fibra**

La concentración de fibra en la harina refinada es baja; sin embargo, aumenta a medida que se eleva el grado de extracción de la misma. Por ejemplo, las harinas con una extracción del 80% tienen un contenido de fibra de 0.21%, en cambio, aquellas con una extracción del 85% presentan un 0.5% de fibra. Además, la harina de trigo integral tiene 0.6% de fibra (Charley, 1992).

#### **d) Grasa**

El contenido mínimo de grasa es del 2%, procedente de residuos de envoltorios y gérmenes. La cantidad de grasa en la harina cambia dependiendo del nivel de extracción o de la velocidad a la que se realiza dicha extracción; a mayor contenido de grasa, menor será la durabilidad en almacenamiento y más propensa será la harina a enranciarse (Reyes y Ganoza, 2009).

#### **e) Minerales – cenizas**

Los minerales también se pueden definir como cenizas, que consisten en “potasio”, “sodio”, “calcio” y “magnesio” principalmente de las láminas exteriores del grano de trigo, pericarpio y aleurona, incorporadas a la harina de acuerdo con su índice de extracción (Garcia, 2012).

#### **f) Humedad**

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana (NTP) ITINTEC 205.027 de 1986, el contenido de agua en la harina no puede exceder a 15%. Esto significa que, en 100 kilos de harina, la cantidad máxima de agua permitida es de 15 litros, aunque es posible que la harina tenga un menor contenido de humedad.

### 3.3. Setas u hongos comestibles

Esto ocurre porque ambos términos se han utilizado de manera intercambiable al referirse a los hongos de mayor categoría, se utilizó como comestible es la parte del hongo que pertenece al sistema reproductivo o cuerpo fructífero, “carpóforo” que en realidad es la seta (Torija, 2015).

Se desarrolló en la superficie de los bosques de coníferas, especialmente en pinos, y se conectó con ellos bajo la forma de micorrizas. Crecen en zonas de bosques jóvenes, entre 8 y 10 años, con pastos y mucha luz. La aparición del cuerpo fructífero se caracterizó por la aparición regular de lluvias otoñales, hasta la primavera, cuando hay lluvias constantes, es reemplazada por otras especies tales como: “*Lactarius deliciosus*” (comestibles), “*Russula sardoma*” (comestible), “*Richoloma myomyces*” (comestible) (Ayala, 2006).

El éxito de esta interrelación se explicó en parte por los beneficios nutricionales que obtiene cada miembro de la asociación micorrizas. Algunos hongos micorrícicos tienen la capacidad de generar auxinas o hormonas que promueven el desarrollo de las plantas, mientras que otros producen antibióticos. Estos hongos desempeñan un papel en la regulación del entorno cercano a las raíces de las plantas y colaboran en la protección contra infecciones que pueden afectar a las plantas (Carrillo, 2003).

#### 3.3.1. Clasificación taxonómica de hongo

A partir del cuarto años, las raíces del pino se extienden y los hongos forman filamentos o “micelio” que se adhieren a las raíces y se benefician mutuamente. La planta suministran azúcar a través de las raíces hasta el hongo, lo que ayuda al pino a captar nutrientes procedentes del suelo mediante el micelio (Ayala, 2006).

La clasificación de los hongos comestibles “*Suillus luteus* A.” se mostró en la Tabla 3.

**Tabla 3.**

Taxonomía de los hongos comestibles

Reino	: Fungi
Filo	: Basidiomycota
Clase	: Agaricomycetes
Orden	: Boletales
Familia	: Suillaceae
Género	: <i>Suillus</i>
Especie	: <i>Suillus luteus</i>
Nombre común	: Callampa de pino

Fuente: Pérez (2009).

### 3.3.2. Composición química de seta

Los hallazgos del análisis químico proximal del hongo “*Suillus luteus A.*” en estado deshidratado se mostraron en la Tabla 4.

**Tabla 4.**

Resultado de análisis de hongo en estado deshidratado

Humedad	Grasa	Carbohidrato	Proteína	Fibra	Ceniza
%bh	%bs	%bs	%bs	%bs	%bs
10.93	6.67	50.98	14.26	13	6.67

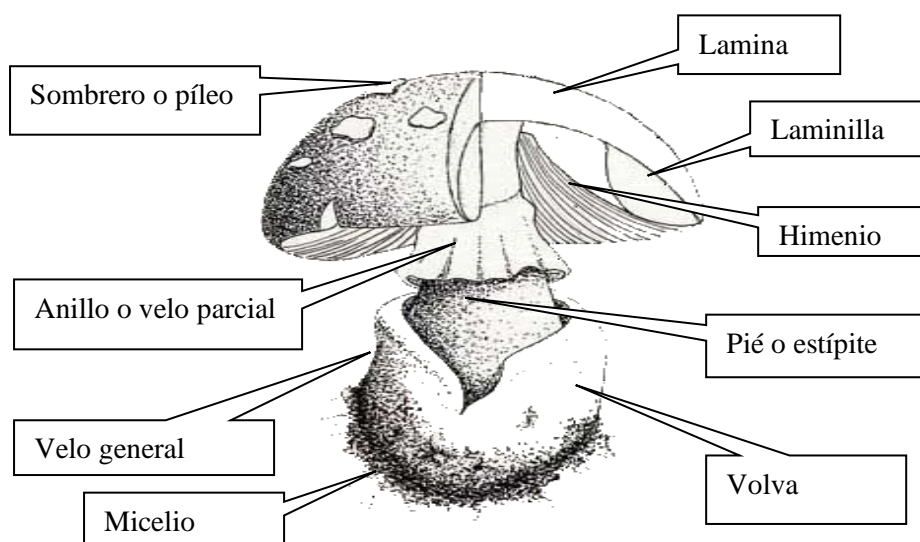
Fuente: (Fabián V, 2012)

### 3.3.3. Morfología del hongo

Se distingue por tener un sombrero esponjoso y prominente con bordes ondulados que se aplanan con la madurez, y un himenio compuesto por tubos y poros de color amarillo, otorgándole una textura esponjosa (Blanco et al. 2012). El tallo o estípite tiene forma cilíndrica, posee una textura firme y exhibe un color que varía de amarillo claro a marrón en la base. Además, presenta un anillo membranoso amplio y grueso que actúa como protección para la superficie fértil (himenóforo) y, con el tiempo, este anillo se seca y se vuelve frágil a medida que la estructura madura (Melgarejo, 2014). Se detalló en la Figura 1.

**Figura 1.**

Parte de un cuerpo de hongo



Fuente: Donoso (1989)



### 3.3.4. La importancia de los hongos comestibles

Los hongos comestibles son una parte importante de la nutrición humano. Los hongos comestibles tienen una composición que incluye carbohidrato, proteína de origen vegetal, grasa y fibra en diferentes proporciones dependiendo de su variedad. Por ejemplo, en los hongos *Agaricus*, se encontró un contenido de aproximadamente un 4.8% de proteínas, un 0.2% de grasas, un 3.5% de carbohidratos y un 0.8% de fibra. Tienen propiedades biológicamente activas que los convierte en portadores de medicinales (Beltrán, 2005).

### 3.4. Arracacha

La arracacha (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*) se destaca por su marcada diversidad en términos de forma y estructura, lo que la convierte en un alimento intrínsecamente versátil debido a su composición nutricional. Esta raíz es rica en carbohidratos, que incluyen almidones y azúcares totales. Además, se destaca por ser una fuente significativa de vitamina A y niacina, y con minerales de “calcio”, “fósforo” y “hierro” (Millán, 2001). La zona andina se considera origen de la arracacha, cultivada y de consumo tradicional en comunidades campesinas de naciones como Venezuela, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú (Alvarado & Ochoa, 2010). Se sostiene en la medida en que los pueblos y culturas indígenas preservan la cosecha con fine comercial y de subsistencia (Gutiérrez, 2011).

#### 3.4.1. Clasificación botánica de la arracacha

La arracacha se cultiva en Sudamérica desde la antigüedad, que por lo demás tienen características similares a la zanahoria, perteneciente a la misma familia (Muñoz & Almanza, 2015). Fue descrita por Bancroft en 1825, por otro lado, se describió como una dicotiledónea con la siguiente clasificación botánica y se determinó en la Tabla 5.

**Tabla 5.**

Clasificación botánica de la arracacha

Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Apiales
Familia	: Apiaceae
Género	: Arracacia
Especie	: <i>Arracacia xanthorrhiza Bancroft</i>

*Fuente:* Rojas (2006).

### 3.4.2. Composición química de arracacha

Tubérculo rico en “calcio”, “fosforo”, “hierro”, “niacina”, “vitamina A”, “piridoxina-B6”, “riboflavina-B2”, “ácido ascórbico”, “proteína”, “fibra” y “carbohidrato” (Rana M & Kumar , 2017). La proteína presente en la arracacha generalmente carece de la mayoría de los aminoácidos esenciales (Burgos et al; 2006). Esta composición se mostró en la Tabla 6.

**Tabla 6.**

Composición química de arracacha en 100 gramos de parte comestible

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Energía	97	Kcal
Agua	75.1	g
Proteína	0.7	g
Grasa	0.3	g
Carbohidratos	22.9	g
Fibra	1.1	g
Ceniza	1.0	g
Calcio	27	mg
Fosforo	50	mg
Hierro	1.1	mg
Tiamina	0.09	mg

*Fuente:* García et al. (2007)

### 3.4.3. Utilizó en la alimentación a la arracacha

La raíz de arracacha se ha recomendado para incorporar en la alimentación de niños y personas en proceso de recuperación, especialmente debido a su contenido de calcio, fósforo y niacina. Además, en dietas especiales, sus propiedades de almidón son significativas, ya que contiene aproximadamente un 23% de gránulos de almidón que son de forma redonda y tienen un diámetro que oscila entre 5 y 27  $\mu\text{m}$ , lo que facilita su digestión (Sánchez, 2006).

### 3.4.4. Proteínas de arracacha

El almidón de tubérculo contiene una pequeña cantidad de proteína (<0.1 %); frente a los cereales, cuyo contenido oscila entre el 0,25% y el 0,6% (Debet R, 2006) Se observó que, a semejanza de los lípidos, se descubrieron que las proteínas estaban unidas y ubicadas en la periferia de las partículas. La proteína adherida a la superficie de las partículas es la  $\alpha$ -amilasa, cuya hidrólisis incide directamente al almidón en las propiedades reológicas de dispersión, por lo que su eliminación es importante para obtener el polímero (Moorthy, 2002). La proteína del

almidón es la razón por la cual se lava de diferentes maneras durante la producción, puesto que el agua permite extraer las proteínas (Pérez, 2002).

### 3.5. Pan tipo molde

Según (Espinoza & Ludeña, 2018) la Norma Técnica Peruana 206.004 (INDECOPI, 1988), el pan constituye un producto de panadería derivado de la cocción en masa fermentada que se elabora principalmente con “harina de trigo”, “agua potable”, “sal”, “azúcar”, “levadura” y “mantequilla”, y pueden incluir otros aditivos e ingredientes autorizados. La Tabla 7 enumeró los ingredientes según la composición de alimentos peruanos (Reyes et al. 2017).

**Tabla 7.**

Composición nutricional del pan molde de harina de trigo

Nutrientes	Cantidad	Unidad
Calorías	317	Kcal
Grasa	2.5	g
Proteína	6.8	g
Carbohidrato	69.2	g
Fibra	2.4	g
Fosforo	60	mg
Zinc	0.76	mg
Hierro	0.40	mg

*Fuente:* Instituto Nacional de Salud (2017)

#### 3.5.1. Clasificación de pan tipo molde

Según (Meza J & Alegre M, 2002) en su estudio, señaló que hay distintos tipos de pan, como son: pan común, especial, integral, molde o americano y pan de cereales.

Este producto, al igual que sus antecesores, el pan molde es tostado en ambiente controlado (secado) (De la Cruz, 2009).

#### 3.5.2. Ingredientes de la elaboración de pan tipo molde

##### a) Levadura

La levadura pertenece a la especie “*Saccharomyces cerevisiae*”, tiene la capacidad de fermentar el azúcar, dando lugar a CO<sub>2</sub> y etanol. Para su funcionamiento adecuado, la levadura requiere de humedad, azúcares simples como la levulosa y la dextrosa, sustancias nitrogenadas que se obtienen de la harina, proteínas, minerales y una temperatura adecuada. La actividad de la levadura está influenciada por la presencia de enzimas, coenzimas y activadores, y estas levaduras son microorganismos vegetales miembros de la familia Saccharomyces. Están

especializadas en procesos de panificación y requieren condiciones particulares para llevar a cabo la fermentación alcohólica (Lezcano, 2011).

#### **b) Agua**

El agua desempeña un papel crucial al elaborar el pan y su calidad es de suma relevancia durante la cocción, puesto que repercute sobre la calidad del producto final. La cantidad de agua necesaria es variante según el tipo de pan, las características de absorción de la harina empleada, y el tipo de máquina utilizada para elaborar el pan (Sosa, 2015).

El agua tiene un efecto nutritivo sobre la levadura, es imposible calcular con precisión la cantidad de agua, porque el objetivo es conseguir una consistencia perceptible al tacto, que ayude a la masa a subir. Si añade muy poca agua, la masa no fermentará bien en el horno y si añade demasiada, la masa quedará pegajosa y suelta. El agua cumple la función de hidratar tanto el almidón en la harina como el gluten, permitiendo así formar una masa suave, elástica y maleable (Quintong & Tenesaca, 2013).

#### **c) Azúcar**

El azúcar en la masa del pan, ya sean elementos naturales de la harina, incorporados de manera intencionada o contenidos en otros ingredientes, se clasifican en azúcares fermentables y no fermentables (Gutiérrez E. , 2017).

Es importante tener en cuenta que el azúcar tiene la capacidad de absorber humedad y reducir la fluidez de la masa. Cuando se agrega una mayor cantidad de azúcar, la masa se vuelve más densa, resultando un producto final de miga más compacta y de menor volumen. Por otro lado, una mezcla con una cantidad insuficiente de azúcar dará como resultado un producto con una corteza de color pálido y una mayor propensión a secarse rápidamente. Estos productos tienden a tener una menor duración, ya que requieren tiempos de horneado más prolongados para lograr el color deseado (Gutiérrez E. , 2017).

#### **d) Sal**

La sal tiene un impacto significativo al formar gluten, puesto que uno de sus elementos, la gliadina, es menos soluble en presencia de sal. Esto conduce a formar más gluten cuando se utiliza agua salada en la masa. Además, el gluten resultante tiene fibras más cortas debido a la fuerza de atracción eléctrica que se produce sobre la estructura de malla creada por la sal. Como resultado, la masa tiene una mayor capacidad en comparación con el gluten formado en ausencia de sal (Gutiérrez E. , 2017).

Demasiada sal puede disminuir la actividad de la levadura o incluso detener el proceso de fermentación. La falta de sal puede causar, pan sin sabor; el pan demasiado grande y con una corteza muy fina sube muy rápido, pero al mismo tiempo está en proceso de fermentación. La sal es un componente esencial que realza el sabor del pan, y sin ello, el pan carecería de sabor. Comúnmente conocido como sal comestible, el cloruro sódico se extrae y almacena para su uso en la alimentación del ser humano (Hernández & Majem, 2010).

#### **e) Grasa**

En el proceso de panificación, es recomendable emplear manteca vegetal sin sabor distintivo, y se debe ser cauteloso al trabajar con grasas que presenten un sabor y aroma pronunciados, especialmente aquellas de origen animal (Gutiérrez E. , 2017).

Su función principal es ablandar la masa y también puede ampliar la durabilidad del producto impidiendo que pierda humedad y sustancias volátiles como los sabores. Asimismo, mejora el aspecto del pan dándole un buen color. Durante el horneado, La grasa cumple la función de actuar como emulsionante, aportando a la masa una mayor estabilidad que la que podría lograrse únicamente con las proteínas (Pacheco A, 2016) y el contenido de lípidos o grasas en panes comerciales es del 6.3 %, según indica (Silveira & Salas, 2013).

#### **f) Huevo**

Los huevos se consideran un alimento funcional porque son una excelente fuente de nutrición además tener beneficiosos de salud en una o más funciones corporales. Son especialmente notables por ser una fuente excepcional de proteínas de elevado valor biológico, solo superadas por la leche materna. Además, los huevos contienen una amplia variedad de vitaminas solubles en grasa y en agua, así como minerales esenciales como hierro, fósforo y zinc. También se destacan por ser una excelente fuente de ácido fólico (Carbajal Azcona, 2006).

### **3.6. Marco conceptual**

#### **a) Base técnica**

Normas Técnicas Peruanas: NTP 206.004.(INDECOPI,1988) pan de molde, pan blanco, pan integral y sus derivados, lo que significa que la ceniza del pan no supera el 4%, y el contenido máximo de humedad es del 40%, lo que cumple con el límite.

La tabla peruana sobre composición de alimentos indica que el índice de carbohidratos en un pan de molde es del 69.2% y el contenido de proteínas es del 6.80% (MINSA, 2017).

#### **b) Propiedades de la masa**

La masa desempeña una función fundamental tanto en el proceso de fabricación como en las particularidades de calidad del producto de panadería, tanto frescos como aquellos que se almacenan. Conforme progresa el proceso de panificación, la masa experimenta cambios importantes en sus propiedades reológicas (Collar y Bollaín, 2005), se describió a continuación:

a) A medida que se amasan los ingredientes, se esparcen e hidratan, lo que hace que el gluten se estiró y se conforme.

b) Las burbujas de aire se expanden durante el proceso de fermentación, lo que le da al pan su característica estructura de burbujas de aire.

c). Durante el horneado, la proliferación de burbujas de gas influye directamente en el volumen de la masa y la textura del pan. Directamente relacionado con el gluten está su debilitamiento estructural, lo que significa un cambio en la viscoelasticidad de la masa, dando lugar a panes de menor volumen, también destaca que el aumento de volumen está directamente asociado al gluten y cuando éste disminuye se produce una debilitación de su estructura (Silveira y Salas, 2013).

#### **C) Preparación de la masa para pan molde**

Se mezclan todos los ingredientes (sucedáneos de la harina, pasta de seta, sal, manteca, agua, azúcar y levadura). Mezclar con la máquina, no debe quedar grumos, hasta obtener una masa homogénea, amasar durante 10 minutos y hornear a 170 °C durante 25 a 28 minutos. La formulación de la masa de panificación, se enumeró en la tabla siguiente.

**Tabla 8.**

Formulación de la masa de panificación

N°	Componentes	Cantidad	%	Función
1	Harina de trigo integral	1000 g	100%	Fuente de gluten, almidón y lípidos
2	Agua	500–600 ml	50-60%	Plasticidad y extensibilidad de la masa
3	Azúcar	60 g	6%	Sabor, color y sustrato para la levadura
4	Manteca	40 g	4%	Mejoramiento de textura (suavidad)
5	Cloruro de sodio	20 g	2%	Da sabor (sal) y fortalece el gluten
6	Levadura instantánea	20 g	2%	Fermentación

*Fuente:* (Pedroza, 2011).

**e) Harina de trigo**

Según la Norma Técnica Peruana 205.064-2015, la harina de trigo se define como “un producto destinado al consumo humano, obtenido por la molienda gradual y metódica de los granos puros de trigo pertenecientes al trigo blando o duro, y en este proceso se obtiene el salvado y el germen, quedando principalmente el endospermo, que puede tener distintos grados de extracción.

**f) Harina de arracacha**

Las raíces de *A. xanthorrhiza* pasaron por una etapa de selección, seguida de lavado, pelado y corte en cubos de 0.5 cm x 0.5 cm. Posteriormente, se secaron mediante aire a una temperatura cercana a los 50 °C hasta que la humedad de la harina se redujo a aproximadamente el 12%. Finalmente, el material seco se trituró y se tamizó usando el tamiz N° 8 de la marca Fisher. El material resultante a temperatura ambiente (aprox. 15 °C) (García y Pacheco, 2007).

**g) Pastas alimenticias**

Según la NTP 205.047:1981(revisada el 2016), bizcochos, pastas, existen varias definiciones de pastas. La pasta alimenticia se refiere a productos no fermentados que se producen mediante la combinación de agua potable con harina u otros productos derivados del trigo que son adecuados para el consumo.

#### **h) Pan de molde**

Según la NTP 206.004:1988 (revisada el 2016) se define pan de molde como un producto obtenido de la cocción en molde, de una masa fermentada hecha con “harina de trigo”, “agua potable”, “sal”, “azúcar”, “levadura”, “manteca” y “leche en polvo”, además puede tener más ingredientes y agregados autorizados (Espinoza & Ludeña, 2018).

#### **k) Proteínas**

Es una proteína ergástica amorfa que se encontraron en las semillas de muchos granos, ligada al almidón y constituyendo el 80% de las proteínas del trigo compuestas por gliadina y glutenina (Arroyave, L., & Esguerra Romero, 2006). Los valores obtenidos con los diferentes tratamientos mostraron, debido a que la proteína del sucedáneo es diferente a la proteína de la harina de trigo; según (Aguilar et al., 2011) y (Yela Molina, 2004) la cantidad de proteína se analizó con muestras de pan blanco comercial de diferentes porcentajes entre 7.35% y 8.35% de proteínas.

#### **i) Análisis Físicoquímico**

El análisis físicoquímico incluyó la caracterización de los alimentos desde un punto de vista físicoquímico, con énfasis en la determinación de su análisis química, es decir determinar que sustancias están presentes en un alimento (proteínas, grasas, vitaminas, minerales, carbohidratos.) y las cantidades encontradas (Zumbado, 2005).

#### **j) Análisis proximal**

El análisis de alimentos es el proceso analítico de evaluación de las propiedades de los alimentos y sus ingredientes. Esto le permitió analizar características específicas del producto y obtenido resultado precisos. Este tipo de análisis se aplicaron a los productos finales para asegurar cumplimiento de los controles nutricionales establecidos. Las cantidades de los ingredientes se puede ajustar para desarrollar productos que satisfagan las demandas y necesidades del mercado (Carbajal y Ramírez, 2012).



## CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1. Lugar de ejecución

El estudio se efectuó en dos ubicaciones: por un lado, en el taller de panadería de productos Agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la “Universidad Nacional José María Arguedas”, situada en el distrito de “Talavera”, Andahuaylas, Perú. Por otro lado, las evaluaciones de las propiedades fisicoquímicas y el análisis proximal del pan de molde se efectuaron en el laboratorio de análisis químico de la Facultad de Ciencias de la “Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco”, localizada en Av. de La Cultura 733 – pabellón “C”, oficina 106, 1er piso en Cusco, Perú.

### 4.2. Materiales, instrumentos y equipos

#### 4.2.1. Materia prima

Se empleó como materia prima pasta de seta proveniente del distrito de San Jerónimo, así como harina de arracacha y trigo.

#### 4.2.2. Insumos

Levadura seca instantánea (*Saccharomyces cerevisiae*) manteca vegetal, sal de mesa, azúcar rubia, agua potable, huevos frescos.

#### 4.2.3. Equipos e instrumentos y reactivos

#### Tabla 9.

De los equipos e instrumentos utilizados

Cantidad	Material	Marca
01	Horno eléctrico rotatorio	Nova-Max 600
01	Cámara fermentadora, capacidad 32 bandejas	Sinmag
01	Balanza digital analítica, modelo eb-50 5 kg/5000 kg x 0.1, capacidad 5000 g	Adam
01	Amasadora-sobadora, capacidad 25 kg	Maqorito
01	Rebanadora de pan, modelo estándar	Nova

**Tabla 10.**

De los reactivos utilizados

<b>Cantidad</b>	<b>Material</b>	<b>Marca</b>
01	Agua destilada	Liquido incoloro
01	Solución de hidróxido de sodio (0.1 N y 0.01 N)	Fermont
01	Ácido sulfúrico (96%)	Biopack
01	Ácido bórico (4%)	Chem
01	Ácido clorhídrico 37% v/v	Honeywell
01	Rojo de metilo	Icon usa
01	Etanol (96%)	Labkem
01	Fenolftaleína	Laxante bescansa

**Tabla 11.**

De los materiales de vidrio

<b>Cantidad</b>	<b>Material</b>	<b>Marca</b>
01	Vaso de precipitado de 500 ml	Boeco
01	Cápsula de porcelana	Premiere
01	Placas petri	Kimax
04	Tubo de ensayo de 100 ml	Pyrex
02	Matraz de 100 ml y 250 ml	Pyrex
01	Bureta graduada	Kimax
03	Papel filtro	Whatman
01	Mechero de bunsen	Vinmax
02	Agitador de vidrio	Kimax
01	Probeta de 100 ml	Bomex
02	Pipetas de 10 ml	Alamo
01	Campana desecadora	Giardino
01	Crisol	Whatman

### 4.3. Población y muestra

#### 4.3.1. Población

En el presente trabajo de investigación se elaboraron pan tipo molde con la adición de pasta de seta (*Suillus luteus* A.) y harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* B.), por lo que, la población fue conformada por el pan molde y estos fueron procesados en el taller de panadería de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

#### **4.3.2. Muestra**

La muestra fue obtenida mediante un muestreo probabilístico de tipo aleatorio simple. La cantidad elegida fue 16 unidades de pan molde para su respectivo análisis.

#### **4.4. Tipo de investigación**

Experimental, ya que el pan fue elaborado con diversos porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de arracacha y pasta de seta. Así, las variables de estudio fueron manipuladas por el investigador.

#### **4.5. Métodos de análisis**

Se efectuó en el laboratorio de análisis químico de la Facultad de Ciencias de la “Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco”, con el fin de determinar los valores cuantitativos acerca de las propiedades fisicoquímicas y contenido proximal del pan de molde; con la ayuda de los métodos analíticos.

##### **4.5.1. Análisis de propiedades fisicoquímicas del pan tipo molde**

###### **a) Peso del pan tipo molde**

Se determinó el peso del pan molde horneado y se dejó enfriar por 60 minutos, eludiendo corrientes de aire (Rodríguez et al, 2012).

###### **Procedimiento:**

El pan elaborado en molde se horneó a una temperatura de 170 °C por 28 minutos, se desmoldó y se dejó enfriar durante 1 hora sin exponerlo a corriente de aire sobre una rejilla acondicionada. Para conocer el peso del pan tipo molde, se empleó una balanza analítica de precisión y se registraron los valores en gramos (g) para cada tratamiento.

###### **b) Volumen del pan tipo molde**

Una harina de trigo específica dará lugar a piezas con un volumen determinado en función de la “cantidad”, la “calidad del gluten” y la “cantidad de azúcar” concentrado (Cauvain y Young, 2006).

###### **Procedimiento:**

Se llenó un recipiente de vidrio transparente con semillas de linaza y se utilizó un marcador para marcar la altura que ocuparon las semillas dentro del recipiente.

Después de vaciar todas las semillas de linaza, se colocó dentro del recipiente el pan de molde para su respectiva la medición de volumen.

Las semillas de linaza se agregaron luego de haber sido levantadas a la altura mencionada anteriormente, teniendo en cuenta que aún quedaban algunas semillas fuera del recipiente de vidrio.

Luego, las semillas restantes se colocaron en un tubo de ensayo.

Calculó primero el pan de molde, luego el volumen de las semillas esparcidas.

### **Análisis proximal del pan tipo molde**

#### **4.5.2. Determinación del contenido de humedad por el método gravimétrico (A.O.A.C, 2003). Fue de (Nielsen, 2003).**

##### **Procedimiento:**

Para reducir la pérdida de humedad, se pesó 4 g. de la muestra, las muestras se depositaron uniformemente en un plato y luego se secaron en un horno a 100 °C - 102 °C. durante unos 30 minutos y posteriormente se enfrió en un desecador. A continuación, el residuo se colocó en una balanza. Y se pesaron en intervalos de medición de dos horas hasta un peso corporal constante.

##### **Cálculos:**

$$\% \text{ humedad} = \frac{(\text{peso de la muestra} - \text{peso del residuo})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

#### **4.5.3. Determinación del contenido de proteína total por el método Kjeldahl – Arnold Gunning (A.O.A.C., 1990) realizó (Ayala Flores, 2014).**

##### **Procedimiento:**

Se pesó de 0.2 a 0.8 gramos de la muestra en un papel filtro, luego se transfirieron a un balón de digestión Kjeldahl de 250 ml, el cual estaba limpio y completamente seco.

Luego, el balón se inclinó y se calentó gradualmente hasta que dejó de producir burbujas. Se continuó calentando hasta que la muestra se volvió clara, sin presencia de materia orgánica. Durante este proceso, se giró el balón a fin de recoger todo el material carbonizado adherido a las paredes.

El matraz se conecto a un aparato de destilación de manera que la punta del condensador entrara en la solución triangular de acido borico.

Se añadió 50 ml de solución de hidróxido de sodio al 50%, o de solución de hidróxido de sodio y tiosulfato si se utilizaba mercurio como catalizador.

El destilado se calentó, se recogio y se espero 6 minutos mas antes de su uso.

Se extrajo el balón y se procedió a titular el borato de amonio utilizando una solución de HCl 0.1N.

**Cálculo:**

$$\% N = \frac{(14 \times N \times V \times 100)}{m \times 1000}$$

$$\% \text{ proteína} = \frac{(14 \times N \times V \times 100 \times \text{factor})}{m \times 1000}$$

**Donde:**

N: nitrógeno

V: (50 ml, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1N) – (gasto NaOH 0.1N)

M: masa de la muestra (gramos)

F: factor (leguminosas y proteínas en general)

**4.5.4. Determinación del contenido de materia grasa por el método soxhlet (A.O.A.C; 1990) aplicó (Ayala Flores, 2014)**

**Procedimiento:**

Se pesó 3–4 gramos de muestra, coloque dedal y su contenido en un horno mecánico de convección por 6 horas a 100 °C-102 °C o por 1-1/2 horas a 125 °C.

Para evitar la posible oxidación de grasa, las muestras solo deben secarse a una temperatura de 125 °C.

Se ha transferido el contenido del sedal y la herramienta de extracción. El vaso de precipitados debe limpiarse minuciosamente con éter etílico antes de añadir la solución limpiadora al dispositivo.

En un aparato de extracción Soxhlet, extraiga la muestra del dedal por 6-8 horas a un ritmo de condensación de 3-6 gotas por segundo como mínimo.

Se transfirió la grasa extraída a un matraz evaporador pesado previamente y se enjuagó varias veces con éter etílico una vez finalizada la extracción.

El éter etílico debe evaporarse usando un ventilador y un plato de evaporación en una campana extractora hasta que no quede ningún olor.

En el horno de convección mecánico ajustado a 100 °C durante 30 minutos, seque la cápsula y su contenido. Retiró del horno, dejar enfriar la cápsula en un desecador y pesarlo con el contenido.

Cálculos:

$$\text{Grasa bruta (extracto de eter) \%} = \frac{(W_2 - W_1)}{S} \times 100$$

Dónde:

W1 = peso del plato de evaporación vacío

W 2 = peso de cápsula de evaporación + contenidos después secados

S = peso de la muestra en gramos.

#### **4.5.5. Determinación del contenido de ceniza total por el método gravimétrico, mencionó (Ayala, 2014)**

##### **Procedimiento:**

Se pesó una muestra de 5 gramos utilizando un plato de porcelana. En un horno de convección mecánica, secar por 3 a 4 horas a 100 °C.

La placa se colocó sobre una llama bunsen para realizar la precarbonización.

Calentar lentamente hasta que el contenido se ponga negro (para azúcar o productos azucarados, añadir una gotas de aceite de oliva virgen extra y calentar hasta que deje de hincharse).

Luego se transfirió el plato y su contenido a un horno de mufla, donde se cocinarán durante unas ocho horas a una temperatura de 500 °C a 600 °C hasta que el residuo esté libre de carbón y tenga un color blanco grisáceo.

Esta primera ceniza debe retirarse de la mufla y humedecerse con unas gotas de agua.

Asimismo, se vuelve a secar en el horno durante 3-4 horas a 100 °C, luego re-seca a cenizas durante una hora más a 500 °C-600 °C.

Retirar de la mufla, enfriar brevemente y colocar en un desecador hasta que este completamente frio antes de pesar. Se calculó los resultados y luego conviértalos a % de ceniza.

Cálculos:

$$\% \text{ ceniza totales} = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100$$

Donde:

$m_2$  = masa (gramos), la cápsula con las cenizas

$m_1$  = masa (gramos), la cápsula con la muestra

$m_0$  = masa (gramos), la cápsula vacía

#### **4.5.6. Determinación del contenido de fibra total por el método gravimétrico – enzimático (A.O.A.C, 1990) indicó (Serna y Lopez, 2010).**

##### **Procedimiento:**

Realizó el pesado de 1-2 gramos de muestra, calentarla en un matraz erlenmeyer, verter la solución hirviendo sobre la muestra y refluir la mezcla durante exactamente 30 minutos. Luego se calentó 250 -500 ml de agua destilada en un matraz erlenmeyer.

Se empleó papel indicador para asegurar que el agua de lavado alcanzara un pH neutro después de lavar con abundante agua caliente, cuidando de no perder ninguna parte de la muestra.

Luego verter 100 ml de NaOH 0.313N sobre la muestra previamente lavada después de calentar 100 ml de NaOH 0.313N en un matraz erlenmeyer hasta que inicie a hervir. La mezcla debe refluir durante exactamente 30 minutos.

Se filtró la muestra después de lavarla con 25 ml de alcohol etílico en un vaso de precipitados de 100 ml y transferirla allí. Una vez que se logre un peso constante.

El crisol se transfirió a una mufla y se dejó a 550 °C durante 20 minutos después de alcanzar peso constante. Colocó el risol en el desecador, déjelo enfriar a temperatura ambiente y luego pesar.

Calculo:

$$\% \text{ fibra seca y desgrasada} = \frac{(P_{pf} - P_{pp})}{P_m} \times 100$$

Donde:

Ppf: peso de placa petri + papel filtro + fibra expresada (gramos)

Ppp: peso de placa petri + papel filtro expresado (gramos)

Pm: peso muestra

#### **4.5.7. Determinar del contenido de carbohidratos por el método de gravimétrico (A.O.A.C, 1990)**

##### **Procedimiento:**

Se pesó 2 gramos de la muestra preparada y luego transfieren a un matraz de reflujo.

Encienda el sistema de calentamiento por reflujo y hierva el matraz durante exactamente 30 minutos, girándolo ocasionalmente.

Del mismo modo, se enjuagó con 50 a 75 ml de agua hirviendo, luego se realizó tres veces más con 50 ml cada una, o hasta que ya no haya reacción ácida, repetir el lavado bajo 3 porciones de 50 ml de agua.

Finalmente, se regresó el residuo al dispositivo de reflujo y luego hiérvalo durante exactamente 30 minutos mientras rota periódicamente el matraz.

Por último, se escurrió durante dos horas a 130 °C más menos 2 °C en un horno, luego se enfría en un desecador antes de pesar.

Cálculos:

$$\% \text{ carbohidrato (base húmeda)} = (C \times \frac{100}{100}) - (\% \text{ humedad muestra original})$$

Dende:

$\% \text{ carbohidrato en muestra molida} = C = (\text{pérdida de peso en la incineración} - \text{pérdida de peso del blanco de fibra cerámica}) \times 100 / \text{peso de la muestra.}$



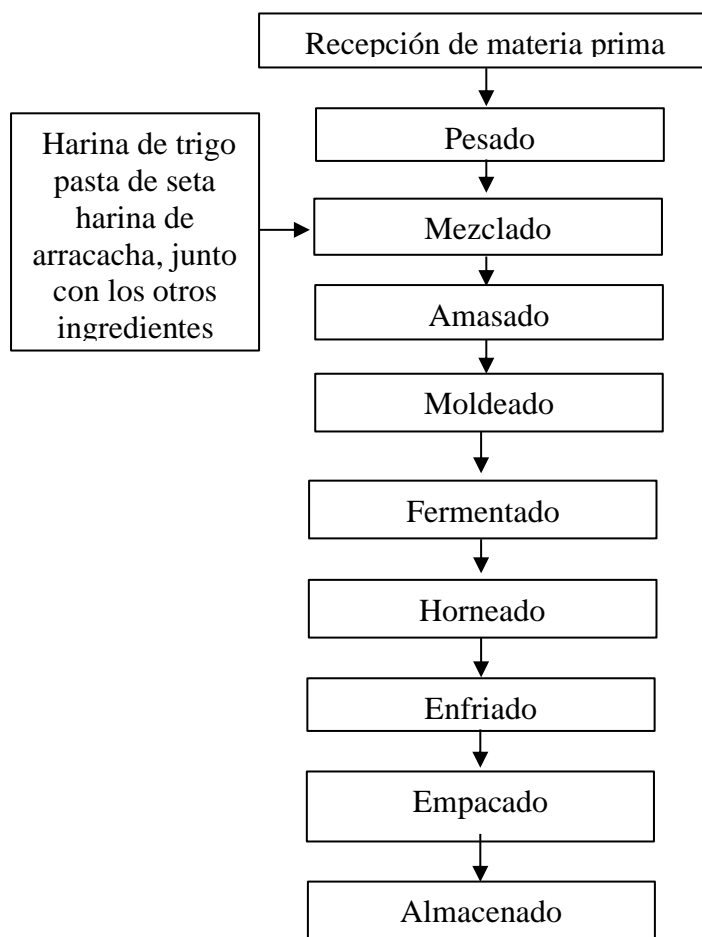
#### 4.6. Metodología experimental

##### Elaboración del pan tipo molde con pasta seta y harina arracacha

Se utilizó los siguientes métodos: Recepción de materia prima, pesado, mezclado, amasado, moldeado, fermentado, horneado, enfriado, empacado, almacenado y luego decide evaluar el efecto de agregar pasta de seta y harina de arracacha en propiedades fisicoquímicas y análisis proximal de proteínas del pan. Esto se puede ver en la Figura 2.

**Figura 2.**

*Diagrama de bloques de la elaboración de pan tipo molde*



##### 4.6.1. Descripción del flujograma de proceso de elaboración de pan molde

###### a) Recepción de materia prima

Se cuentan los ingredientes, entre ellos la harina de trigo, arracacha la pasta de seta y entre otros insumos.

**b) Pesado**

Luego se pesó las materias primas e ingredientes en una balanza digital según la formulación requerida para cada tratamiento.

**c) Mezclado**

Se realizó la mezcla de todos los ingredientes (harina de trigo, harina de arracacha, pasta de seta, levadura, manteca, azúcar, sal). posteriormente se añadió agua para formar una base de gluten.

**d) Amasado**

Por tanto, esta operación se realizó con ayuda de una maquina amasadora hasta conseguir una masa homogénea.

**e) Moldeado**

Después de hacer una masa homogénea, se procedió a dar la forma que corresponda al tamaño del molde rectangular, reduciendo un poco la parte de la masa, dando un ligero movimiento de rotación hacia el interior, hasta obtener la forma, después de dejar reposar la masa, por un periodo de 15 minutos en el molde.

**f) Fermentado**

Una vez completada el proceso de moldeado, se procedió a fermentar la masa durante el tiempo de 40 minutos a una temperatura de 30 °C, la duración de cada experimento dependió del comportamiento y desarrollo de la masa, por sus formulaciones diferentes en cada tratamiento.

**g) Horneado**

Este proceso se efectuó a 170 °C de temperatura por 28 minutos.

**h) Enfriado**

Se retiró el pan tipo molde horneado y lo dejó enfriar durante 60 minutos para empacarlos.

**i) Empacado**

Se colocó cada unidad de pan molde en bolsas de polietileno de baja densidad y se sellaron herméticamente para evitar contaminaciones y cambios en su calidad.

## j) Almacenado

Luego de haber empacado, el pan molde se almacenó a temperatura ambiente.

### 4.7. Diseño experimental (variables y pruebas estadísticas)

#### 4.7.1. Diseño experimental de variables

En esta estudio se usó el Diseño Completamente al Azar (DCA), teniendo en cuenta solo dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio (Gutiérrez et al. 2012). A continuación, la Tabla 12 ilustra los tratamientos analizados.

**Tabla 12.**

Formulación de los tratamientos

Insumos	Tratamiento	Tratamiento	Tratamiento	Control
	T1	T2	T3	T4
Harina de trigo (%)	80	80	80	100
Pasta de seta (%)	15	10	5	0
Harina de arracacha (%)	5	10	15	0

#### 4.7.2. Pruebas estadísticas

Es necesario realizar pruebas estadísticas debido a que los datos analizados en esta investigación provienen de muestras (Gutiérrez et al. 2012). Menciona en la Tabla 13 la matriz de DCA.

**Tabla 13.**

Matriz de diseño completamente al azar

Tratamientos			
T1	T2	T3	T4
y <sub>11</sub>	y <sub>21</sub>	y <sub>31</sub>	y <sub>41</sub>
y <sub>12</sub>	y <sub>22</sub>	y <sub>32</sub>	y <sub>42</sub>
y <sub>13</sub>	y <sub>23</sub>	y <sub>33</sub>	y <sub>43</sub>
y <sub>14</sub>	y <sub>24</sub>	y <sub>34</sub>	y <sub>44</sub>

Para su respectivo análisis se usó el (DCA) Diseño Completamente al Azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones, para determinar la influencia de adición de pasta de seta "*Suillus luteus A.*" y harina de arracacha "*Arracacia xanthorrhiza B.*". En las propiedades fisicoquímicas y

análisis proximal de proteínas del pan molde, con un nivel de significancia del 5% para ambos diseños.

**a) ANOVA para (DCA) Diseño Completamente al Azar**

El Análisis de Varianza (ANOVA) es la metodología fundamental de análisis de datos experimentales. El concepto principal de dicha técnica es desglosar la variabilidad global en sus componentes, identificando la contribución de cada fuente de variación presente en el experimento (Gutiérrez et al. 2012). En el DCA, se realiza una distinción entre la variabilidad atribuible a los tratamientos y la variabilidad debida al error. Cuando la variabilidad atribuible a los tratamientos es significativamente mayor que la variabilidad debida al error, se llega a la conclusión de que los tratamientos tienen un efecto, lo que implica que las medias son distintas entre sí. En contraste, si la variabilidad debida a los tratamientos no supera o es igual a la variabilidad debida al error, se concluye que ambas medias son estadísticamente equivalentes (Gutiérrez et al. 2012).

El propósito del Análisis de Varianza en DCA es probar la hipótesis que establece que los tratamientos tienen medias iguales en relación con la variable de respuesta correspondiente.

Es fundamental destacar que el ANOVA se basa en la suposición de que la variable de respuesta sigue una distribución normal, presenta una varianza constante (los tratamientos tienen una varianza similar) y que las mediciones son independientes entre sí. Para garantizar una mayor confiabilidad en las conclusiones obtenidas, es necesario verificar estos supuestos a través de pruebas hipotéticas de la siguiente manera (Gutiérrez et al. 2012).

$$H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D = \mu$$

$$H_A: \mu_i \neq \mu_j \text{ para algún } i \neq j$$

Seguidamente, se establecen las hipótesis para ambas fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio.

**b) Análisis de las propiedades fisicoquímicas.** Se hace a continuación los siguientes análisis:

**Hipótesis nula -  $H_0$ :** Las propiedades fisicoquímicas (pérdida de peso y volumen) de las 3 tratamientos de panes molde adicionada con harina de arracacha y pasta de seta no presentan diferencia significativa respecto al tratamiento control.

$$\mu_i = \mu_j = \mu_k$$

**Hipótesis Alterna -  $H_A$ :** Las propiedades fisicoquímicas (pérdida de peso y volumen) de las 3 tratamientos de panes molde adicionada con harina de arracacha y pasta de seta presentan diferencia significativa respecto al tratamiento control.

$$\mu_i \neq \mu_j \neq \mu_k \text{ para algún } i, j \text{ y } k \text{ (tratamientos)}$$

**c) Análisis proximal.** Se efectuó el análisis, los siguientes detalles:

**Hipótesis nula -  $H_0$ :** El análisis proximal (la humedad % de proteínas, % de grasa, % de ceniza, % de fibra y % carbohidratos) de las 3 tratamientos de panes molde adicionada con harina de arracacha y pasta de seta no presentan diferencia significativa respecto al tratamiento control.

$$\mu_i = \mu_j = \mu_k$$

**Hipótesis alterna -  $H_A$ :** El análisis proximal (la humedad % de proteínas, % de grasa, % de ceniza, % de fibra y % carbohidratos) de los 3 tratamientos de panes molde adicionada con harina de arracacha y pasta de seta presentan diferencia significativa respecto al tratamiento control.

$$\mu_i \neq \mu_j \neq \mu_k \text{ para algún } i, j \text{ y } k \text{ (tratamientos)}$$

**Nivel de significancia ( $\alpha$ ):** En el contexto de las comparaciones de las hipótesis estadísticas anteriormente mencionadas, se utiliza una prueba con un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ . Por ello, la hipótesis nula ( $H_0$ ) es aceptada al valor  $p > 0.05$  y rechazada al valor  $p < 0.05$ .

**d) Análisis del DCA (Diseño completamente al azar)**

El modelo estadístico para este diseño se expresa de la siguiente manera:

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

Donde

$\mu$ : representa el parámetro de escala común a todos los tratamientos, conocido como media global

$\tau_i$ : es un parámetro que describe el efecto del tratamiento  $i$ , específicamente aplicado a dicho tratamiento

$\epsilon_{ij}$ : denota el error asociado con la medición

$Y_{ij}$ : en este contexto, el modelo sugiere que en un diseño completamente aleatorio, intervienen principalmente dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio.

La media global  $\mu$  de la variable de respuesta no se trata como una fuente de variabilidad, ya que es una constante que se mantiene igual para todos los tratamientos. Esta media global sirve como un punto de referencia contra el cual se comparan las medias de respuesta de los tratamientos. Si la media de respuesta de un tratamiento específico  $\mu$  difiere significativamente de la media global, esto sugiere que el tratamiento tiene un efecto notable (Gutiérrez et al. 2012). A continuación, detalla en la Tabla 14

**Tabla 14.**

ANOVA para el DCA

Fuente de Variabilidad	Suma de Cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	F <sub>o</sub>	Valor - p
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^K \frac{Y_{i.}^2}{n_i} - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$k - 1$	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{K-1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	$P(F > F_0)$
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	$N - k$	$CM_E = \frac{SC_E}{N-K}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$N - 1$			

Fuente: Gutiérrez et al. 2012.

Se aplicó el test Dunnett para comparar las medias de rangos múltiples después de aprobar o rechazar la hipótesis del ANOVA.

**e) Comparación de parejas de medias de tratamientos**

Cuando la hipótesis nula  $H_0: \mu_i = \mu \dots \mu_k = \mu$ , para todos los tratamientos no es rechazada, se logra el objetivo del análisis y se concluye que no hay diferencias significates entre los tratamientos. Sin embargo, si la hipótesis nula ( $H_0$ ) es rechazada y, por ende, se acepta la hipótesis alternativa  $H_a: \mu_i \neq \mu_j$  para algún  $i \neq j$ , es relevante investigar qué tratamientos muestran diferencias significativas o cuáles están contribuyendo a la discrepancia observada (Gutiérrez et al. 2012).

**f) Método Dunnet (Comparación de tratamientos con un control)**

Después de rechazar la hipótesis nula con el análisis de varianza (ANOVA), en algunas situaciones, uno de los (k) tratamientos puede designarse como el "tratamiento control", y el enfoque principal radica en comparar los (k - 1) tratamientos restantes con este control. En

numerosas ocasiones, el tratamiento control puede hacer referencia a un estándar de referencia o, alternativamente, a la ausencia de tratamiento (Gutiérrez y De la Vara, 2012).

Para mayor entendimiento, se denota como tratamiento control al  $k$ -ésimo tratamiento.

Comparar en relación al control significa evaluar las siguientes  $k - 1$  hipótesis:

Para  $H_0: \mu_i = \mu_k$  y  $H_A: \mu_i \neq \mu_k$

con  $i = 1, 2, \dots, k - 1$ , donde  $k$  es el tratamiento control. La hipótesis nula se rechaza si,

$$|\bar{Y}_i - \bar{Y}_k| > D_{\alpha}(K-1, 1) \sqrt{CME \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_k} \right)}$$

Donde  $D_{\alpha}(k - 1, 1)$  se puede encontrar en las tablas del apéndice; "1" representa los grados de libertad del cuadrado medio del error. Se sugiere que el tamaño de muestra del tratamiento control sea considerablemente grande para lograr una estimación más precisa de su media. El  $CME$  se obtiene de la tabla de ANOVA, mientras que " $n_i$ " y " $n_k$ " representan el número de observaciones para los tratamientos  $i$  y  $k$  (Gutiérrez y De la Vara, 2012).

#### **4.8. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos**

El análisis estadístico se llevó a cabo con un nivel de confianza del 95%. Para analizar los resultados, se utilizó el software Statgraphics Centurion XVI.I, Software estadístico minitab y Software Excel de Microsoft. Obtener los resultados para determinar las conclusiones y recomendaciones de tesis.

## CAPÍTULO V: RESULTADOS

### 5.1. Determinación de las propiedades fisicoquímicas del pan tipo molde

#### 5.1.1. Pérdida de peso del pan tipo molde

La tabla 15, presenta los valores promedio de pérdida de peso del pan de molde, en ella se visualiza, el tratamiento (T3) cuya formula es harina de trigo (HTG) 80%, pasta de seta (PST) 5% y harina de arracacha (HAR) 15% pierde mayor peso en comparación a las otros tratamientos. Siendo así, el tratamiento 1 (T1) tuvo menor pérdida de peso, ello atribuye cuanto mayor es en el porcentaje de adición de pasta de seta en la formulación de pan molde, supone mayor consistencia y pérdida de peso menor y es similar al tratamiento control.

**Tabla 15.**

Pérdida de peso de pan molde a diferentes formulaciones

Tratamiento	Formulación			Pérdida de peso (g)			
	HTG (%)	PST (%)	HAR (%)	$\bar{x}$	$\pm$	S	C.V.
T1	80.00	15.00	5.00	2.69 <sup>A</sup>	$\pm$	0.27	0.10
T2	80.00	10.00	10.00	6.11	$\pm$	0.99	0.16
T3	80.00	5.00	15.00	7.84	$\pm$	0.62	0.08
T4 (Control)	100.00	0.00	0.00	2.94 <sup>A</sup>	$\pm$	0.38	0.13

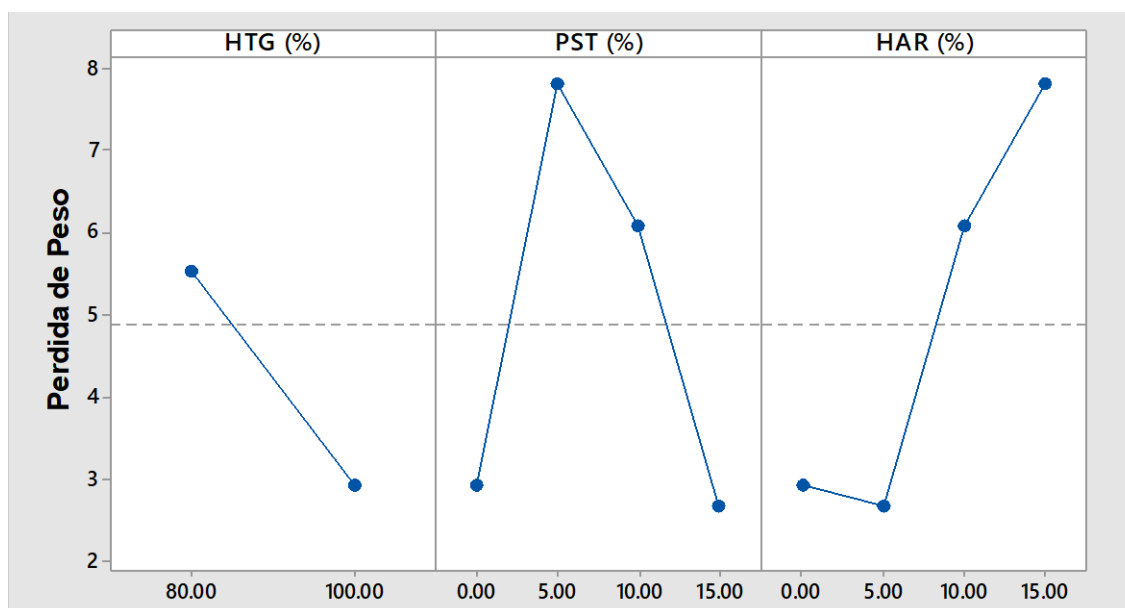
*Donde  $\bar{x}$  es la media, s es la desviación estándar y CV es el coeficiente de variación. Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control. test Dunnett al 95% de confianza*

Según los cálculos de ANOVA (ver Anexo 14), las diferentes formulaciones presentan una diferencia significativa respecto al control (T4) a un nivel de confianza de 95%; y luego de la comparación múltiple mediante la prueba de Dunnett, la media de los tratamientos (T2 y T3) son diferentes al tratamiento control, en síntesis, PST (5%) y HAR (15%) produce mayor pérdida de peso. En cambio, el T1 no muestra diferencia alguna con el tratamiento control, este hecho se evidencia, tanto en la Tabla 15 y Anexo 14.



**Figura 3.**

*Diagrama de efectos sobre pérdida de peso de pan molde*



En la Figura 3 se visualiza el efecto de variables (adicción de diferentes cantidades de pasta de seta y harina de arracacha) sobre pérdida de peso de pan molde. Es así, cuando el porcentaje de pasta de seta se adiciona al nivel más bajo (5%) y al aumentar la cantidad de harina de arracacha al nivel más alto (15%), la pérdida de peso de pan molde es alto. Y ocurre de manera contraria, al aumentar PST y al disminuir la HAR. En consecuencia, se afirma una diferencia estadística significativa con respecto a la muestra control. Entonces, la adición de HAR influye directamente proporcional, mientras PST afecta inversamente proporcional a la pérdida de peso de pan molde.

### 5.1.2. Medida de volumen del pan tipo molde

La Tabla 16 presenta los valores promedio de la medida de volumen del pan molde, en ella se aprecia que el T4 (muestra control) posee volumen superior en comparación del resto de las tratamientos para elaborar pan molde. El tratamiento T3 contiene: harina de trigo (HTG) 80%, pasta de seta (PST) 5% y harina de arracacha (HAR) 15% y es el que posee como segundo mejor volumen. En tanto, el T1 fue menor en volumen del pan de molde. Los resultados del volumen de pan molde se expresan entre 3908.75 a 5190.00 cc, aunque la desviación estándar fueron valores altos, el coeficiente de variabilidad fue menor a 2.18%, lo que significa que la media (o promedio) es representativa del conjunto de datos obtenidos para volumen de pan

molde, dado que el CV es menor a 30%, en el caso de ser superior a 30% ameritaría realizar nuevamente el experimento para el volumen de pan molde.

**Tabla 16.**

Medida del volumen de pan molde a diferentes formulaciones

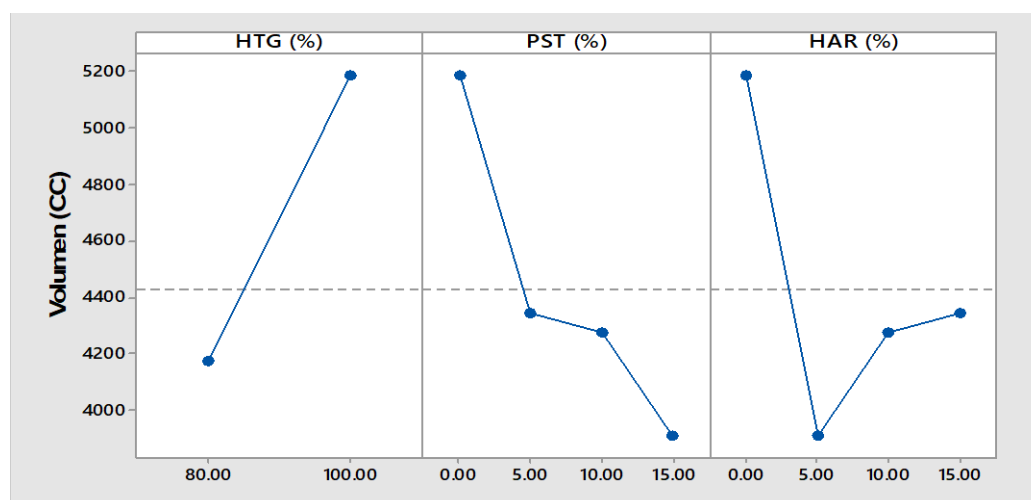
Tratamiento	Formulación			Volumen (cc)			
	HTG (%)	PST (%)	HAR (%)	$\bar{x}$	$\pm$	S	C.V.
T1	80.00	15.00	5.00	3908.75	$\pm$	50.17	1.28%
T2	80.00	10.00	10.00	4276.25	$\pm$	93.18	2.18%
T3	80.00	5.00	15.00	4347.75	$\pm$	22.75	0.52%
T4 (Control)	100.00	0.00	0.00	5190.00 <sup>A</sup>	$\pm$	93.73	1.80%

Donde  $\bar{x}$  es la media,  $s$  es la desviación estándar y  $CV$  es el coeficiente de variación. Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control. test Dunnett al 95% de confianza

Los cálculos de ANOVA (ver Anexo 15) de los diferentes formulaciones para el caso del volumen de pan de molde presentan diferencias significantes ( $p < 0.05$ ). Debido a esta diferencia estadística se procedió a realizar el análisis de comparación múltiple de la media de los tratamientos mediante la prueba de Dunnett. Donde se afirma que las formulaciones T1, T2, T3 son significativamente diferentes de la media de control (T4). Dicho contraste admite que al sustituir harina de trigo con pasta de seta y harina de arracacha no es favorable para el volumen de pan molde.

**Figura 4.**

Diagrama de efectos sobre el volumen de pan molde



En la Figura 4 se visualiza el efecto de variables sobre el volumen de pan molde. Por tanto, cuando el porcentaje de pasta de seta se adiciona al nivel más bajo (5%) y al aumentar la cantidad de harina de arracacha (de 5% a 15%) el volumen de pan molde aumenta. Sin embargo, cuando no se adiciona PST y HAR, sino únicamente al utilizar harina de trigo se incrementa el volumen de pan de molde.

## 5.2. Determinación del análisis proximal del pan tipo molde

El análisis proximal del pan tipo molde elaborada con la adición de pasta de seta “*Suillus luteus* A.” y harina de arracacha “*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*” consistió en analizar la humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra y carbohidrato.

### 5.2.1. Humedad del pan molde

Se observa en la Tabla 17, los valores promedio del contenido de humedad de pan molde, donde el T3 que contiene: harina de trigo (HTG) 80%, pasta de seta (PST) 5% y harina de arracacha (HAR) 15% posee una humedad superior en comparación con el resto de los tratamientos. En cambio, el T1 que tiene HTG, PST y HAR (80%, 15% y 5%) tuvo menor humedad del pan molde.

**Tabla 17.**

Porcentaje de humedad de pan molde a diferentes formulaciones

Tratamiento	Formulación			Humedad (%)			
	HTG (%)	PST (%)	HAR (%)	$\bar{x}$	$\pm$	S	C.V.
T1	80.00	15.00	5.00	28.89 <sup>A</sup>	$\pm$	1.27	4.41%
T2	80.00	10.00	10.00	33.15	$\pm$	0.93	2.81%
T3	80.00	5.00	15.00	33.39	$\pm$	0.43	1.27%
T4 (Control)	100.00	0.00	0.00	30.61 <sup>A</sup>	$\pm$	0.99	3.24%

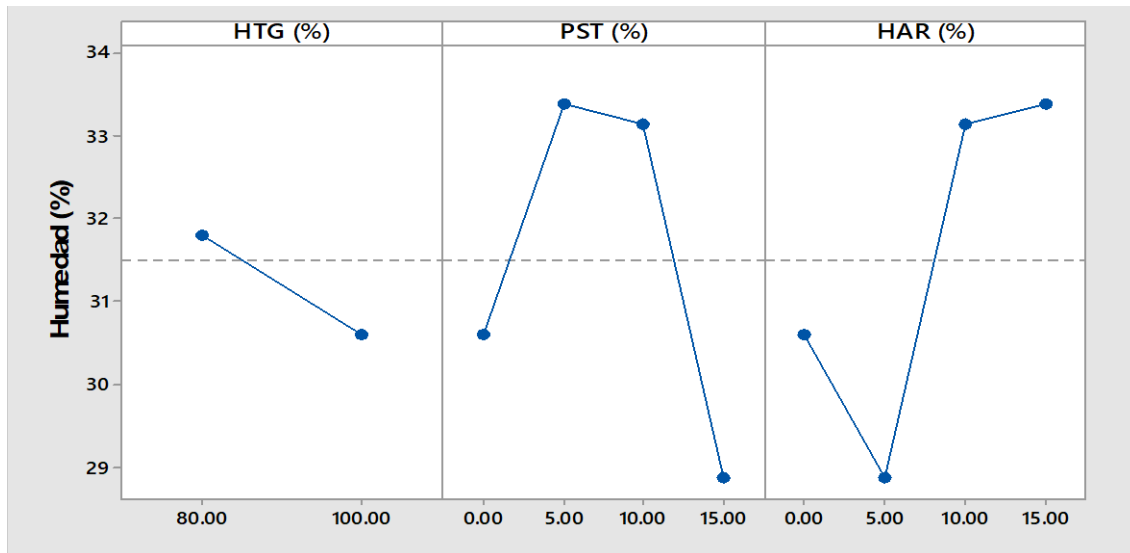
Donde  $\bar{x}$  es la media,  $s$  es la desviación estándar y  $CV$  es el coeficiente de variación. Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control. test Dunnett al 95% de confianza

Los cálculos de ANOVA (ver Anexo 16) de los diferentes tratamientos presentaron diferencias significativas con el control (T4) ( $p < 0.05$ ), para identificar las diferencias de T1, T2 y T3 de manera individual respecto a T4, seguidamente se analizó la comparación múltiple de la media de los tratamientos mediante la prueba de Dunnett. En ella se evidenció que el T2 y T3 son las

formulaciones que manifiestan dicha diferencia con el tratamiento control previamente analizada por ANOVA. En cambio, la formulación PST al 15% y HAR al 5% son similares con el tratamiento control (HTG al 100%).

**Figura 5.**

*Diagrama de efectos sobre la humedad de pan molde*



En la Figura 5 se aprecia el efecto de variables sobre la humedad de pan molde. Por tanto, cuando el porcentaje de pasta de seta se adiciona al nivel más bajo (5%) y al aumentar la cantidad de harina de arracacha (de 5% a 15%); la humedad de pan molde aumenta. Sin embargo, cuando la adición de HAR es el nivel más bajo y al disminuir la cantidad de adición de PST la humedad es bastante bajo (28.89%). De modo que, la adición de los sustituyentes (adición de HAR y PST) afecta la humedad de pan molde.

### 5.2.2. Proteínas de pan molde

En la Tabla 18 muestra el contenido promedio de proteína del pan molde. El tratamiento T3 cuya formulación fue HTG (80%), PST (5%) y HAR (15%) presentó mayor contenido proteico 10.70%. en cambio, cuando la formulación fue constituida por HTG (80%), PST (15%) y HAR (5%) el contenido de proteico fue menor.

**Tabla 18.**

Porcentaje de proteína de pan molde a diferentes formulaciones

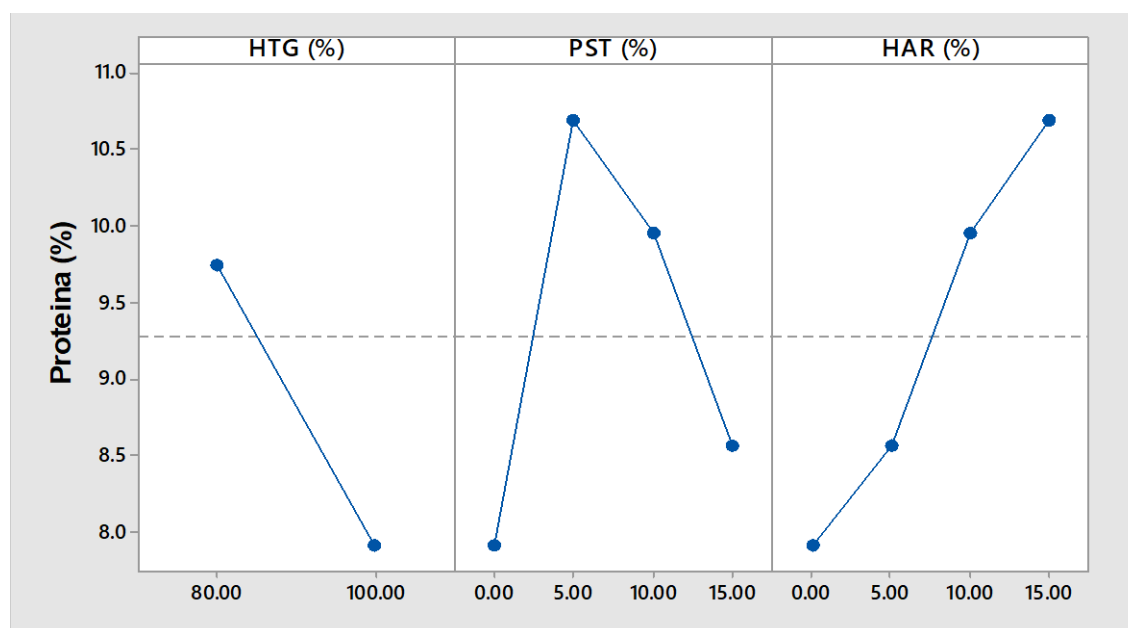
Tratamiento	Formulación			Proteína (%)			
	HTG (%)	PST (%)	HAR (%)	$\bar{x}$	$\pm$	S	C.V.
T1	80.00	15.00	5.00	8.57	$\pm$	0.11	1.28%
T2	80.00	10.00	10.00	9.95	$\pm$	0.12	1.24%
T3	80.00	5.00	15.00	10.70	$\pm$	0.13	1.22%
T4 (Control)	100.00	0.00	0.00	7.91 <sup>A</sup>	$\pm$	0.06	0.81%

Donde  $\bar{x}$  es la media,  $s$  es la desviación estándar y  $CV$  es el coeficiente de variación. Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control. test Dunnett al 95% de confianza.

Los cálculos de ANOVA (ver Anexo 17) nos permitieron conocer las diferencias significativas que existe entre los tratamientos estudiados ( $p < 0.05$ ). Debido a esta diferencia y para precisar cual de los tratamientos son diferentes respecto al control, la prueba de Dunnett, pone en evidencia que la adición de PST y HAR en todos sus porcentajes de formulación fue diferente al tratamiento de control, por lo que la incorporación de pasta de seta y harina de arracacha mejora el contenido de protenia de pan molde.

**Figura 6.**

Diagrama de efectos sobre la proteína de pan molde



En la Figura 6 se aprecia el efecto de variables sobre la proteína de pan molde. Es así, cuando el porcentaje de pasta de seta se adiciona al nivel más bajo (5%) y al aumentar la cantidad de harina de arracacha (de 5% a 15%), la proteína de pan molde alcanza el valor alto 10.70%. En cambio, si se incrementa la adición del porcentaje de pasta de seta (15%) y disminuye el porcentaje de harina de arracacha (5%), la proteína de pan molde es bajo (8.57%). Además, si solamente utiliza harina de trigo sin adición alguna de los sustituyentes, el contenido de proteína fue bajo del producto. En ese sentido, se afirma que la adición de PST y HAR influye sobre la cantidad de proteína de pan molde.

### 5.2.3. Grasa de pan molde

Los resultados de grasa de pan molde se ilustran en la Tabla 19, en ella se aprecia que el tratamiento T4 (control) presenta valor superior 4.85% en comparación a T1, T2 y T3.

**Tabla 19.**

Porcentaje de grasa de pan molde a diferentes formulaciones

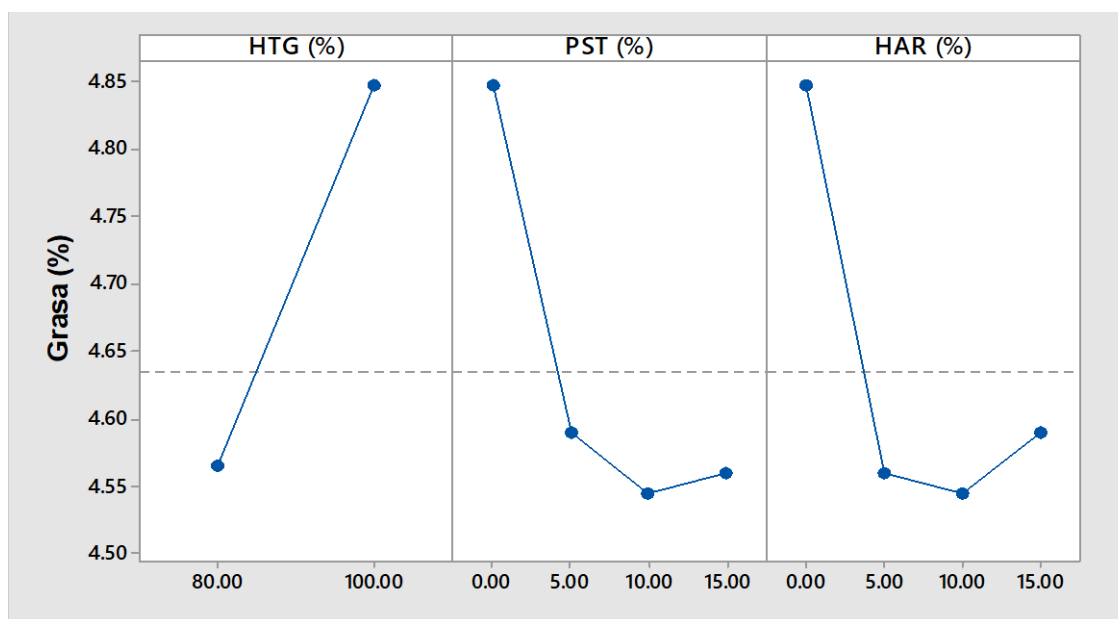
Tratamiento	Formulación			Grasa (%)			
	HTG (%)	PST (%)	HAR (%)	$\bar{x}$	$\pm$	S	C.V.
T1	80.00	15.00	5.00	4.56	$\pm$	0.06	1.39%
T2	80.00	10.00	10.00	4.55	$\pm$	0.07	1.54%
T3	80.00	5.00	15.00	4.59	$\pm$	0.04	0.85%
T4 (Control)	100.00	0.00	0.00	4.85 <sup>A</sup>	$\pm$	0.11	2.21%

*Donde  $\bar{x}$  es la media, s es la desviación estándar y CV es el coeficiente de variación. Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control. test Dunnett al 95% de confianza*

Los reportes de análisis de varianza (ver Anexo 18) nos informó que los tratamientos (a distintas formulaciones) presentan diferencias significativas con el tratamiento control ( $p < 0.05$ ). y luego del análisis de la prueba de Dunnett se afirma que las formulaciones T1, T2, T3 son significativamente diferentes de la media de T4 (control), en el que se denota, las diferentes formulaciones no aportan el contenido de grasa en pan molde.

**Figura 7.**

*Diagrama de efectos sobre la grasa de pan molde*



En la Figura 7 se precisa el efecto de las variables de estudio sobre la grasa de pan molde. Por tanto, cuando el porcentaje de pasta de seta se adiciona a un nivel más bajo (5%) y al aumentar la cantidad de harina de arracacha (entre 10% y 15%) el valor de la grasa de pan molde es relativamente baja (4.55% y 4.56%). Mientras, si se aumenta la adición del porcentaje de pasta de seta (15%) y reduce el porcentaje de adición de harina de arracacha (5%), la grasa de pan molde aún más se disminuye. Por el contrario, si solamente utiliza harina de trigo sin adición alguna de los sustituyentes (HAR y PST), aumenta el porcentaje de grasa en pan molde. Y, así mismo, se demuestra que la incorporación de HAR y PST influye sobre el contenido de la grasa.

#### **5.2.4. Fibra en el pan molde**

Los hallazgos de fibra de pan molde se ilustran en la Tabla 20, en ella se aprecia que el tratamiento T3 con la formulación de HTG, PST y HAR a 80%, 5% y 15% respectivamente, presenta mayor contenido de fibra 3.72%. Mientras tanto, el tratamiento cuya formula es del 100 % de harina de trigo (HTG) integra menor contenido de fibra.

**Tabla 20.**

Porcentaje de fibra de pan molde a diferentes formulaciones

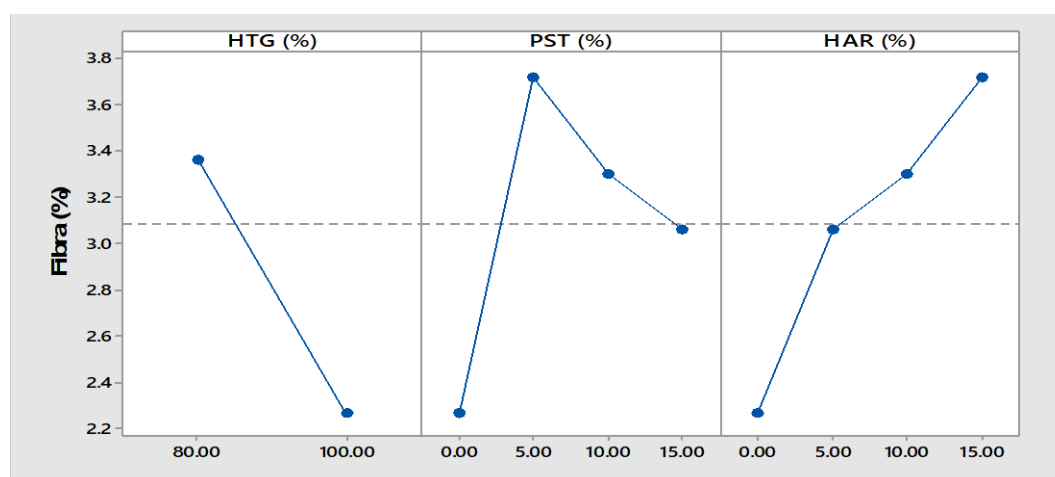
Tratamiento	Formulación			Fibra (%)			
	HTG (%)	PST (%)	HAR (%)	$\bar{x}$	$\pm$	s	C.V.
T1	80.00	15.00	5.00	3.07	$\pm$	0.08	2.52%
T2	80.00	10.00	10.00	3.30	$\pm$	0.04	1.33%
T3	80.00	5.00	15.00	3.72	$\pm$	0.09	2.37%
T4 (Control)	100.00	0.00	0.00	2.27 <sup>A</sup>	$\pm$	0.05	2.37%

Donde  $\bar{x}$  es la media, s es la desviación estándar y CV es el coeficiente de variación. Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control. test Dunnett al 95% de confianza

Los cálculos de ANOVA (ver Anexo 19) respecto a los reportes experimentales de fibra de pan molde, los valores promedio de distintas formulaciones (PST y HAR) presentan diferencias significativas, ( $p < 0.05$ ). Debido a esta diferencia estadística, se procedió a realizar el análisis de comparación múltiple de la media de los tratamientos mediante la prueba de Dunnett, de este modo, se evidencia en que todas las formulaciones estudiadas T1, T2 y T3 eran distintos al valor promedio del tratamiento control (T4). La incorporación de PST y HAR mejora la fibra de pan molde.

**Figura 8.**

Diagrama de efectos sobre la fibra de pan molde



En la Figura 8 se visualiza el efecto de variables sobre la fibra de pan molde. Por tanto, cuando el porcentaje de pasta de seta se adiciona al nivel más bajo (5%) y al aumentar la cantidad de



harina de arracacha (de 5% a 15%) la fibra de pan molde alcanza el valor alto. Al contrario, si aumenta la adición del porcentaje de pasta de seta (15%) y reduce el porcentaje de adición de harina de arracacha (5%), el contenido de fibra de pan molde disminuye. Lo mismo ocurre, si solamente se utiliza harina de trigo sin adición de otros sustituyentes (HAR y PST) baja el porcentaje contenido de fibra en pan molde (2.27%). En definitiva, el incremento de fibra de pan molde ocurre cuando se adiciona directamente proporcional la HAR e inversamente proporcional con PST, en consecuencia, influye de manera significativa la fibra de pan molde.

### 5.2.5. Ceniza en el pan molde

Los hallazgos de ceniza del pan molde se presentan en la Tabla 21, en ella se refleja que los tratamientos (a distintas formulaciones) poseen valores promedios similares del contenido de ceniza.

**Tabla 21.**

Porcentaje de ceniza de pan molde a diferentes formulaciones

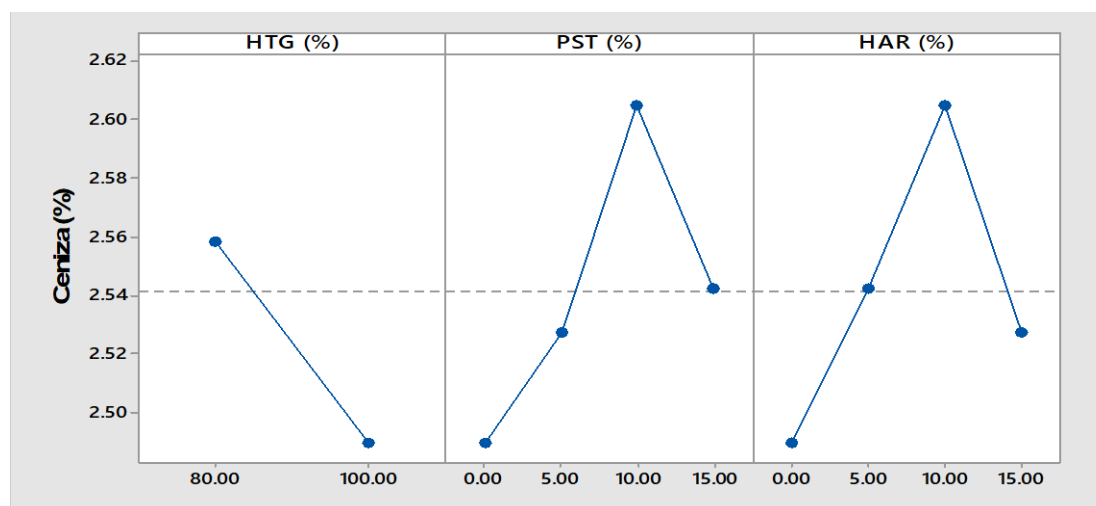
Tratamiento	Formulación			Ceniza (%)			
	HTG (%)	PST (%)	HAR (%)	$\bar{x}$	$\pm$	S	C.V.
T1	80.00	15.00	5.00	2.54 <sup>A</sup>	$\pm$	0.02	0.81%
T2	80.00	10.00	10.00	2.61 <sup>A</sup>	$\pm$	0.05	1.84%
T3	80.00	5.00	15.00	2.53 <sup>A</sup>	$\pm$	0.11	4.28%
T4 (Control)	100.00	0.00	0.00	2.49 <sup>A</sup>	$\pm$	0.02	0.98%

*Donde  $\bar{x}$  es la media, s es la desviación estándar y CV es el coeficiente de variación. Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control. test Dunnett al 95% de confianza*

Los cálculos de ANOVA (ver Anexo 20) nos informa que las distintas formulaciones no presentan diferencias significativas con el tratamiento control en la elaboración de pan molde ( $p > 0.05$ ) y, por tanto, todos los tratamientos son iguales para ceniza de pan molde.

**Figura 9.**

*Diagrama de efectos sobre la ceniza de pan molde*



En la Figura 9 se visualiza el efecto de variables sobre la ceniza de pan molde. De modo que, si le adicionamos el porcentaje de pasta de seta a un nivel bajo (5%) y incrementamos la cantidad de harina de arracacha (15%), la ceniza de pan molde consigue aritméticamente un valor bajo, no obstante, estadísticamente iguales. Por estas razones, la adición de PST y HAR al elaborar pan de molde no influye al contenido de ceniza.

### 5.2.6. Carbohidratos de pan molde

Los valores promedio de carbohidratos de pan molde se ilustran en la Tabla 22, donde se refleja que el tratamiento T1 constituido por HTG, PST y HAR (80%, 15% y 5%), presenta mayor contenido carbohidrato 55.44%. En cambio, el T3 que tiene HTG, PST y HAR (80%, 15% y 5%) presenta menor contenido de carbohidrato.

**Tabla 22.**

Porcentaje de carbohidrato de pan molde a diferentes formulaciones

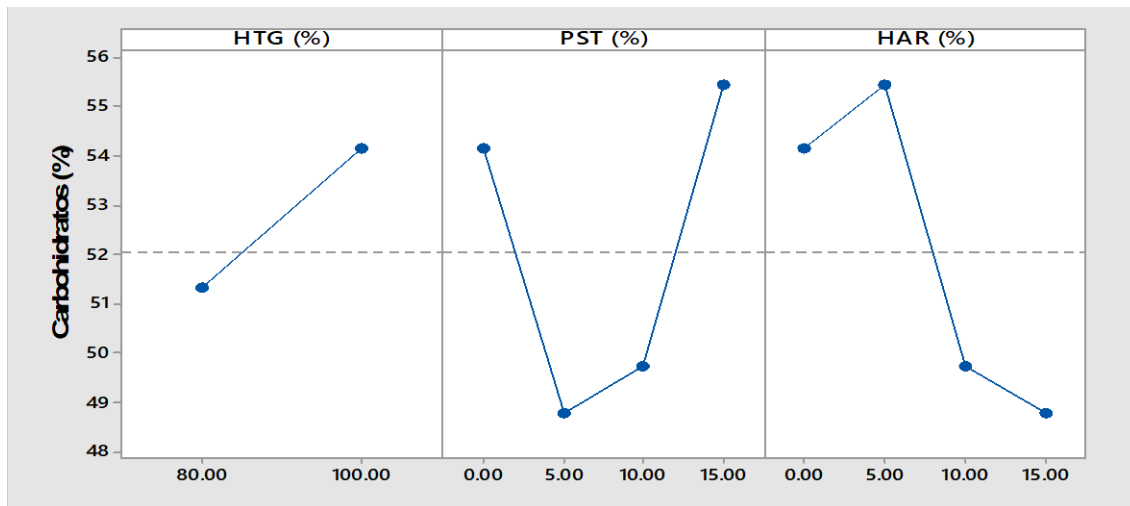
Tratamiento	Formulación			Carbohidrato (%)			
	HTG (%)	PST (%)	HAR (%)	$\bar{x}$	$\pm$	S	C.V.
T1	80.00	15.00	5.00	55.44 <sup>A</sup>	$\pm$	1.39	0.0251
T2	80.00	10.00	10.00	49.75	$\pm$	0.91	0.0183
T3	80.00	5.00	15.00	48.80	$\pm$	0.45	0.0093
T4 (Control)	100.00	0.00	0.00	54.14 <sup>A</sup>	$\pm$	1.03	0.0191

Donde  $\bar{x}$  es la media,  $s$  es la desviación estándar y CV es el coeficiente de variación. Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control. test Dunnett al 95% de confianza.

Los cálculos de ANOVA (ver Anexo 21) demostró diferencias significativas entre el tratamiento control y distintas formulaciones (PST y HAR) al elaborar pan molde ( $p < 0.05$ ). Dado esta diferencia estadística, se procedió a efectuar el análisis de comparación múltiple de la media de los tratamientos mediante la prueba de Dunnett. En donde, la media del tratamiento control (T4) con el T1 son iguales, pero diferente con los tratamientos T2 y T3.

**Figura 10.**

*Diagrama de efectos sobre carbohidrato de pan molde*



En la Figura 10, se aprecia el efecto de variables sobre el carbohidrato de pan molde, en donde a medida que se disminuye la incorporación del porcentaje de pasta de seta (5%) y al incrementar la cantidad de harina de arracacha (15%), el carbohidrato de pan molde tiene un valor bajo. En cambio, si se le incrementa la adición del porcentaje de pasta de seta y disminuye el porcentaje de adición de harina de arracacha (5%), el porcentaje de carbohidrato en pan molde incrementa. Lo mismo ocurre cuando únicamente se utiliza harina de trigo sin adición alguna de otros sustituyentes, por lo que el contenido de carbohidrato en pan molde es relativamente alto. Se precisa que la adición intermedia de HAR (10 %) desfavorece el contenido de carbohidrato, lo mismo ocurre con pasta de seta (10 %), y, por lo tanto, influye significativamente al contenido de carbohidrato.

## CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

### 6.1. Determinación de las propiedades fisicoquímicas del pan tipo molde

#### 6.1.1. Pérdida de peso del pan tipo molde

La pérdida de peso de los panes de molde se debe a la evaporación del agua libre que tiene lugar en el proceso de cocción y enfriamiento del pan. Esta evaporación es menor en una masa más sólida en comparación con una masa más suave (De la Cruz, 2009). Normalmente, el pan pierde entre el 10% y el 25% de su masa original durante el proceso de producción. Asimismo, el peso se pierde por la pérdida de agua libre en la fermentación, el horneado y cuando el pan se enfría. Usualmente, los panaderos caseros y los pequeños productores de productos horneados consiguen una pérdida de peso de pan alrededor del 15% - 20% (Bello, 2000). Mientras que en las plantas industriales de horneado a gran escala, experimentan pérdida de peso del pan alrededor del 12% -13% (Tejero, 1992). En este estudio, la pérdida de peso fue determinada como valor mínimo (2.69%) al incorporar HTG (80%), PST (15%) y HAR (5%) para elaborar de pan molde, y el valor máximo de pérdida de peso (7.84 %) ocurre cuando la formulación comprende de HTG (80%), PST (5%) y HAR (15%), estos valores son inferiores en comparación de los reportes de los autores antes mencionadas, lo cual expresa una mejor estabilidad en relación a la masa del producto elaborado. Sin embargo, a pesar de poseer una diferencia significativa con la muestra control, no supone como valor favorable y que esté fuera de los parámetros considerados como óptimos para pan molde.

Durante el proceso de pesaje de los panes de molde después de ser horneados y enfriados, se observa una reducción en el peso final. Esta reducción en el peso es más pronunciada a medida que aumenta la proporción de harina de arracacha en comparación con la pasta de seta, lo que resulta en una mayor pérdida de peso en el producto final. Posiblemente, este sea afectada por el agua libre contenida en pasta de seta y que es fácil de removerse a temperatura del medioambiente. Mientras en el tratamiento control (se uso de 100% de harina de trigo), el pan de molde experimentó una pérdida de peso bastante menor frente a los sustituyentes. Esto se debe al contenido de humedad del trigo que reduce la absorción de agua, y, por tanto, Durante el proceso de elaboración del producto final de panificación, no se observa una pérdida de peso considerable (Garcias , 2011). Sin embargo, cuando se adiciona PST y HAR absorbe mayor cantidad de agua que luego se libera con facilidad. En la industria de panificación, se estima que el pan molde una vez retirada del horno, hasta que se enfría a temperatura ambiente, pierde un 2% -4% de su peso. También se estima, el pan del día anterior pesa entre un 3% y un 5%

menos que el día siguiente. Y en cuanto a las muestras analizadas en este estudio, la pérdida de peso fue entre 2.69% - 2.94 % como valores mínimos, los cuales coinciden con los parámetros establecidos por la industria de panificación.

### **6.1.2. Medida de volumen del pan tipo molde**

Tasigvano y Villarreal (2017), al efectuar la sustitución parcial de harina de trigo por harina de zapallo "*Cucurbita máxima*" con la adición de la enzima glucosa oxidasa, el volumen de pan molde aumenta y recomienda utilizar este insumo, si la intención es mejorar el volumen de pan molde. En cambio, Cespedes (2021) indica, conforme aumenta el nivel de sustitución de la harina de trigo por otros ingredientes, el volumen específico disminuye en pan molde, de la misma forma se evalúa el oscurecimiento y la porosidad durante la trituración, al aumentar la sustitución también lo hace el número de alveolos. Paredes (2018), menciona, el volumen específico sugiere que al incorporar aproximadamente un 5.4% de harina de tocosh en la receta del pan de molde, se produce un pan con un volumen específico reducido. En nuestro resultado encontramos que a medida aumentaba el índice de harina de arracacha y al disminuir la adición del porcentaje de pasta de seta de 15% a 5% ha incrementado el volumen de pan molde, aunque el tratamiento control (harina de trigo 100%) fue superior frente a los sustituyentes en cuanto al volumen de pan molde, tal como indica la Tabla 16. Pero el volumen no solo es afectado por el tipo de materia prima como sustituyendo a la harina de trigo, sino la disminución de volumen también ocurre cuando los procesos de fermentación y la cocción no se controlen adecuadamente, porque el crecimiento de las burbujas de gas determina el aumento tanto el volumen de la masa como también la textura del producto horneado (Collar y Bollaín, 2005). Asimismo, se pone de hincapié el aumento de volumen está directamente asociado con el gluten y cuando ésta disminuye existe un debilitamiento de la estructura del pan (Silveira y Salas, 2013). Lo mismo, Aguilar, (2011), afirma que el pan que contenía harina de lenteja como sustituto mostró un volumen menor en comparación con el pan elaborado únicamente con harina de trigo. Esta diferencia se debe a que la estructura de la miga del pan con harina de lenteja no tenía la suficiente fuerza para retener el dióxido de carbono generado en la fermentación.

## **6.2. Determinación del análisis proximal del pan tipo molde**

### **6.2.1. Humedad del pan molde**

Las características químico proximal de pan molde, al sustituir la harina de trigo por harina de chía, harina de arracacha y harina de quinua de 75%, 80% y 85% respectivamente, los valores encontrados para humedad fueron entre 16.18% a 20.47% (Sachun, 2020). En tanto, Carranza y Toro (2018), en su investigación reportaron el valor de humedad de 30.91% para pan molde elaborado reemplazando parcialmente la harina de trigo por harina de quinua y kiwicha. Por su parte, Velásquez y Obando (2017) al efectuar la sustitución parcial de harina de trigo por harina de alcachofa y harina de soja en la elaboración de pan de molde, determinó 24.82% de humedad. Asimismo, Sullca, (2014) determinó 27.84 % de humedad de pan molde, elaborado con adición de pasta de hongo y harina de lúcuma.

El valor encontrado por autores antes descritos sobre el contenido de humedad de pan molde con sustitución parcial con diferentes materias primas, son inferiores al valor reportado en nuestro estudio, lo cual oscila de 28.89% a 33.39% adicionando pasta de seta y harina de arracacha. Este comportamiento probablemente se debe que la adición de pasta de seta conlleve a un incremento de humedad en el producto ya que esta materia posee alto contenido de agua. Ahora bien, cuando no se releva la harina de trigo (tratamiento control) con otros sustituyentes en la elaboración de pan molde, la humedad alcanza a 30.61%. La Norma Técnica Peruana 206.004 (INDECOPI, 1988), refiere que el valor de humedad máxima es de 40 %. Y, por tanto, al no superar los límites permisibles respecto a la humedad el producto elaborado en la presente investigación garantizaría su comercialización y consumo.

### **6.2.2. Proteínas en el pan molde**

Sachun, (2020). en su reporte sobre el análisis proximal de pan molde, al sustituir la harina de trigo por harina de chía, harina de arracacha y harina de quinua 75%, 80% y 85% respectivamente, los valores encontrados para proteína fueron entre 1.78 % a 1.81 %. En tanto, Carranza y Toro (2018), reportaron el valor de proteína de 2.07 % para pan molde elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y kiwicha. Velásquez y Obando (2017) al efectuar la sustitución parcial de harina de trigo por harina de alcachofa y harina de soja en la elaboración de pan de molde, determinó 12.63 % de proteína. Asimismo, Sullca, (2014) determinó 10.29 % de proteína de pan molde, elaborado con adición de pasta de hongo y harina de lúcuma. El valor encontrado por autores antes descritos sobre el contenido de

proteína de pan molde con sustitución parcial con diferentes materias primas, son relativamente diferente y superior con el valor reportado en la presente investigación. lo cual oscila de 8.57 % a 10.70% al adicionar pasta de seta y harina de arracacha. Ahora bien, cuando no se releva la harina de trigo (tratamiento control) con otros sustituyentes en la elaboración de pan molde, la proteína alcanza a 7.91 % respectivamente.

De acuerdo con la tabla peruana de composición de alimentos, el contenido proteico del pan de molde es del 6.80% (Instituto Nacional de salud, 2009), basándonos en nuestros hallazgos, los valores superan los de la Tabla 18, lo cual se atribuye al enriquecimiento con pasta de seta y harina de arracacha. Además, el incremento del contenido de proteína en este estudio esta relacionado con el aumento de la harina de arracacha.

### **6.2.3. Grasa en el pan molde**

Las características químico proximal de pan molde, al sustituir la harina de trigo (75%, 80% y 85%) por “harina de chía”, “harina de arracacha” y “harina de quinua”, los valores encontrados para grasa fueron entre 3.31% a 3.37% (Sachun, 2020). En tanto, Carranza y Toro (2018), encontró el valor de grasa de 8.93% para pan molde elaborado con una sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y kiwicha. Velásquez y Obando (2017) al efectuar la sustitución parcial de harina de trigo por harina de alcachofa y harina de soja al elaborar pan de molde, determinó 12.54% de grasa. Asimismo, Sullca, (2014) determinó 4.20% de grasa de pan molde elaborado con adición de pasta de hongo y harina de lúcuma.

El valor encontrado por autores antes descritos sobre el contenido de grasa de pan molde con sustitución parcial con diferentes materias primas, son relativamente diferente y superior con el valor reportado en la presente investigación. lo cual oscila de 4.55 % a 4.59 % al adicionar pasta de seta y harina de arracacha. Usualmente, la adición de pasta de seta conlleva a que aumente la grasa en el producto. Ahora bien, cuando no se releva la harina de trigo (tratamiento control) con otros sustituyentes en la elaboración de pan molde, la grasa alcanza a 4.85% respectivamente. La cantidad de grasa o lípidos en el pan de molde comercial alcanza un 6.3% (Silveira y Salas, 2013), este dato es superior a nuestro tratamiento control T4, lo mismo ocurre para las demás formulaciones en la presente investigación. Por otro lado. El pan fresco posee un bajo nivel de lípidos, con solo un 1% en el pan blanco y 1.4% en el integral. A diferencia de esto, al pan de molde se le agrega grasa para mejorar sus características organolépticas, lo que eleva su aporte calórico a 274 kcal por cada 100g (Varela, Carbajal, & Beltrán, 1998). El contenido de grasa del pan de molde es sensiblemente mayor a 5.2 g. pero a su vez al evaluar

la calidad de un alimento o de una dieta, no solo se debe considerar la cantidad total de grasa que proporciona, sino también su perfil de ácidos grasos y contenido de colesterol (Varela et al., 1998).

#### **6.2.4. Fibra de pan molde**

se compone principalmente de los elementos estructurales de las paredes celulares vegetales, incluyendo sustancias como “la celulosa”, “la hemicelulosa” y “las pectinas” (Badui, 2006), En el presente estudio al emplear pasta de seta y harina de arracacha ha influido en el producto terminado en comparación con el tratamiento control.

Al sustituir la harina de trigo en porcentaje de 75%, 80% y 85% por harina de chía, harina de arracacha y harina de quinua al elaborar de pan molde, los valores encontrados para fibra fueron entre 3.88% a 3.98% (Sachun, 2020). En tanto, Velásquez y Obando (2017) al sustituir harina de trigo por harina de alcachofa y harina de soja en la elaboración de pan de molde, determinó 20.61% de fibra. Sullca (2014), determinó 0.33 % en fibra de pan molde, elaborado con adición de pasta de hongo y harina de lúcuma. Una distinción notable entre el pan blanco y el integral radica en su contenido de fibra, siendo de 2 a 6 veces superior en el pan integral. Esto aporta de manera significativa al consumo total de fibra, con impactos beneficiosos en la salud (Varela et al., 1998).

El valor reportado por autores antes descritos sobre el contenido de fibra de pan molde con sustitución parcial con diferentes materias primas, son relativamente superior a nuestros resultados que oscila de 3.07 % a 3.72 %, excepto del resultado de Sulca y en caso del tramamiento control la fibra alcanza a 2.27%. en ese sentido, la adición de harina de arracacha mejora la fibra de pan molde.

Por lo general, el pan comercial tiene contenido de fibra de 6 % en promedio (Yela, 2004). Dicho dato, al comparar con el resultado de pan molde elaborado con PST y HAR son inferiores, esto indica que es necesario incorporar con otras fuentes de mayor aporte en fibra. la importancia del consumo de fibra es importante porque las fibras insolubles tienen un profundo efecto en el transito intestinal, mientras que las fibras solubles regulan los niveles de glucosa y equilibran los niveles en sangre y colesterol, ayudando a personas con diabetes, colesterol alto y enfermedades crónicas relacionadas con la obesidad (Arroyave y Esguerra, 2006).



### **6.2.5. Ceniza de pan molde**

En el caso de ceniza, al sustituir la harina de trigo por harina de chía, harina de arracacha y harina de quinua a 75%, 80% y 85% respectivamente, los resultados oscilaron entre 1.78 % a 1.81 % (Sachun, 2020). En tanto, Carranza y Toro (2018), informaron 2.07% de ceniza en pan molde elaborado con una sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y kiwicha. Velásquez y Obando (2017) al sustituir la harina de trigo por harina de alcachofa y harina de soja determinó 2.5 % de ceniza. Similarmente, Sullca, (2014) determinó 2.26 % de ceniza de pan molde cuando fue elaborado con adición de pasta de hongo y harina de lúcuma. Al comparar los valores de ceniza informados por los autores antes mencionado, en nuestro resultados expresamos valores que oscila de 2.53 % a 2.61 % cuando fue sustituido la harina de trigo por pasta de seta y harina de arracacha, y por otra parte, no hubo diferencia significativa entre el tratamiento control con las formulaciones de sustituidas parciales, por lo que, la adición de pasta de seta y harina de arracacha no produce ningún efecto para la variación de ceniza en el producto. La Norma Técnica Peruana 206.004 (INDECOPI, 1988), refiere que el valor de ceniza en panes es máximo de 4 %, pero en específico para el pan de molde aun no esta precisada.

### **6.2.6. Carbohidratos de pan molde**

Carranza y Toro (2018), en su investigación reportaron el contenido de carbohidrato de 49.25% para pan molde elaborado con una sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y kiwicha. En cambio, Sachun, (2020) al sustituir parcialmente la harina de trigo por “harina de chía”, “harina de arracacha” y “harina de quinua” a 75%, 80% y 85% respectivamente, expresaron el contenido de carbohidrato entre 64.41% a 68.16%. Sullca, (2014) reportó 55.08 % al adicionar pasta de hongo y harina de lúcuma en su formulación para pan molde. Y como se puede evidenciar, nuestro resultado es relativamente parecido 48.80 % a 55.44% con los reportes de otros autores que utilizaron pseudocereales en sus formulaciones de pan molde. Asimismo, se podría manifestar que la adición de pasta de seta conlleva el incremento del contenido de carbohidrato en el producto, por lo que a 15% de adición de PST y 5 % de HAR mejoraron los niveles de carbohidrato, que a su vez, fue similar al tratamiento control (sin sustituyente, 100 % harina de trigo). De igual manera, la Tabla peruana de composición de alimentos requiere 69.2 % de carbohidrato en los alimentos horneados (MINSA & Salud, 2017) por lo que nuestros resultados son inferiores a este requerimiento. Según Silveira y Salas, (2013). Afirma, a medida que se aumenta la sustitución de harina de trigo al elaborar pan molde, disminuyen el porcentaje de carbohidratos.

## CONCLUSIONES

La adición de pasta de seta "*Suillus luteus A.*" y harina de arracacha "*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*" ambos como sustituyente en un 20% a la harina de trigo influye a las propiedades fisicoquímicas y análisis proximal del pan de molde.

las propiedades fisicoquímicas en relación a la pérdida de peso del pan de molde elaborada con sustitución parcial de harina de trigo con pasta de seta "*Suillus luteus A.*" y harina de arracacha "*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*" resultaron T1 (2.69%); T2 (6.11%); T3 (7.84%) y T4 (Control) (2.94%), donde, la formulación T3 y T4 tuvo una influencia significativa frente a T4 (control). Respecto al volumen, los valores encontrados fueron T1 (50.17 cc); T2 (93.18 cc); T3 (22.75 cc) y T4 (Control) (93.73 cc); en donde las diferentes formulaciones de PST y HAR tuvo una diferencia significativa con relación a la media de T4 (control).

Asimismo, se determinó el análisis proximal (humedad, proteínas, grasa, fibra, ceniza, carbohidratos) del pan de molde elaborada con harina de trigo, pasta de seta "*Suillus luteus A.*" y harina de arracacha "*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*". En el que, la humedad de pan molde se determinaron los siguientes valores, T1 (28.89 %); T2 (33.15%); T3 (33.39%) y T4 control (30.61%), donde, la adición parcial de HAR y PST afectan la humedad de pan molde. En cuanto a contenido de proteína se determinaron T1 (8.57%); T2 (9.95%); T3 (10.70%) y T4 control (7.91%), en el cual se demostró que los sustituyentes PST y HAR afectan el contenido de proteínas de pan de molde. Respecto al contenido de grasa de pan molde, las sustituciones parciales implicaron una diferencia significativa con la media del T4 (control). Con relación al contenido de fibra de pan molde, los valores determinados fueron: T1 (3.07 %); T2 (3.30 %); T3 (3.72 %) y T4 control (2.27 %), y se ha demostrado una diferencia estadística significativa frente al T4 (control). En lo que concierne al contenido de ceniza de pan molde, los valores promedio fueron: T1 (2.54%); T2 (2.61%); T3 (2.53%) y T4 Control (2.49%), dichos valores obtenidas han demostrado que no existe diferencia significativa frente al T4 (control). Finalmente, el contenido de carbohidratos de pan molde fueron T1 (55.44 %); T2 (49.75%); T3 (48.80%) y T4 control (54.14%), donde las formulaciones estudiadas revelan el efecto de PST Y HAR sobre el carbohidratos.

## RECOMENDACIONES

- Realizar estudio de la vida útil del pan tipo molde adicionada con pasta de seta “*Suillus luteus* A.” y harina de arracacha “*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*”, para establecer parámetros de almacenamiento y conservación del producto terminado.
- Realizar estudios sobre análisis sensorial del pan tipo molde adicionada con pasta de seta “*Suillus luteus* A.” y harina de arracacha “*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*” a fin de conocer la calidad organoléptica para su respectivo escalamento industrial.
- Realizar estudios de factibilidad para la instalación de una planta Agroindustrial para la elaboración de pan tipo molde elaborada con harina de trigo, pasta de seta “*Suillus luteus* A.” y harina de arracacha “*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*”.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. (1990). *Oficial methods of analysis 15 th edition*.
- Aguilar, J. (2011). Efecto de la harina de lenteja *Lens culinaris* sobre las propiedades reológicas y de panificación. *Ciencia U.A.Q*, 4-9.
- Alvarado, G. A., & Ochoa, L. (2010). *Tecnologías locales de producción de arracacha (Arracacia xanthorrhiza Bancroft)*. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica.
- Arroyave , S., L., M., & Esguerra Romero, C. (2006). *Utilización de la harina de quinua Chenopodiun quinua Willd en el proceso de panificación*. Bogota: Tesis de pre grado Universidad de la Salle, Bogota.
- Ayala Flores, M. M. (2014). *Determinación del contenido proteico y valor nutritivo en panes de quinua ‘panqui’ y panes de trigo, alas peruana*. Lima -Perú.
- Ayala, O. (2006). Proyecto de Pre factibilidad Para la Exportación de Hongos Secos (*Suillus luteus*). Quito-Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los alimentos*. México: Cuarta edición.
- Bello, J. (2000). *Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos*. Ediciones . Díaz de Santos. Madrid, España.
- Beltrán, M. (2005). Diseño de un deshidratador de hongos comestibles de 900 Kg de capacidad para la fundación grupo juvenil salinas. Sangolqui: Escuela politecnica del ejercito.
- Blanco, D., Fajardo, J., Verde, A., & Rodríguez, C. (2012). *Etnomicología de los Hongos del género Suillus*. Madrid: Obtenido de Bol. Soc. Micol. .
- Burgos Oliveros, H., Carlos Chávez Pereda, I., José Julca Hashimoto, I. L., & Amaya Robles, J. E. (2006). *Gerencia regional de recursos naturales y gestión del medio ambiente arracacha (arracacia xanthorrhiza bancroft) gerente regional de recursos naturales y gestión del medio ambiente*.
- Carbajal , G., & Ramírez , J. (2012). *Análisis proximal de alimentos*. Perú: Universidad Nacional del Santa.
- Carbajal Azcona, A. (2006). *Calidad nutricional de los huevos y relación con la salud*. Revista de nutrición, 73-76. Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-11-26-nutrpractica-2006.pdf>.
- Carranza Escudero, M. A., & Toro Goin, J. C. (2018). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (triticum spp) por harina de quinua (chenopodium quinoa) y harina de kiwicha*

- (*amaranthus caudatus*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de un pan de molde. Universidad Nacional del Santa Chimbote - Perú: Español.
- Carrillo, L. (2003). Microbiología agrícola. Argentina: Universidad Nacional de Santa.
- Cauvain, S., & Young, L. (2006). En Productos de panadería. Ciencia, Tecnología y Práctica. Zaragoza-España: Acriba, S.A.
- Céspedes Orosco, C. N. (2021). *Evaluación de las características nutricionales, físicas y sensoriales del pan molde con sustitución parcial de harina de basul (Erythrina edulis) germinado*. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Abancay - Apurímac: Español (Perú).
- Chanta Chocan, V. (2018). *Efecto de las fuentes y niveles de fertilización química orgánica y organo mineral sobre el rendimiento y calidad de trigo (triticum durum l.) var crow*, en el distrito de Pacaipampa- Ayabaca.
- Charley. (1992). *Tecnología de Alimentos – Procesos Físicos y Químicos en la Preparación de Alimentos*. México : Editorial Limusa S.A. .
- Collar , C., & Bollain , C. (2005). *Las relaciones entre los indicadores funcionales de masa durante los pasos para preparar pan en muestras formuladas*. Europea : Investigación Alimentaria Europea y Tecnología.
- De la Cruz, W. (2009). *Complementación protéica de harina de trigo Triticum aestivum L. por harina de quinua Chenopodium quinoa Willd y suero en pan molde y tiempo de vida útil*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- De la Horra A, E., Seghezzi M, L., Molfese, E., Ribotta P, D., & León A, E. (2012). *Indicadores de calidad de las harinas de trigo: índice de calidad industrial y su relación con ensayos predictivos*. Agriscientia.
- Debet R, M. (2006). *Tres clases de almidón; hinchazón del gránulo; influencia de proteínas de superficie y lípidos. Los polimeros de hidratos de carbono*.
- Donoso, J. (1989). Antecedentes sobre hongos comestibles . Temuco-Chile: Pontificia Universidad Católica.
- Edel , L., & Rosell, C. (2007 ). *De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica*. Córdoba, Argentina.
- Espinoza, E., & Ludeña, A. (2018). *Evaluación de la calidad del pan de molde enriquecido con harina de chía (Salvia hispánica L.) desgrasada y sin desgrasar. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial*. Universidad Nacional del Santa. Chimbote-Perú.

- Fabián V, U. (2012). *Potencialidad de Suillus luteus (L. Fries) Gray con fines comerciales en plantaciones de Pinus radiata D. Don en Jauja (tesis pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú.*
- FAO. (2011). *Los bosques para una mejor nutrición y seguridad alimentaria*. Recuperado de <http://www.fao.org/forestry/27978-0ddcf7e23b7cc072c0ebcf0bed9099e6f.pdf>.
- García , A., & Pacheco, E. (2007). *Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha (Arracacia xanthorrhiza B.)*. Medellín: Revista facultad Nacional de Agronomía.
- García , M. (2012). *Tecnología de Cereales*. Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias. Universidad de Granada: <https://goo.gl/oHGrHS>.
- García, A., Pacheco- Delahaye, E., Tovar, J., & Pérez, E. (2007). Caracterización fisicoquímica y funcional de las harinas de arracacha . *Ciencia y Tecnología Alimentaria*.
- Gutiérrez, E. (2017). *La masa de todas las mesas. Ciencia, tecnología y conceptos prácticos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Editora Gráfica Vega S.A.C. Lima-Perú.*
- Gutiérrez, M. Á. (2011). *Nueva aparcería en la producción de arracacha (Arracacia xanthorrhiza)*. Cajamarca - Colombia: NAELPA.
- Hernández, G., & Majem, S. (2010). *Libro blanco del pan*. Madrid, España: Médica Panamericana.
- Instituto Nacional de Calidad. (2015). *Norma Técnica Peruana NTP 205.064-2015 5(Revisada el 2020).Trigo.Harina de trigo para consumo humano.Requisitos*. Lima-perú.
- Juárez, Z., Bárcenas-Pozos, M., & Hernández, L. (2014). *El grano de trigo: características generales y algunas problemáticas y soluciones a su almacenamiento*.
- Lezcano, E. (2011). *Productos panificados. Alimentos*. Argentinos: Disponibilidad libre en [www.alimentosargentinos.gob.ar](http://www.alimentosargentinos.gob.ar) MinAgri.
- Melgarejo, E. (2014). Algunos usos de los hongos silvestres de Bolivia en el contexto Sudamericano. Cochabamba-Bolivia: Acta Nova.
- Meza J, M., & Alegre M, T. (2002). *El pan y su proceso de elaboración*. Redalyc.
- Millán, G. R. (2001). *“obtención de una Confitura a Base de Arracacha (Arracacia xanthorrhiza)” Tesis para optar el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias*. Lima - Perú: UNALM.
- MINSA, & Salud, I. N. (2017). *Tablas Peruanas de composición de alimentos . Lima, Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, Instituto Nacional de Salud*.
- Moorthy, S. (2002). *Propiedades fisico-químicas y funcionales de los almidones de tubérculos tropicales. El almidón*.

- Muñoz A, L., Alvarado G, A., & Almanza Merchán, P. J. (2015). *Caracterización preliminar del cultivo de arracacha *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft en el departamento de Boyacá. Revista de ciencias agrícolas.*
- Nielsen, S. (2003). *“Food Analysis”, Ed. Kluwer Academic/Plenum Publ.*
- Othón, S. (2013). *Química, almacenamiento, e industrialización de los cereales 2. AGT editor (2 da Ed) México.*
- Pacheco A, R. (2016). *“Elaboración de panes sin gluten utilizando harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd.*) y almidón de papa (*Solanum tuberosum*)”. Lima - Perú.*
- Paredes Calderón , J. C. (2018). *Influencia de la adición de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) y harina de tocosh sobre las características tecnológicas del pan de molde. Universidad Nacional del Santa Chimbote - Perú: Español (Perú).*
- Paucar L, M. (2016). *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por haria de soya en las características tecnológicas y sensoriales de cupcake destinados a niños de edad escolar. Obtenido de Scientia agropecuaria .*
- Pedroza, N. (2011). *Manual para el participante. Elaboración de masas Programa de Apoyo a la Mejora del Clima de Negocios e Inversiones en Nicaragua. Nicaragua.*
- Pérez, C. (2009). *Fungipedia, *Suillus luteus*.*
- Pulido, H. G. (2012). *Análisis de diseño de experiments. México: McGRAW-HILL/interamericana editores, S.A. de C.V.*
- Quaglia, G. (1991). *Ciencia y tecnología de la panificación. Zaragoza-España: Acribia.*
- Quintong, A., & Tenesaca, J. (2013). *Análisis dela retrogradación del pan molde blanco mediante métodos experimentales convencionales y análisis térmico. Quayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.*
- Rana M, K., & Kumar , S. (2017). *Arracacha. Vegetable Crops Science.*
- Reyes , M., Gómez, I., Espinoza, C., Bravo, F., & Ganoza, L. (2009). *Tablas Peruanas Composición de Alimentos. Lima: 8va edición Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, Perú.*
- Reyes Garcia, M., Sánchez Prieto, I. G., & Espinoza Barrientos, C. (2017). *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud.*
- Rodríguez Sandoval, E., Lascano, A., & Sandoval, G. (2012). *Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinua y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica.*
- Rojas , F. (2006). *Catálogo de plantas. La Paz- Bolivia: Fac. de Agronomía UMSA.*

- Rolando Wilson, A. G. (2021). *Sustitución parcial de la harina de trigo con harina de frijol palo (Cajanus cajan L.) germinado, en la elaboración de pan de molde, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Ucayali-Perú.*
- Sachun Tafur, A. M. (2020). *Efecto de la sustitución de la harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de chía (Salvia hispánica), harina de arracacha (Arracacia xanthorrhiza) y harina de quinua (Chenopodium quinoa willd), sobre las características químico proximal y propiedades. Universidad Cesar Vallejo: Español.*
- Sánchez, I. (2006). Raíces andinas, contribución al conocimiento y a la capacitación. Arracacha (Arracacia xanthorrhiza) caracterización y conservación de germoplasma. Cajamarca: Universidad Nacional Cajamarca.
- Serna Rivera , L. F., & Lopez Garcia, S. M. (2010). *Actualización del manual del laboratorio de análisis de alimentos del programa de tecnología química de la Universidad Tecnológica de Pereira. Universidad Tecnológica de Pereira facultad de Tecnología Escuela de Química.*
- Silveira, M., & Salas, M. (2013). *Pan formulado con adición de harina de chia. Brasil: Universidad Federal de Rio Grande, Rio Grande-Brasil .*
- Sosa, S. (2015). *Caracterización del contenido de almidón de residuos de pan para la obtención de jarabe de glucosa. (Tesis pregrado) Universidad Politécnica de Catalunya,,: Castelldefels.*
- Sullca, G. (2014). *Evaluación de la aceptabilidad y contenido proteico del pan con adición de pasta de hongo (Suillus luteus) y harina de lúcuma (Pouteria lúcuma). Huancavelica: Universidad.*
- Tasiguano Canchignia, B. L., & Villarreal Cruz, M. C. (2017). *Sustitución parcial de harina de trigo por harina de zapallo (Cucurbita máxima) en la elaboración de pan de molde con la adición de la enzima glucosa oxidasa utilizando metodología de superficie de respuesta. Universidad San Francisco de Quito, Colegio de ciencia e ingenierías; Quito, Ecuador,2017: Quito.*
- Tejero, F. (1992). *Panadería Española. Barcelona: Magnitud Editores.*
- Torija, I. M. (2015). *Principios inmediatos y elementos minerales en hongos. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Farmacias, departamento de Bromatología, toxicología y Análisis Químico Aplicado.*
- Valderrama, S. (2003). *Evaluación Nutricional de Galletas dulce de harina de trigo y maca. Lima.*



- Varela, G., Carbajal, A., & Beltrán, B. (1998). . *Del pan tradicional al pan de molde. Repercusiones nutricionales. Fundación Española de la Nutrición.*
- Vega , G. (2009). *Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales. Temas de Ciencia y Tecnología.*
- Velásquez Pera, M., & Obando Morales, L. E. (2017). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de alcachofa y harina de soja en la elaboración de pan de molde.* Universidad Nacional del Santa Chimbote - Perú: Español (Perú).
- Velezmoro, N. (2004). *Análisis de la variación morfológica e isoenzima de la colección Ecuatoriana de zanahoria blanca (Arrcacia xanthoriza Bancroft), Tesis, Facultad de Ingeniería Agronómica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,.* Ecuador.
- Yela Molina, A. A. (2004). *Determinación de proteínas, cenizas, sólidos totales, humedad, grado de imbibición, pH y cloruro de sodio de diferentes marcas de pan blanco tipo sandwich de consumo masivo en Guatemala . (tesis de pre grado) Universidad de San Carlos de Guatemala.*
- Zumbado, H. (2005). *Analisis quimicos de los alimentos, método clásicos.* Universidad de la Habana: Instituto de farmacia y alimentos.

## ANEXOS

### Anexo 01: matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Definición de operaciones y recolección de datos					
			Variables independientes	Indicador	Unidad	Disño-método:	Técnica	Instrumento
<p><b>Problema general</b> ¿Cuál es la influencia de la adición de pasta de seta (<i>Suillus luteus</i> A.) y harina de arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza Bancroft</i>) en las propiedades fisicoquímicas y análisis proximal de proteínas del pan tipo molde?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar la influencia de la adición de pasta de seta (<i>Suillus luteus</i> A.) y harina de arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza Bancroft</i>) en las propiedades fisicoquímicas y análisis proximal de proteínas del pan tipo molde.</p>	<p><b>Hipótesis general</b> La adición de pasta de seta (<i>Suillus luteus</i> A.) y harina de arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza Bancroft</i>) tienen influencia en las propiedades fisicoquímicas y análisis proximal de proteínas del pan tipo molde.</p>	<p><b>Variables independientes</b> Mezcla de pasta de seta (<i>Suillus luteus</i> A.) y harina de arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza Bancroft</i>) (T1=15%, T2=10%, T3=5%, T4= Control)</p>	%	g	Instrumental	Gravimétrica o Kjeldahl soxhlet	Balanza analítica
<p><b>Problemas específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ¿Cuál es la influencia de pasta de seta (<i>Suillus luteus</i> A.) y harina de arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza Bancroft</i>) en las propiedades fisicoquímicas de pérdida de peso volumen del pan tipo molde?</li> <li>▪ ¿Cuál es la influencia de pasta de seta (<i>Suillus luteus</i> A.) y harina de arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza Bancroft</i>) en el análisis proximal de humedad proteínas grasa fibra ceniza carbohidratos del pan tipo molde?</li> </ul>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Determinar la influencia de la adición de pasta de seta (<i>Suillus luteus</i> A.) y harina de arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza Bancroft</i>) en las propiedades fisicoquímicas pérdida de peso volumen del pan tipo molde</li> <li>▪ Determinar la influencia de la adición de pasta de seta (<i>Suillus luteus</i> A.) y harina de arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza Bancroft</i>) sobre el análisis proximal humedad proteínas grasa fibra ceniza carbohidratos del pan tipo molde</li> </ul>	<p><b>Hipótesis específica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La adición de pasta de seta (<i>Suillus luteus</i> A.) y harina de arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza Bancroft</i>) tienen influencia en las propiedades fisicoquímicas de pérdida de peso volumen del pan tipo molde.</li> <li>▪ La adición de pasta de seta (<i>Suillus luteus</i> A.) y harina de arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza Bancroft</i>) tienen influencia en el análisis proximal de humedad proteínas grasa fibra ceniza carbohidratos del pan tipo molde.</li> </ul>	<p><b>Variable dependiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Propiedades fisicoquímicas de pérdida de peso volumen del pan tipo molde.</li> <li>▪ Análisis proximal de humedad proteínas grasa fibra ceniza carbohidratos del pan tipo molde.</li> </ul>	Peso volumen análisis químico proximal	g cm <sup>3</sup>	Experimental Muestras		

## Anexo 02: tratamiento (T1) de análisis fisicoquímicas



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

## INFORME DE ANÁLISIS

Nº0163-21-LAQ

SOLICITANTE: MAUCAYLLE SOPANTA SANTOS  
INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE MARIA ARGUEDAS ANDAHUAYLAS  
TESIS : INFLUENCIA DE ADICION DE PASTA DE SETA(Suillus luteus a.) Y HARINA DE ARRACACHA(Arracacia xanthorrhiza brancoft)EN LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y ANALISIS PROXIMAL DE PROTEINAS DEL PAN TIPO MOLDE.  
MUESTRA : PAN TIPO MOLDE T<sub>1</sub>  
FECHA : C/16/09/2021  
RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	Y <sub>1,1</sub>	Y <sub>1,2</sub>	Y <sub>1,3</sub>	Y <sub>1,4</sub>
Humedad %	29.17	29.25	30.05	27.07
Proteína %	8.45	8.70	8.62	8.52
Grasa %	4.52	4.58	4.64	4.50
Ceniza %	2.54	2.54	2.57	2.52
Fibra %	3.06	2.96	3.10	3.14
Carbohidratos %	55.32	54.93	54.12	57.39
Volumen cc	3974	3890	3855	3916
PPPP g.	2.92	2.71	2.30	2.82

PPPP: Pérdida de peso en el proceso del Pan.

ANALISIS MODERNO DE ALIMENTOS F.L.HART/I.J.FISHER

Cusco, 05 de Noviembre 2021

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
Unidad de Prestación de Servicios de Análisis  
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO  
*Marquides Herrera Arcoña*  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

**Anexo 03: tratamiento (T2) de análisis fisicoquímicas**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0164-21-LAQ

**SOLICITANTE:** MAUCAYLLE SOPANTA SANTOS  
**INSTITUCION:** UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE MARIA ARGUEDAS ANDAHUAYLAS  
**TESIS :** INFLUENCIA DE ADICION DE PASTA DE SETA(Suillus luteus a.) Y HARINA DE ARRACACHA (Arracacia xanthorrhiza brancoft)EN LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y ANALISIS PROXIMAL DE PROTEINAS DEL PAN TIPO MOLDE.  
**MUESTRA :** PAN TIPO MOLDE T2  
**FECHA :** C/16/09/2021

**RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:**

	Y2,1	Y2,2	Y2,3	Y2,4
Humedad %	32.00	34.26	33.33	33.00
Proteína %	9.83	9.90	9.96	10.12
Grasa %	4.58	4.52	4.46	4.62
Ceniza %	2.64	2.58	2.65	2.55
Fibra %	3.28	3.32	3.35	3.25
Carbohidratos %	50.95	48.74	49.60	49.71
Volumen cc	4289	4258	4392	4166
PPPP g.	5.12	6.80	7.10	5.40

PPPP: Pérdida de peso en el proceso del Pan.

ANALISIS MODERNO DE ALIMENTOS F.L.HART/ I.J.FISHER

Cusco, 05 de Noviembre 2021

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
Unidad de Prestación de Servicios Análisis

*[Signature]*  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO

LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO

**Anexo 04: tratamiento (T3) de análisis fisicoquímicas**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0165-21-LAQ

**SOLICITANTE:** MAUCAYLLE SOPANTA SANTOS  
**INSTITUCION:** UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE MARIA ARGUEDAS ANDAHUAYLAS  
**TESIS :** INFLUENCIA DE ADICION DE PASTA DE SETA(Suillus luteus a.) Y HARINA DE ARRACACHA (Arracacia xanthorrhiza brancoft)EN LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y ANALISIS PROXIMAL DE PROTEINAS DEL PAN TIPO MOLDE.  
**MUESTRA :** PAN TIPO MOLDE T3  
**FECHA :** C/16/09/2021  
**RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:**

	Y3,1	Y3,2	Y3,3	Y3,4
Humedad %	33.01	33.59	33.89	33.06
Proteína %	10.83	10.52	10.74	10.69
Grasa %	4.60	4.57	4.55	4.64
Ceniza %	2.54	2.55	2.64	2.38
Fibra %	3.60	3.71	3.77	3.80
Carbohidratos %	49.02	48.77	48.18	49.23
Volumen cc	4328	4330	4375	4358
PPPP g.	7.10	8.16	8.50	7.58

PPPP: Pérdida de peso en el proceso del Pan.

ANALISIS MODERNO DE ALIMENTOS F.L.HART/I.J.FISHER

Cusco, 05 de Noviembre 2021

  
 Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 Unidad de Prestación de Servicios de Análisis  
**Melquiades Herrera Arivilca**  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO



## Anexo 05: tratamiento (T4) de análisis físicoquímicas



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

## INFORME DE ANÁLISIS

Nº0166-21-LAQ

**SOLICITANTE:** MAUCAYLLE SOPANTA SANTOS  
**INSTITUCION:** UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE MARIA ARGUEDAS ANDAHUAYLAS  
**TESIS :** INFLUENCIA DE ADICION DE PASTA DE SETA(*Suillus luteus* a.) Y HARINA DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza* brancoft) EN LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y ANALISIS PROXIMAL DE PROTEINAS DEL PAN TIPO MOLDE.  
**MUESTRA :** PAN TIPO MOLDE T4  
**FECHA :** C/16/09/2021

### RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	Y4,1	Y4,2	Y4,3	Y4,4
Humedad %	29.52	31.85	30.85	30.20
Proteína %	7.90	7.98	7.83	7.94
Grasa %	4.92	4.95	4.80	4.72
Ceniza %	2.52	2.47	2.50	2.47
Fibra %	2.28	2.20	2.33	2.26
Carbohidratos %	55.14	52.75	54.02	54.64
Volumen cc	5105	5247	5292	5116
PPPP g.	2.59	3.40	2.66	3.10

PPPP: Pérdida de peso en el proceso del pan

ANALISIS MODERNO DE ALIMENTOS F.L.HART/I.J.FISHER

Cusco 05 de Noviembre 2021



**Anexo 06: Datos de pérdida de peso de pan de molde**

Tratamiento	Pérdida de peso (g)			
	R1	R2	R3	R4
T1	2.92	2.71	2.30	2.82
T2	5.12	6.80	7.10	5.40
T3	7.10	8.16	8.50	7.58
T4	2.59	3.40	2.66	3.10

**Anexo 07: Datos de volumen pan de molde**

Tratamiento	Volumen cc			
	R1	R2	R3	R4
T1	3974	3890	3855	3916
T2	4289	4258	4392	4166
T3	4328	4330	4375	4358
T4	5105	5247	5292	5116

**Anexo 08: Datos de humedad en el pan de molde**

Tratamiento	Humedad %			
	R1	R2	R3	R4
T1	29.17	29.25	30.05	27.07
T2	32.00	34.26	33.33	33.00
T3	33.01	33.59	33.89	33.06
T4	29.52	31.85	30.85	30.20

### **Anexo 09: Datos de proteína en el pan de molde**

Tratamiento	Proteína %			
	R1	R2	R3	R4
T1	8.45	8.70	8.62	8.52
T2	9.83	9.90	9.96	10.12
T3	10.83	10.52	10.74	10.69
T4	7.90	7.98	7.83	7.94

### **Anexo 10: Datos de grasa en el pan de molde**

Tratamiento	Grasa %			
	R1	R2	R3	R4
T1	4.52	4.58	4.64	4.50
T2	4.58	4.52	4.46	4.62
T3	4.60	4.57	4.55	4.64
T4	4.92	4.95	4.80	4.72

### **Anexo 11: Datos de fibra en el pan de molde**

Tratamiento	Fibra %			
	R1	R2	R3	R4
T1	3.06	2.96	3.10	3.14
T2	3.28	3.32	3.35	3.25
T3	3.60	3.71	3.77	3.80
T4	2.28	2.20	2.33	2.26



### Anexo 12: Datos de ceniza en el pan de molde

Tratamiento	Ceniza %			
	R1	R2	R3	R4
T1	2.54	2.54	2.57	2.52
T2	2.64	2.58	2.65	2.55
T3	2.54	2.55	2.64	2.38
T4	2.52	2.47	2.50	2.47

### Anexo 13: Datos de carbohidrato en el pan de molde

Tratamiento	Carbohidratos %			
	R1	R2	R3	R4
T1	55.32	54.93	54.12	57.39
T2	50.95	48.74	49.60	49.71
T3	49.02	48.77	48.18	49.23
T4	55.14	52.75	54.02	54.64

### Anexo 14: Análisis de Varianza y comparación de media de los tratamientos para pérdida de peso del pan de molde.

#### Resumen Estadístico

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coficiente de Variación</i>
T1	4	2.6875	0.272198	0.10
T2	4	6.105	0.99	0.16
T3	4	7.835	0.619973	0.08
T4	4	2.9375	0.382132	0.13
Total	16	4.89125	2.30946	0.47

## Tabla ANOVA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	75.25	3	25.0833	63.32	0.0000
Intra grupos	4.75375	12	0.396146		
Total (Corr.)	80.0038	15			

## Comparaciones múltiples de Dunnet con un control

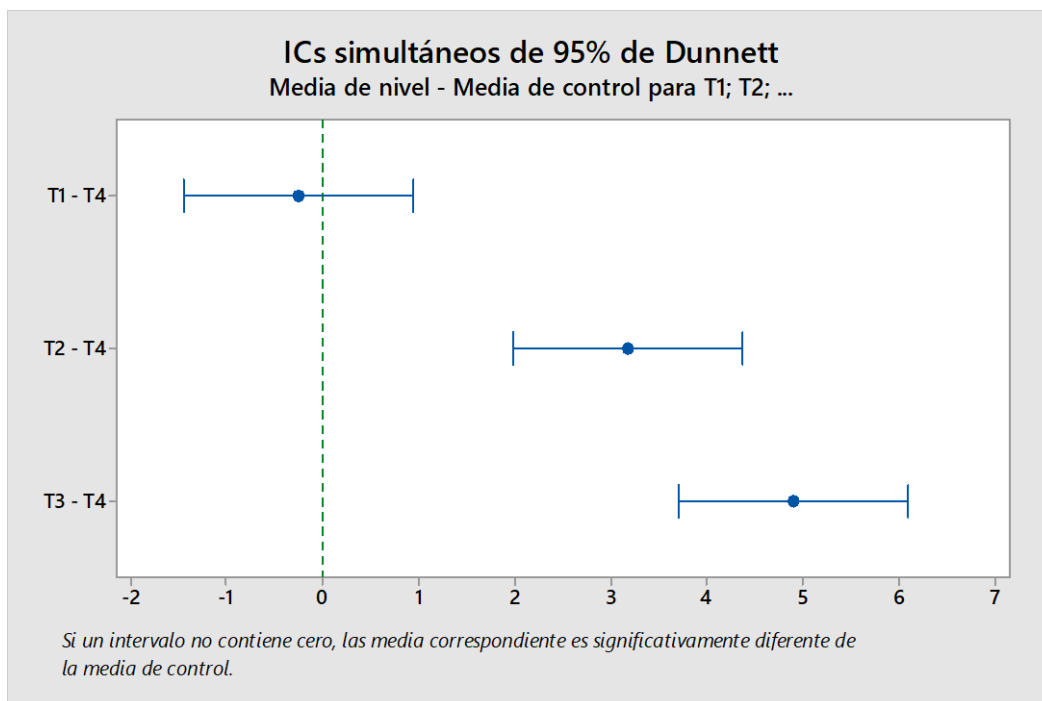
Factor	N	Media	Agrupación
T4 (control)	4	2.938	A
T3	4	7.835	
T2	4	6.105	
T1	4	2.688	A

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

## Pruebas simultáneas de Dunnett para la media de nivel – Media de control

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias			Valor T	Valor p ajustado
	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%		
T1 - T4	-0.250	0.445	(-1.444; 0.944)	-0.56	0.897
T2 - T4	3.168	0.445	(1.973; 4.362)	7.12	0.000
T3 - T4	4.897	0.445	(3.703; 6.092)	11.00	0.000

Nivel de confianza individual = 98.01%



### Anexo 15: Análisis de Varianza y comparación de media de los tratamientos para medida del volumen del pan de molde.

#### Resumen Estadístico

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>
T1	4	3908.75	50.1689	1.2835%
T2	4	4276.25	93.1822	2.17906%
T3	4	4347.75	22.7505	0.52327%
T4	4	5190.0	93.7266	1.80591%
Total	16	4430.69	488.557	11.0267%

#### Tabla ANOVA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	3.51882E6	3	1.17294E6	228.84	0.0000
Intra grupos	61506.2	12	5125.52		
Total (Corr.)	3.58032E6	15			

### Comparaciones múltiples de Dunnett con un control

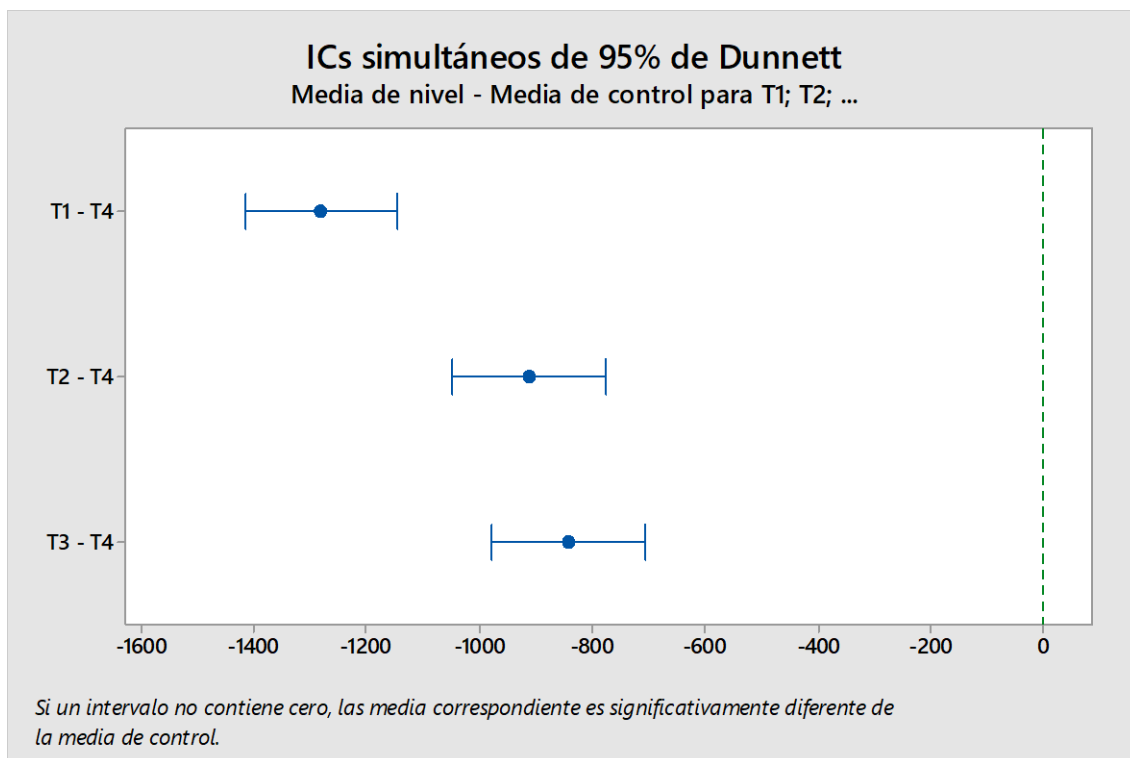
<i>Factor</i>	<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>Agrupación</i>
T4 (control)	4	5190.0	A
T3	4	4347.8	
T2	4	4276.3	
T1	4	3908.8	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

### Pruebas simultáneas de Dunnett para la media de nivel – Media de control

	Diferencia				Valor p
Diferencia de niveles	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	ajustado
T1 - T4	-1281.3	50.6	(-1417.1; -1145.4)	-25.31	0.000
T2 - T4	-913.8	50.6	(-1049.6; -777.9)	-18.05	0.000
T3 - T4	-842.3	50.6	( -978.1; -706.4)	-16.64	0.000

Nivel de confianza individual = 98.01%



**Anexo 16: Análisis de Varianza y comparación de media de los tratamientos para humedad en el pan de molde.**

**Resumen Estadístico**

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>
T1	4	28.885	1.27356	4.40909%
T2	4	33.1475	0.932644	2.81362%
T3	4	33.3875	0.425549	1.27457%
T4	4	30.605	0.99185	3.24081%
Total	16	31.5063	2.10767	6.68968%

**Tabla ANOVA**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	55.664	3	18.5547	<b>20.30</b>	<b>0.0001</b>
Intra grupos	10.97	12	0.914163		
Total (Corr.)	66.634	15			

### Comparaciones múltiples de Dunnett con un control

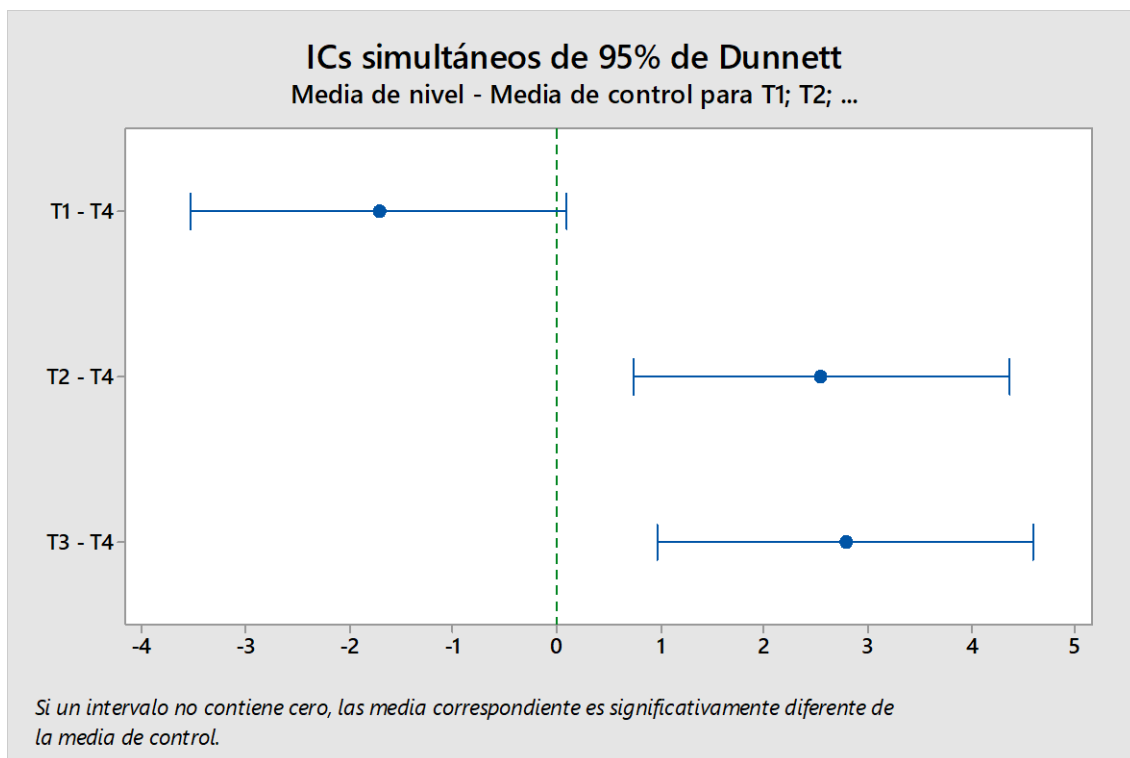
<i>Factor</i>	<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>Agrupación</i>
T4 (control)	4	30.605	A
T3	4	33.388	
T2	4	33.147	
T1	4	28.885	A

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

### Pruebas simultáneas de Dunnett para la media de nivel – Media de control

Diferencia de niveles	Diferencia			Valor T	Valor p ajustado
	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%		
T1 - T4	-1.720	0.676	(-3.534; 0.094)	-2.54	0.064
T2 - T4	2.542	0.676	( 0.729; 4.356)	3.76	0.007
T3 - T4	2.783	0.676	( 0.969; 4.596)	4.12	0.004

Nivel de confianza individual = 98.01%



## Anexo 17: Análisis de Varianza y comparación de media de los tratamientos para proteína en el pan de molde.

### Resumen Estadístico

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>
T1	4	8.5725	0.109962	1.28273%
T2	4	9.9525	0.123659	1.2425%
T3	4	10.695	0.130256	1.21792%
T4	4	7.9125	0.0639661	0.808419%
Total	16	9.28313	1.13858	12.2651%

### Tabla ANOVA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	19.3002	3	6.43341	<b>531.23</b>	<b>0.0000</b>
Intra grupos	0.145325	12	0.0121104		
Total (Corr.)	19.4455	15			

### Comparaciones múltiples de Dunnett con un control

Factor	N	Media	Agrupación
T4 (control)		7.9125	A
T3		10.6950	
T2		9.9525	
T1		8.5725	

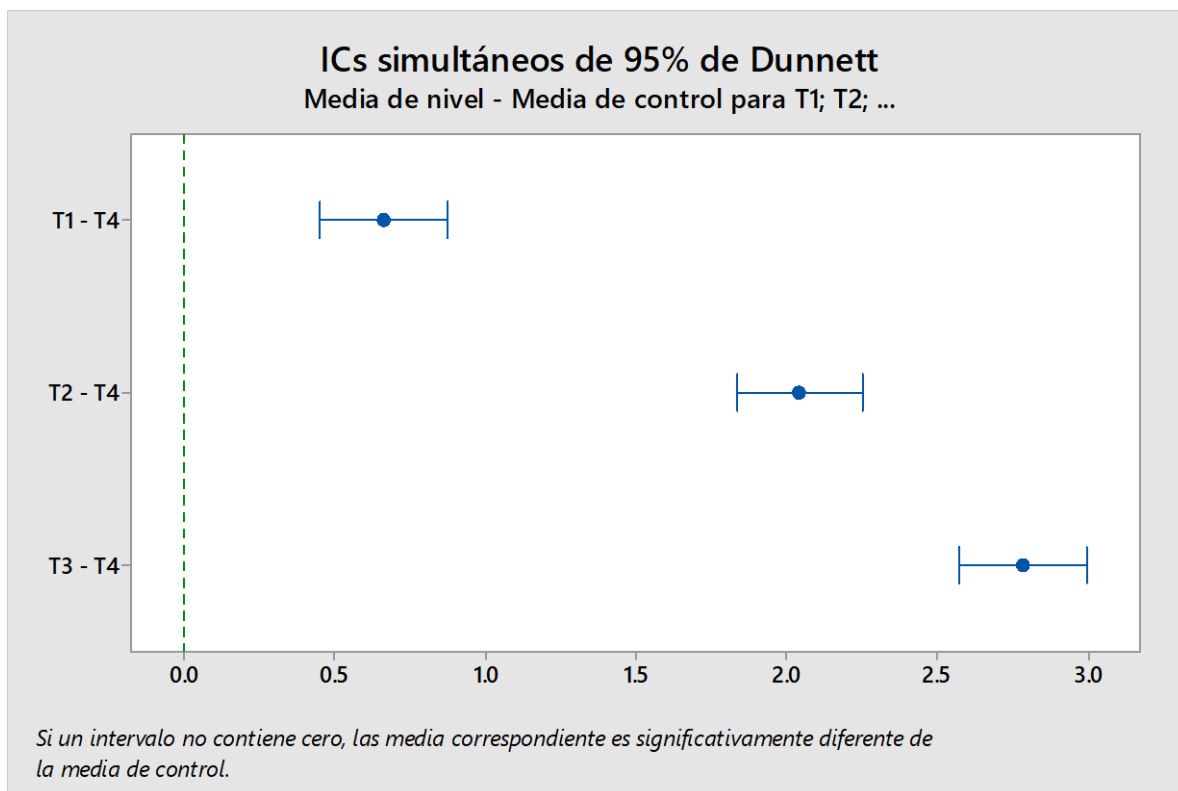
Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

### Pruebas simultáneas de Dunnett para la media de nivel – Media de control

Diferencia de niveles	Diferencia			Valor T	Valor p ajustado
	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%		
T1 - T4	0.6600	0.0778	(0.4512; 0.8688)	8.48	0.000
T2 - T4	2.0400	0.0778	(1.8312; 2.2488)	26.22	0.000
T3 - T4	2.7825	0.0778	(2.5737; 2.9913)	35.76	0.000

Nivel de confianza individual = 98.01%





## Anexo 18: Análisis de Varianza y comparación de media de los tratamientos para grasa en el pan de molde.

### Resumen Estadístico

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>
T1	4	4.56	0.0632456	1.38696%
T2	4	4.545	0.07	1.54015%
T3	4	4.59	0.0391578	0.853111%
T4	4	4.8475	0.106888	2.20501%
Total	16	4.63563	0.143572	3.09714%

### Tabla ANOVA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.243619	3	0.0812063	14.86	0.0002
Intra grupos	0.065575	12	0.00546458		
Total (Corr.)	0.309194	15			

### Comparaciones múltiples de Dunnett con un control

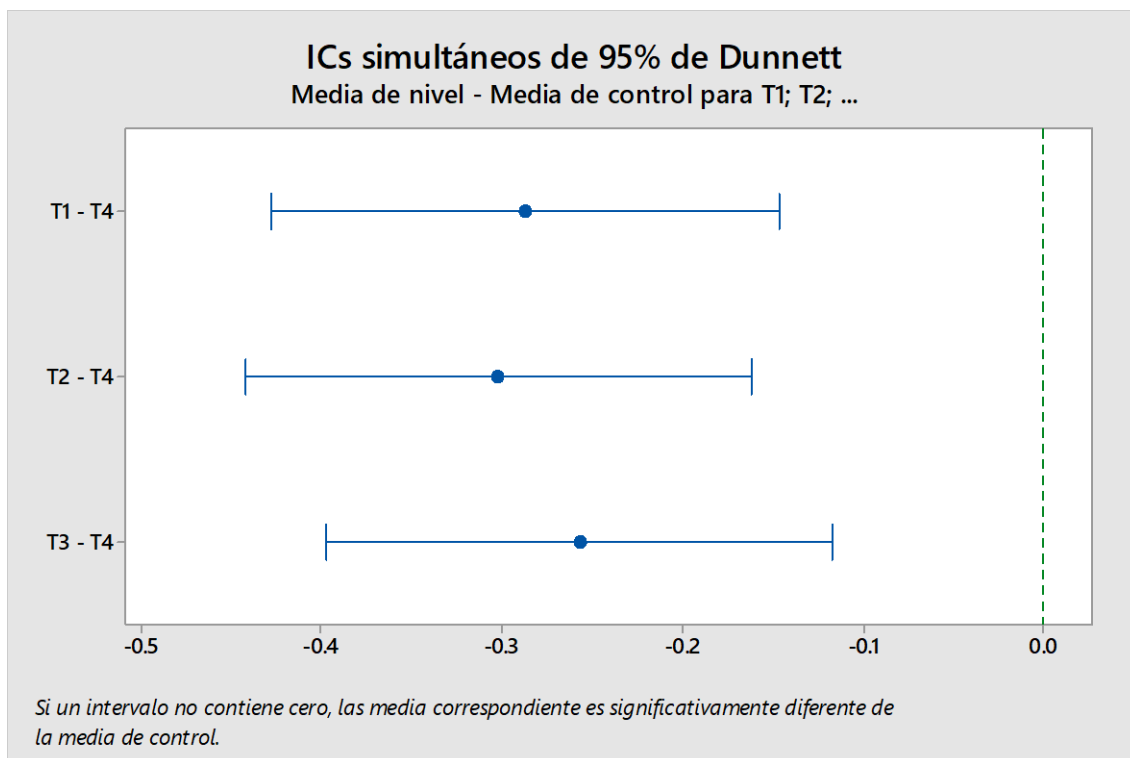
Factor	N	Media	Agrupación
T4 (control)	4	4.8475	A
T3	4	4.5900	
T1	4	4.5600	
T2	4	4.5450	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

### Pruebas simultáneas de Dunnett para la media de nivel – Media de control

Diferencia de niveles	Diferencia			Valor T	Valor p ajustado
	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%		
T1 - T4	-0.2875	0.0523	(-0.4277; -0.1473)	-5.50	0.000
T2 - T4	-0.3025	0.0523	(-0.4427; -0.1623)	-5.79	0.000
T3 - T4	-0.2575	0.0523	(-0.3977; -0.1173)	-4.93	0.001

Nivel de confianza individual = 98.01%



## Anexo 19: Análisis de Varianza y comparación de media de los tratamientos para fibra en el pan de molde.

### Resumen Estadístico

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>
T1	4	3.065	0.0772442	2.5202%
T2	4	3.3	0.0439697	1.33241%
T3	4	3.72	0.0883176	2.37413%
T4	4	2.2675	0.0537742	2.37152%
Total	16	3.08813	0.549439	17.792%

### Tabla ANOVA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	4.47247	3	1.49082	<b>320.75</b>	<b>0.0000</b>
Intra grupos	0.055775	12	0.00464792		
Total (Corr.)	4.52824	15			

### Comparaciones múltiples de Dunnett con un control

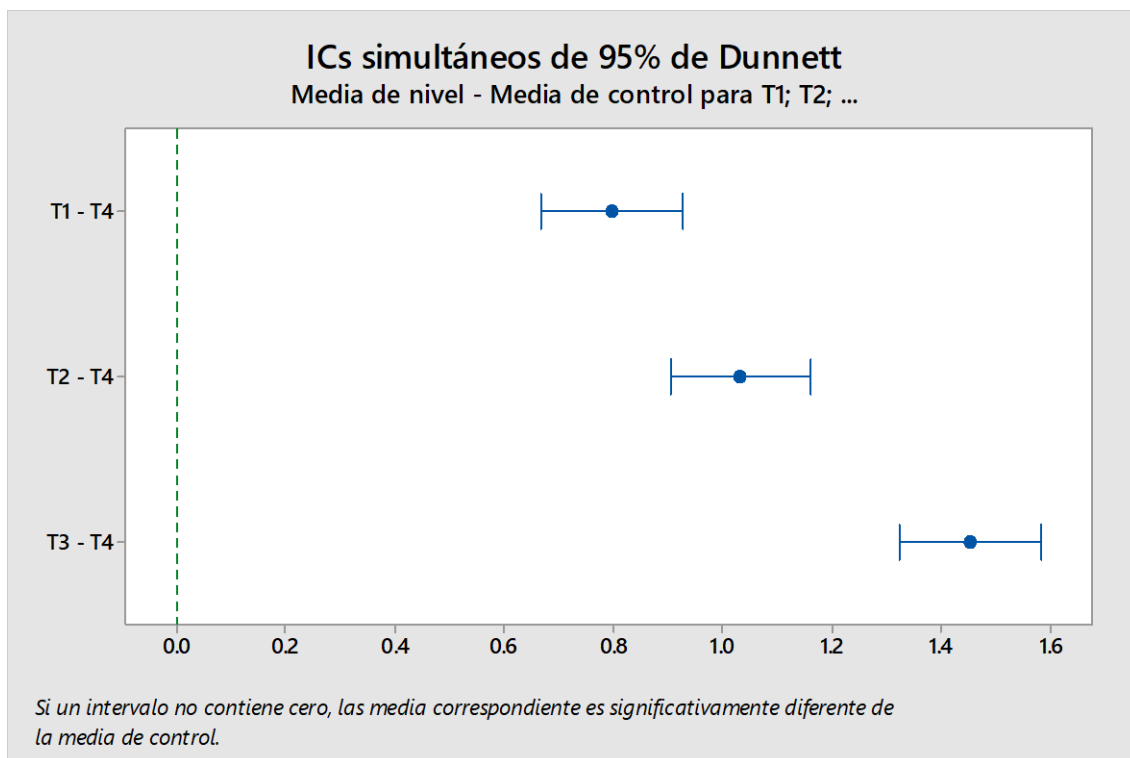
Factor	N	Media	Agrupación
T4 (control)	4	2.2675	A
T3	4	3.7200	
T2	4	3.3000	
T1	4	3.0650	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

### Pruebas simultáneas de Dunnett para la media de nivel – Media de control

Diferencia					
Diferencia de niveles	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
T1 - T4	0.7975	0.0482	(0.6682; 0.9268)	16.54	0.000
T2 - T4	1.0325	0.0482	(0.9032; 1.1618)	21.42	0.000
T3 - T4	1.4525	0.0482	(1.3232; 1.5818)	30.13	0.000

Nivel de confianza individual = 98.01%



**Anexo 20: Análisis de Varianza y comparación de media de los tratamientos para ceniza en el pan de molde.**

**Resumen Estadístico**

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>
T1	4	2.5425	0.0206155	0.810837%
T2	4	2.605	0.0479583	1.84101%
T3	4	2.5275	0.108128	4.27806%
T4	4	2.49	0.0244949	0.983731%
Total	16	2.54125	0.0695581	2.73716%

**Tabla ANOVA**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.027525	3	0.009175	2.44	0.1144
Intra grupos	0.04505	12	0.00375417		
Total (Corr.)	0.072575	15			

### Comparaciones múltiples de Dunnett con un control

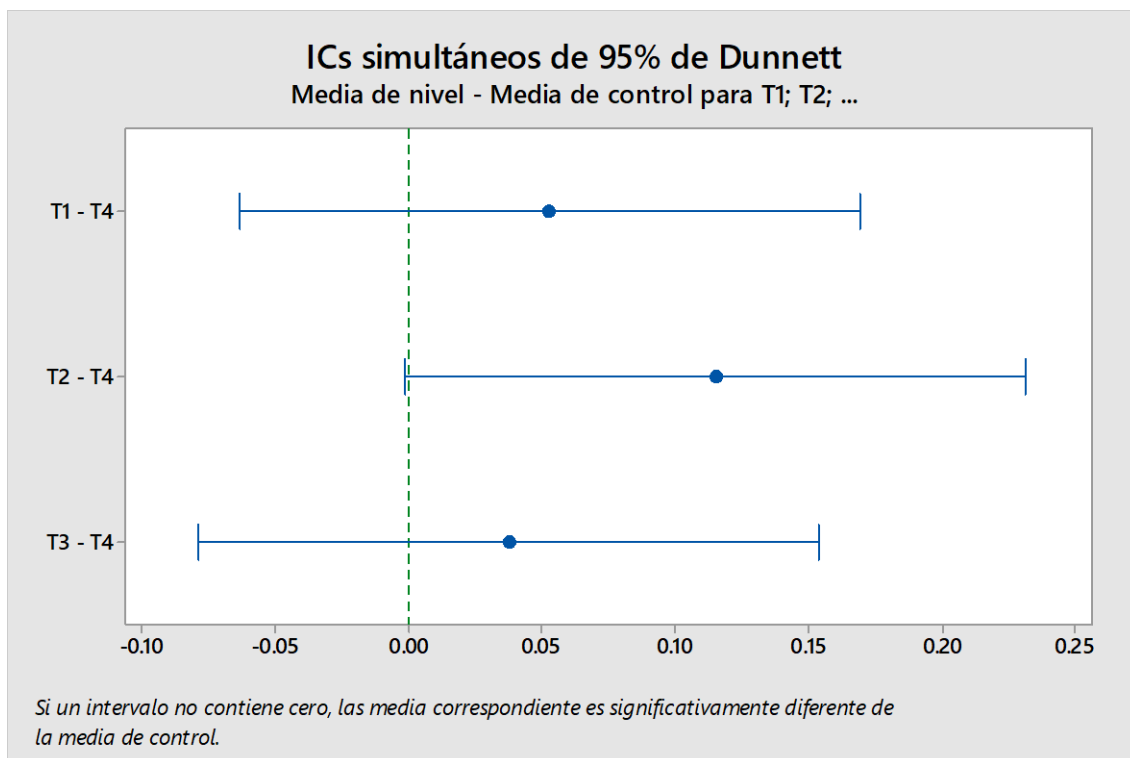
Factor	N	Media	Agrupación
T4 (control)	4	2.4900	A
T2	4	2.6050	A
T1	4	2.5425	A
T3	4	2.5275	A

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

### Pruebas simultáneas de Dunnett para la media de nivel – Media de control

Diferencia de niveles	Diferencia			Valor T	Valor p ajustado
	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%		
T1 - T4	0.0525	0.0433	(-0.0637; 0.1687)	1.21	0.504
T2 - T4	0.1150	0.0433	(-0.0012; 0.2312)	2.65	0.053
T3 - T4	0.0375	0.0433	(-0.0787; 0.1537)	0.87	0.725

Nivel de confianza individual = 98.01%



## Anexo 21: Análisis de Varianza y comparación de media de los tratamientos para carbohidrato en el pan de molde.

### Resumen Estadístico

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>
T1	4	55.44	1.39277	2.51221%
T2	4	49.75	0.909982	1.82911%
T3	4	48.8	0.454093	0.930517%
T4	4	54.1375	1.03223	1.90668%
Total	16	52.0319	3.04327	5.84886%

### Tabla ANOVA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	126.804	3	42.2679	<b>41.85</b>	<b>0.0000</b>
Intra grupos	12.1187	12	1.00989		
Total (Corr.)	138.922	15			

### Comparaciones múltiples de Dunnett con un control

Factor	N	Media	Agrupación
T4 (control)	4	54.138	A
T1	4	55.440	A
T2	4	49.750	
T3	4	48.800	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

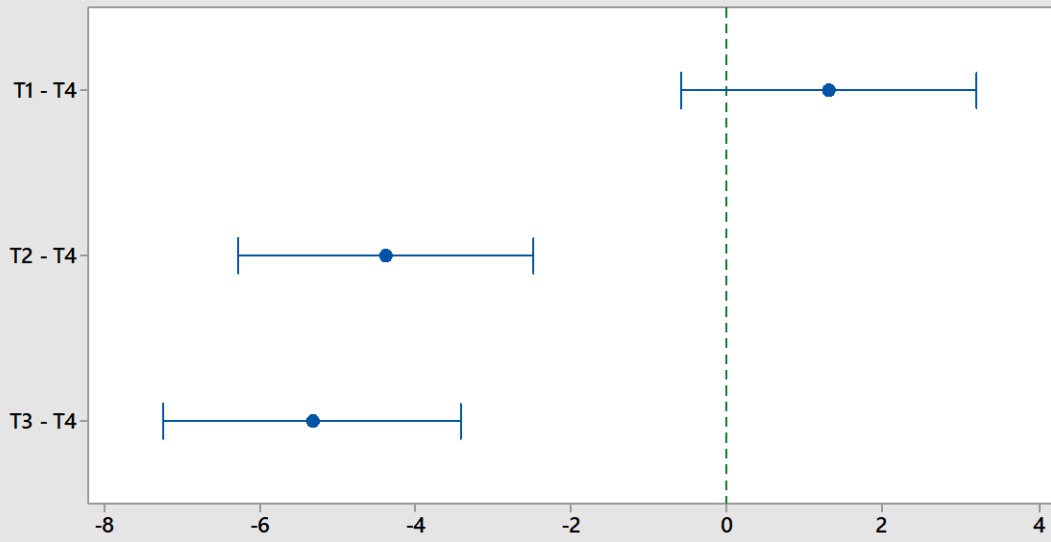
### Pruebas simultáneas de Dunnett para la media de nivel – Media de control

Diferencia de niveles	Diferencia			Valor T	Valor p ajustado
	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%		
T1 - T4	1.302	0.711	(-0.604; 3.209)	1.83	0.210
T2 - T4	-4.388	0.711	(-6.294; -2.481)	-6.17	0.000
T3 - T4	-5.338	0.711	(-7.244; -3.431)	-7.51	0.000

Nivel de confianza individual = 98.01%



**ICs simultáneos de 95% de Dunnett**  
Media de nivel - Media de control para T1; T2; ...



*Si un intervalo no contiene cero, las media correspondiente es significativamente diferente de la media de control.*

**Anexo 22: la medición de los ingredientes se realizó para la elaboración de pan tipo molde**



Foto 01: se pesó los ingredientes de harina de trigo, harina arracacha, pasta seta y otros insumos.



Foto 02: muestras calculadas de harina de trigo, harina arracacha, pasta seta y otros ingredientes.



Foto 03: se realizó la adición de insumos.



Foto 04: realizó premezclado de insumos.

## Anexo 23: el proceso de amasado y sobado de insumos



Fotos 05: de esta manera se ejecutó el amasado y sobado de insumos en la maquina.



Foto 06: naturalmente se realizó la eliminación de gas en la masa fermentada.



Foto 07: se hizo la forma del molde a la masa fermentada.



Foto 08: a continuación se estiró a la masa fermentada para dar forma.

**Anexo 24: se realizó el proceso de moldeado a la masa fermentada**



Foto 09: la masa fermentada tiene la forma cilíndrica cuadrada.



Foto 10: la masa fermentada se colocó en el molde.



Foto 11: la masa esta en proceso de fermentación en el molde.



Foto 12: se programó e implementó el calentamiento de horno eléctrico.



## Anexo 25: la cocción se realizó en un horno eléctrico



Foto 13: la masa de molde se cargó al coche porta bandeja.



Foto 14: se colocó la masa de molde cargado en coche porta bandeja y se metió en el horno.



Foto 15: el coche de porta bandeja con contenido de pan molde fue retirado del horno eléctrico.



Foto 16: se descargó del coche de porta bandeja con contenido de pan molde para enfriamiento.

## Anexo 26: la obtención de pan tipo molde



Foto 17: en última instancia se realiza el proceso de enfriamiento del pan molde.



Foto 18: como resultado se envasó el pan tipo molde.