UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*) POR HARINA SUCEDÁNEA DE SACHA PAPA MORADA *(Dioscorea trífida)* EN LA ELABORACIÓN DE PAN.

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

Bach. Jimmy Jair Acuña Osores

ASESOR:

Ing. Mg. José Flores Flores

CO-ASESOR:

Ing. Jhean Boris Quispe Suarez

Yarinacocha – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA

ACTA 16. ACTA DE CALIFICACION DE LA SUSTENTACION DE LA TESIS

En la sala destinada para la sustentación de tesis, campus universitario de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, Ubicada en el distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, ciudad capital de Pucallpa, a las 12:30 horas, del día 30 de diciembre del 2019, se reunió el jurado de tesis, presidido por la Ing. IRIS OLIVIA RUIZ YANCE, e integrado por el Ing. VITELIO ASENCIOS TARAZONA y el Ing. BORIS MIRKO CHAVEZ CABELLOS, en calidad de miembros, con la exclusiva finalidad de evaluar la sustentación de la tesis titulada: **"SUSTITUCION PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*) POR HARINA SUCEDANEA DE SACHAPAPA MORADA (*Dioscorea trífida*) EN LA ELABORACION DE PAN"**, cuya responsabilidad corresponde al Bachiller en ingeniería agroindustrial: **JIMMY JAIR ACUÑA OSORES**, a fin de optar el título Profesional de: INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Terminada la sustentación, el autor de la tesis respondió a las preguntas formuladas por los miembros del jurado, cuya evaluación se consolida según la tabla y parámetros cuantitativos que sigue:

Presidente	Ing. IRIS OLIVIA RUIZ YANCE	21
Miembro	Ing. VITELIO ASENCIOS TARAZONA	21
Miembro	Ing. BORIS MIRKO CHAVEZ CABELLOS	26
	PROMEDIO	23

El jurado después de deliberar y calibrar los aportes de la tesis y la fundamentación del sustentante, compatibilizó el resultado cuantitativo con la tabla cualitativa equivalente sobre los aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declarando la sustentación como APROBADO, asignándole un calificativo de Veintitrés puntos, según el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia.

Siendo las 14:30 p.m. del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad.

..... ***Ing IRIS OLIVIA RUIZ YANCE*** Docente DAAI Presidente	..... ***Ing. VITELIO ASENCIOS TARAZONA*** Docente DAAI Secretario
..... ***Dr. BORIS MIRKO CHAVEZ CABELLOS*** Docente DAAI Miembro	

Nombre del asesor: Ing. JOSE FLORES FLORES

Distribución: integrantes del Jurado de Tesis, tesista, y archivo FICA (todas las firmas en original).

"*Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*"

CONSTANCIA

N°0045

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO TURNITIN

La Biblioteca Central, hace constar por la presente, que le informe Final (Tesis) titulado:

SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (TRITICUM SPP) POR HARINA SUCEDÁNEA DE SACHA PAPA MORADA (DIOSCOREA TRÍFIDA) EN LA ELABORACIÓN DE PAN.

Cuyo autor es : **ACUÑA OSORES, JIMMY JAIR.**

Facultad : FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Profesional : INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL.

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio, dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 11%.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecido en el **artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO**, aprobada con **RESOLUCIÓN N°164-2021-UNIA-CO**, el cual indica que no se debe superar el 24%. Se declara, que el trabajo de investigación: **SI contiene un porcentaje aceptable de similitud y/o plagio, por lo que SI se aprueba su originalidad.**

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 23/08/2021

Dr. Jc: ds Taylor Dávila Francia

DEDICATORIA

Antes que todo, quiero agradecer a Dios, por darme las fuerzas, necesarias y salud, además de toda su bondad y su infinito amor, para lograr el primer objetivo académico como profesional.

A mis padres, Gregorio Acuña y Olga Osores, por ser un pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación académica, y en toda la vida. Todas las lecciones importantes que se necesitan para vivir una vida haciendo las cosas correctamente, las aprendí de ellos, también a Jhean Boris Quispe Suarez por su apoyo incondicional.

Por todo el apoyo mantenido a través del tiempo.

A todas aquellas personas que se detuvieron a brindarme un momento de su tiempo para brindarme una mano.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres quienes son mi motor y mi mayor inspiración, que, a través de su amor, paciencia, buenos valores, ayudan a trazar mi camino.

A mis hermanos por el apoyo incondicional en mi vida, que, con su amor y respaldo, me ayudaron alcanzar mis objetivos.

Y por supuesto a mi asesor José Flores Flores quien alimentó esta investigación con sus conocimientos y guía desde el comienzo, además a mi querida Universidad y a todos los maestros, por permitirme concluir con una etapa de mi vida, gracias por la paciencia, y orientación.

ÍNDICE

Pg
I. INTRODUCCIÓN 1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA. 11
2.1 Generalidades. 11
2.2 Antecedentes. 11
2.3 Bases Teóricas 12
2.3.2. Dioscórea trífida Sacha papa morada 12
2.3.3. Descripción botánica y taxonómica de la Dioscórea trífida 13
2.3.4. Origen 13
2.3.5. Medio donde se desarrolla. 13
2.3.6. Clasificación taxonómica. 14
2.3.7. Fabricación de productos de panificación 14
2.3.8. Análisis sensorial 16
2.3.9. Análisis Químico proximal 18
III. MÉTODOS. 24
3.1 Etapas de la preparación de harina de Sacha papa morada 24
3.1.1. Selección de la materia prima 24
3.1.2. Lavado 24
3.1.3. Pelado 24
3.1.5. Secado 24
3.1.6. Molienda 26
3.1.7. Tamizado 26
3.1.8. Envasado 26
3.2 Elaboración de pan con cuatro sustituciones de harina de sachapapa morada. 26
3.2.1 Recepción de materia prima e insumos 26
3.2.2 Tamizado 26
3.2.3 Amasado 27
3.2.4 Fermentación y reposo. 28
3.2.5 Corte. 28
3.2.6 Horneado 28
3.2.7 Enfriamiento. 28
3.2.8 Almacenamiento 28
3.3. Evaluación sensorial del pan con cuatro sustituciones. 29
3.4. Análisis químico proximal de los tratamientos. 29
3.5. Procesamiento de datos. 29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES 30
4.1. Análisis químico proximal (proteínas, carbohidratos, grasas, cenizas y humedad) 30

4.1.1. Resultado de análisis para ensayo sin tratamiento (ST). 31
4.1.2. Resultado de análisis químico proximal del Tratamiento al 5% de sustitución (T1). 32
4.1.3. Resultado de análisis químico proximal para Tratamiento al 10% de sustitución (T2). 33
4.1.4. Resultado de análisis para Tratamiento 3 al 15% de sustitución (T3). 35
4.1.5. Resultado de análisis químico proximal para el Tratamiento al 20% de sustitución (T4). 36
4.2. Características Sensoriales. 37
4.2.1. Color 38
4.2.2. Olor 40
4.2.3. Sabor 42
4.2.4. Textura. 44
4.2.5. Ponderación promedio. 46
V. CONCLUSIONES 48
VI. RECOMENDACIONES. 49
VII. BIBLIOGRAFIA 50
VIII. ANEXOS 53

LISTA DE CUADROS

En el texto **pg**

Cuadro 1. Contenido en gramos de tratamientos……...26

Cuadro 2. Composición química proximal de las mezclas de harinas de trigo y de sachapapa morada en panes para diferentes niveles de sustitución……..30

Cuadro 3. Resultado de análisis para ensayo sin tratamiento……..31

Cuadro 4. Resultado de análisis para tratamiento 1 (T1)……..33

Cuadro 5. Resultado de análisis para tratamiento 1 (T1)……..…34

Cuadro 6. Resultado de análisis para tratamiento 3 (T3)……..35

Cuadro 7. Resultado de análisis para tratamiento 4 (T4)……36

Cuadro 8. Resultados de la evaluación sensorial del pan a diferentes sustituciones (tratamientos) mediante aplicación de la escala hedónica……38

Cuadro 9. Resultado de prueba no paramétrica de Friedman……40

Cuadro 10. Resultado de prueba de Tukey y Duncan para sub conjuntos homogéneos del atributo color……40

Cuadro 11. Resultado de prueba no paramétrica de Friedman……42

Cuadro 12. Resultado de prueba de Tukey y Duncan para sub conjuntos homogéneos del atributo olor……..42

Cuadro 13. Resultado de prueba no paramétrica de Friedman……44

Cuadro 14. Resultado de prueba no paramétrica de Friedman……45

Cuadro 15. Resultado de prueba de Tukey y Duncan para sub conjuntos homogéneos del atributo textura……46

Cuadro 16. Ponderación promedio de cada atributo……46

En el anexo

Cuadro 17. Formato de encuestas de escala de evaluación hedónica……...53

LISTA DE FIGURAS

En el texto **pg**

Figura 1. Flujo del proceso de preparación de harina de sachapapa morada……25

Figura 2. Flujo del proceso productivo para la elaboración de pan y con cuatro sustituciones……27

Figura 3. Resultados químico proximal en porcentaje de sustitución parcial de harina por harina de sachapapa a diferentes niveles……...31

Figura 4. Resultado de análisis para ensayo sin tratamiento……32

Figura 5. Resultado de análisis para tratamiento 1 (T1)……33

Figura 6. Resultado de análisis para tratamiento 2 (T2)……34

Figura 7. Resultado de análisis para tratamiento 3 (T3)……35

Figura 8. Resultado de análisis para tratamiento 4 (T4)……37

Figura 9. Resultados de la característica color en porcentaje a diferentes niveles……39

Figura 10. Resultados de la característica olor en porcentaje a diferentes niveles……...41

Figura 11. Resultados de la característica sabor en porcentaje a diferentes niveles……43

Figura 12. Resultados de la característica textura en porcentaje a diferentes niveles……..44

Figura 13. Ponderación promedio de cada atributo sensorial……..47

En el anexo

Figura 14. Análisis organoléptico de pan de Sacha papa morada (Dioscorea trífida) con las 4 proporciones. (1° panelista)……..……54

Figura 15. Análisis organoléptico de pan de Sacha papa morada (Dioscorea trífida) con las 4 proporciones. (2° panelista)……..……54

Figura 16. Certificados de caracterización fisicoquímica de pan de sacha papa morada (Dioscorea trífida) por el laboratorio Natura Analítica SAC……...55

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo, por harina de sachapapa morada *(Dioscorea trífida)* en la elaboración del pan, en los ambientes de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, para lo cual se formuló cuatro tratamientos (5%, 10%, 15% y 20% de sustitución), para determinar las sustancias nutricionales y la aceptabilidad de los consumidores a través de una encuesta de análisis sensoriales; los resultados obtenidos muestran que la sustitución al 10% y 15% son aceptadas por los panelistas de acuerdo a la encuesta enfocada en el análisis sensorial; sin embargo con los análisis químicos, los tratamientos del 5% y 20% de sustitución, presentan porcentajes de proteínas de 8.71% y 7.73% respectivamente, los cuales son superiores a los demás tratamientos. Considerando que la FAO (1985) establece que el porcentaje de proteínas necesarias para alimentos es de 6.25%; según este margen los resultados de todos los tratamientos fueron porcentajes de proteínas superiores, incluyendo el testigo. Con lo que se concluye que los tratamientos de mayor aceptación por los panelistas, reúnen las condiciones químicas y sensoriales óptimas. Con los resultados se demostró que los porcentajes de sustitución al 10% y al 15% obtuvieron mayor aceptación por los panelistas, y los de 5% y 20% son los más proteicos.

Palabras clave: Sachapapa morada, *Dioscorea trífida*, contenido nutricional, sustitución parcial.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of the partial replacement of wheat flour by purple sachapapa (*Dioscorea trifida*) flour in bread making, in the environments of the National Intercultural University of the Amazon, for which it was formulated four treatments (5%, 10%, 15% and 20% substitution), to determine nutritional substances and consumer acceptability through a sensory analysis survey; the results obtained show that the substitution at 10% and 15% are accepted by the panelists according to the survey focused on sensory analysis; however, with chemical analyzes, the 5% and 20% substitution treatments show protein percentages of 8.71% and 7.73% respectively, which are higher than the other treatments. Considering that the FAO (1985) establishes that the percentage of proteins necessary for food is 6.25%; According to this margin, the results of all the treatments were higher protein percentages, including the control. With which it is concluded that the treatments of greater acceptance by the panelists, meet the optimal chemical and sensory conditions. With the results, it was shown that the replacement percentages at 10% and 15% obtained greater acceptance by the panelists, and those of 5% and 20% are the most proteinic.

Keywords: Purple sachapapa, Dioscorea trifida, nutritional content, partial replacement.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años las regiones amazónicas han venido desarrollando y poniendo en valor los recursos naturales que posee, motivados por las corrientes industriales de Colombia y Brasil, que a la fecha son potencia latinoamericana en el desarrollo de la agroindustria en investigación de nuevos productos. En nuestro país el Perú existen productos muy singulares a cada región, dichos productos no vienen siendo investigados por lo que se desconocen muchas veces sus propiedades nutricionales, esto afecta el desarrollo agroindustrial, porque no se incentiva su cultivo y consumo; uno de estos productos es la sacha papa morada (*Dioscorea trífida*), que presenta un rendimiento promedio de 30.6 toneladas por hectáreas (Aguilera, 2013); y una pérdida de producción del 40 %; esto considerando que se limitan los precios de comercialización. Una alternativa para el aprovechamiento agroindustrial de *Dioscorea trífida*, es la elaboración de pan; sin embargo, esta posibilidad se limita por el escaso estudio, para lo cual se debe realizar pruebas que respondan al problema tales como: ¿Cómo influye la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum spp*) por harina de Sacha papa morada (*Dioscorea trífida)* en la producción del pan?. Por lo antes mencionado este estudio basó su investigación en los inconvenientes comerciales y de uso observada en la sacha papa morada *(Dioscorea trífida)*.

Es a partir de allí que se plantea como objetivo principal de esta investigación; la evaluación del efecto del reemplazo parcial de la harina de trigo (*Triticum spp*) por harina de sacha papa morada (*Dioscorea trífida*) durante la elaboración del pan, mientras que los objetivos específicos consistían en; secar y obtener harina integral de sacha papa morada, la evaluación de las características físico químicas de la harina de sacha papa morada y de los panes elaborados con cuatro formulaciones, finalizando con determinar el grado de aceptabilidad, mediante una prueba de análisis sensorial con la participación de 30 panelistas semi entrenados, el planteamiento de la hipótesis buscó demostrar el efecto de reemplazar la harina de trigo por harina de sacha papa morada, estableciendo que a mayor nivel de sustitución es el sabor, color y textura las que se ven influenciado y determinan el grado de aceptación en el consumidor.

El resultado de la investigación busca plantear una alternativa más en la disminución de la dependencia del 100% de la harina de trigo en el proceso de producción de pan y de valorar la producción de materias primas nativas.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

2.1 Generalidades.

La sacha papa morada *(Dioscorea trífida)* es una especie que se cultiva en suelos tropicales, cuyos tallos volubles son delgados, desarrollando en la parte izquierda entre dos (2) a ocho (8) conexiones membranosas llamados alas, siendo en la parte inferior del tallo los más desarrollados. Los frutos son consumidos igual como se consume la papa andina, en la alimentación básica una vez cocinada como complemento en sopas, guisos, en forma de hojuelas crocantes y en forma de bebida fermentada (Masato) (Bendezu 2012).

2.2 Antecedentes.

Arias (2015) evaluó el: “Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de banano en las características de masa y pan”. Determinó que la sustitución de hasta un 15% con harina de *banano* fue calificado como harina para panificación. Por otro lado, la evaluación sensorial reportó una aceptación hasta un 20%. Respecto a la aptitud panadera, encontró que sustituciones de 0, 5 y 10%, fueron las únicas que cumplieron con la norma.

Ballat (2014), empleó harina de soja integral y harina de mandioca; mediante el análisis nutricional básico de las harinas empleadas, donde la harina de soja era mejor nutricionalmente por su alto contenido en proteínas y lípidos, mientras que la harina de mandioca era un producto fundamentalmente rico en hidratos de carbono. Realizó una sustitución de la harina de trigo hasta un 30% por harina de soja y/o mandioca en concentraciones entre 0% y 30%. Determinó el efecto negativo en la elaboración de pan de la soja. Los resultados de la prueba de aceptación mediante escala hedónica y la ordenación por preferencias, indicaron que el pan que incorporaba tanto soja como mandioca era el que más se acercaba en la apreciación sensorial al pan de referencia, 100% trigo. El pan elaborado con una harina compuesta con un 30% de harina de mandioca era peor valorada, aunque su sabor era más apreciado que la formulación que incorporaba soja.

Matos y Muñoz (2010), En su trabajo de investigación, utilizaron 3 formulaciones con diferentes porcentajes de sustitución (10%, 20%, 30%). Los análisis que ellos realizados para el producto final fueron contenidos de proteína, ceniza, análisis microbiológico y sensorial. Donde resultó el 30% de sustitución con mayor cantidad de proteínas 27.10%, además que obtuvo mayor aceptabilidad. Y en cuanto al color el mas resaltante fue la sustitución al 20%.

Zumaeta (2013), en su trabajo de tesis analizó 4 formulaciones: “La muestra F, con 55% de harina de trigo, 5% de harina de plátano y 5.30% de harina de sacha papa morada), la muestra F2 con 55% Harina de trigo, 7% Harina de plátano y 7% harina de sacha papa morada, la muestra F3 con 55% harina de trigo, 2.5% harina de plátano y 2.5% harina de sacha papa morada y finalmente la muestra F4 con 60% harina de trigo, 8% harina de plátano, 8% harina de sacha papa morada”. En su trabajo de investigación llego a los resultados físicos químicos reportaron los siguientes datos: “Humedad: 18.80%, Energía (Kcal): 353.35, Carbohidratos totales: 63.72%, Grasas totales: 6.95%, Proteínas totales: 8.98%, Sólidos totales: 81.20%, Cenizas totales: 1.55%, pH (25oC): 5.20, Acidez titulable, expresado en ácido láctico: 0.11%, Bromato: ausencia total, hierro: 4.25 mg”.

Reátegui y Maury (2001), evaluaron, harinas sustitutas (sacha papa morada (*Dioscorea decorticans*), sacha papa blanca (*Dioscorea trifida*), pituca (*Colocasia esculenta),* pijuayo (*Bactris gasipaes*) y pan del árbol (*Artocarpus comunis*)), en la producción de galletas. Obtuvieron un rendimiento de harina de la Sacha papa blanca *(Dioscorea trífida)* 54%, Sacha papa morada *(Dioscorea trífida)* 56%, pituca 54% y pijuayo 43%.

Pascual y Zapata (2010), evaluaron el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de trigo de la variedad Oscar Blanco (Provincia de Huaraz – departamento de Ancash) en la elaboración de pan, para lo cual se planteó diez tratamientos que involucraron dos métodos de panificación (directo y esponja y masa) y cinco niveles de sustitución (al 5%, 10%, 15% y 20%), y también el testigo. El arreglo factorial, con un diseño completamente al azar, revelo que el pan preferido se alcanzó con el método esponja y masa para un nivel de sustitución al 10%.

2.3 Bases teóricas

2.3.1. Harina de papa

ITINTEC (1976) menciona que “según La Norma Técnica Peruana; la harina de papa se encuentra dentro de la definición de "Harinas Sucedáneas Procedentes de Tubérculos y Raíces" que define los productos provenientes de tubérculos y raíces, obtenidos mediante un proceso adecuado y molienda, aptos para ser mezclados con la harina de trigo con fines alimenticios”.

2.3.2. Sacha papa morada (*“Dioscórea trífida”*)

Davidse (2011). Recalca que “es del género *Dioscórea,* originario del Caribe, Centroamérica tropical y América del Sur”. Davidse (2011) también menciona que “se le conoce por una variedad de nombres comunes, entre ellos mapuey, yampí, ñame blanco, y papa de aire”. Davidse (2011) además menciona que “tiene

aproximadamente un 38% de almidón y que se trata de un almidón céreo que carece de amilosa y tiene usos potenciales como un aglutinante y espesante en la elaboración de alimentos".

2.3.3. Descripción botánica y taxonómica de la "*Dioscórea trífida"*

Martínez, (2007) menciona que "*Dioscórea trífida,* es una planta con tallos volubles, delgados, tienen de dos a ocho alas membranosas, generalmente en mayor número y desarrollo en la parte inferior del tallo". Martínez, (2007) dice que "las hojas alcanzan los 25 cm de largo, son digitadas, con tres a siete segmentos o lóbulos, con el central pronunciado; y que las plantas son unisexuales". Martínez, (2007) describe las "inflorescencias son racimos simples o muy ramificados, con flores verduzcas de diámetro de 4 a 6 mm; mientras que las inflorescencias pistiladas consisten en dos racimos simples que nacen de la misma axila con flores de 12 a 2mm de largo y el fruto es una cápsula, con tres lóculos, cada uno con dos semillas diminutas, aladas".

Martínez (2007) menciona que "el tallo crece bajo el suelo y es un órgano irregular y también corto y le brotan los tallos aéreos, raíces y estolones, estos últimos en círculos sucesivos". Martínez (2007) también añade que "el estolón forma esférica, fusiforme, claviforme y a menudo con ramificaciones muy cortas, rugosa, muy pocas veces con raicillas, de color blanco, amarillo y morado". Martínez (2007) dice que "el peso de la sacha papa está entre 300 y 400 g cada uno. Mostacero (2011) dice que su distribución es a lo largo de la amazonia (Perú, Colombia, Brasil, Venezuela y ecuador); donde crecen sin ningún manejo cultural por los agricultores". Mostacero (2011) dice que en Perú, se encuentra en la selva alta y baja, conviviendo con el plátano, yuca, cacao y con otros cultivos de la zona; y que los agricultores piensan que son malas hierbas porque desconocen las funciones que cumplen en el suelo.

2.3.4. Origen

Mostacero (2011) dice que "el género Dioscórea es amplio, se encuentran en las regiones subtropicales y en las templadas. Algunas especies tiene mayor variabilidad en las Guayanas".

2.3.5. Medio donde se desarrolla.

Mostacero (2011) mencionó que "es una planta tropical, se desarrolla mejor con temperaturas medias entre 25 y 30°C y necesita de abundante agua, entre 1,500 y 2,000 m/año para obtener máximos rendimientos".

2.3.6. Clasificación taxonómica.

Mostacero (2011); dice que la sacha papa morada *Dioscórea trifida* taxonómicamente esta clasifica de la siguiente manera: pertenece al Reino: *Plantae*; División: *Angiosperma*; Clase : *Liliopsida;* Orden: *Dioscoreales*; Familia: *Dioscoreaceae*; Género: *Dioscórea*; Especie: *Dioscórea trífida.*

2.3.7. Fabricación de productos de panificación

a. Norma sanitaria que regula el proceso de producción y expendio de productos de panificación.

La Resolución Ministerial N° 1020-2010/MINSA, regula la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería. La norma fue creada con el propósito de prevenir la proliferación de enfermedades de los consumidores (MINSA, 2010).

b. Operaciones del proceso de elaboración del pan

El procesamiento de alimentos inicia con el ingreso a proceso de los materiales (materia prima e insumos) y culmina con la comercialización del producto final, siguiendo un flujo de proceso de manera secuencial, con áreas separadas evitando el riesgo de que se pueda producir una inminente contaminación cruzada.

b.1. Operaciones iniciales.

Comprende: Pesaje de materia prima e insumos, amasado, refinado, reposo, fermentado, división, estiba y otras operaciones preliminares requeridas, es importante tener en cuenta que estas operaciones deberán efectuarse con el uso de utensilios limpios, evitando en lo posible los riesgos ante una eventual contaminación cruzada.

- **Amasado:** Operación que se realiza con el uso de una maquina amasadora, cuyo objetivo es mezclar los ingredientes, logrando obtener una masa homogénea y firme, debiendo reconocer el fin del proceso de amasado cuando la masa se desprende fácilmente de las paredes de la amasadora.

- **Reposado:** Operación que permite poner en reposo la masa con la finalidad de retirar el exceso de gas formado durante el boleado y la división, el proceso se realiza a temperatura ambiente.

- **Fermentado:** Esta etapa de la operación se realiza en una cámara de fermentación, produciéndose una fermentación de tipo alcohólica producida por las levaduras con formación de CO_2, logrando un crecimiento de la masa panadera, todo el proceso puede durar entre 60 a 90 minutos a temperatura de 30 a 35 grados centígrados.

- **Corte:** Esta etapa del proceso se realiza después de que la masa panadera haya llegado a su crecimiento esperado durante la fermentación. Esta operación consiste en realizar pequeños agujeros en la superficie de la masa, para que el pan se desarrolle de manera adecuada en el horneado.

b.2. Operaciones finales.

- **Cocción:** Esta etapa del proceso se realiza con la ayuda de un horno a temperaturas controladas entre 220 a 260 grados centígrados, por un periodo entre 20 a 30 minutos, esta operación consiste en transformar la masa panadera fermentada en pan listo para su consumo. Durante el proceso evapora el agua, etanol, se produce la conversión del almidón en dextrina, y la coagulación de la gluteina.

- **Enfriado:** Es recomendable que la sala de enfriado deberá contar con una buena iluminación que permita verificar las operaciones necesarias, del mismo modo deberá contar con una buena circulación de aire, para que el pan se enfrié de manera natural. Coches, anaqueles y otros similares deben guardarse adecuadamente (MINSA. 2010).

c. Áreas auxiliares del proceso de panificación

- **Armado, terminado y decorado.**

  MINSA (2010). Dice que “es el área más crítica para la contaminación cruzada por los insumos que se utilizan para relleno y decoración, son potencialmente peligrosos y requieren cadena de frio, deben estar conservadas previamente en refrigeración”. También MINSA (2010) menciona que “los alimentos crudos utilizados como frutas y verduras deben ser manipulados en estrictas condiciones de higiene, lavados y desinfectados de requerirlo”. Además MINSA (2010) añade que “el ambiente para estas operaciones debe estar aislado de cualquier otra que favorezca el riesgo de una contaminación cruzada, debe mantenerse limpia y en buen estado”.

- **Almacenamiento de producto terminado.**

  Productos como pasteles requieren de cadena de frio, siempre y cuando no contengan químicos para su conservación, cuyo almacenamiento no debe superar las 48 horas, mientras que productos como panes y galletas, requiere de almacenamiento a temperatura del medio en ambiente seco y ventilado MINSA (2010). Muchas veces se trabaja con productos que requieren bajas temperaturas, en este caso debe contar con la cadena de frío.

2.3.8. Análisis sensorial

Hernández (2011) dice que "el Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como *"La disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído"".* Hernández (2011) menciona "otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es el de la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente.

Hernández (2011), también menciona que "es considera simplemente como: el análisis de las propiedades sensoriales se refiere a la medición y cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluados por medio de los cinco sentidos. Hernández (2011) aclara que "la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología entre otras.

Espinoza (2012) menciona que "las cuatro tareas principales del análisis sensorial son: identificar, medir científicamente, analizar e interpretar". La elección de un diseño experimental adecuado a nuestro experimento y el análisis estadístico apropiado permitirá arribar a conclusiones valederas.

Espinoza (2012) también dice que "el campo de aplicación del análisis sensorial dentro de la industria alimentaria es muy variado: desarrollo de nuevos productos, control de calidad o preferencias del consumidor, entre otros". También recalca que "las técnicas del análisis sensorial se clasifican en dos grandes grupos dependiendo del objetivo que se persiga":

- Pruebas analíticas, según Espinoza (2012) miden o describen prolijamente las características sensoriales.

- Pruebas de consumidores, según Espinoza (2012) se utilizan observar el comportamiento de la preferencia de los consumidores; también mide el grado de satisfacción percibe el consumidor.

  Espinoza (2012) El trabajo de investigación planteado se centrará en las pruebas analíticas de comparación múltiple.

2.3.8.1. Pruebas analíticas

a) Test de Comparación Múltiple

Esta prueba compara una muestra control con una o varias muestras experimentales las que se entrega al panelista en forma simultánea, dentro de esas muestras deben considerarse como muestra incógnita la muestra control (Espinoza 2012).

El panelista tiene que establecer la magnitud de la diferencia existente entre la muestra control con las otras, para ello debe contar con una escala de valoración que defina bien los niveles mínimos y máximos de diferencia (Espinoza (2012).

El análisis estadístico que se realice a los resultados debe permitir establecer si las diferencias que reportaron los panelistas son significativas o no para el nivel de confianza fijado (Espinoza (2012).

b) Criterios a tener en cuenta para la evaluación sensorial

Para lograr que la evaluación sensorial sea satisfactorio se debe tener en cuenta ciertos criterios que posibiliten arribar a resultados veraces, es importante la participación de los panelistas quienes deberán ser seleccionados y entrenados; es de importancia principal la elección de la prueba, la cantidad de muestra, la cartilla de encuesta y los contenedores de la muestra (Hernández 2011).

Hernández, 2011, clasifica a los jueces en analíticos y afectivos. El juez analítico es el personaje que presenta buena actitud sensorial para uno o varios productos cuyos criterios a tener en cuenta es la edad (18 a 50 años) y estado de salud libre de enfermedades psíquicas y orgánicas, mientras que los jueces afectivos son aquellos que son seleccionados al azar de una población al cual estará dirigido el producto.

Espinoza (2007) recalca que “el objetivo es conocer la aceptación, preferencia o nivel de agrado que estas personas tienen con relación al alimento evaluado”. También, Espinoza (2007) dice que “las pruebas con consumidores pueden realizarse en un supermercado, una escuela, centro de trabajo, etc. Si se decide

hacerla a los vecinos en su casa, debe consultarse cuál es la hora más conveniente para efectuar la visita, teniendo en cuenta además el criterio de cuál es el horario más adecuado para realizar dichas evaluaciones".

Mientras más grande sea la población que catee el producto para la caracterización organoléptica, mayor sería la representación o significancia de la muestra, en cuanto al producto evaluado, ya cierto grupo o población objetivo puede sesgar el resultado, si es no está debidamente capacitado; sin embargo, al aumentar la cantidad de personas sumándole una buena capacitación, el margen se vuelve, más confiable.

Para esto Espinoza (2007) menciona que el número de panelistas debe ser prudencial, porque el error disminuye a medida que el número de panelistas se incrementa, por lo general la cantidad mínima de panelistas debe ser 80. También indica que la evaluación que realizan los panelistas se ven afectados por la característica del juez, por ello es necesario establecer procedimientos de selección adecuada de los panelistas (tener en cuenta las características económicas, sociales, culturales); además, los jueces deben recibir en detalle la forma de evaluación, también las muestras deben ser presentadas en forma adecuada, cuidar la iluminación, la hora de evaluación; solo así lograremos resultados muy objetivos (Espinosa 2012).

c) Horario de la prueba.

Hernández (2005), afirma que las pruebas de evaluación sensorial deben llevarse a cabo a media mañana o a media tarde.

2.3.9. Análisis Químico proximal

a. Determinación de Proteínas.

La norma A.O.A.C. 2008 por el método Kjeldhal, que consiste en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico en caliente y titulación del nitrógeno resultante (amoniaco): comprende tres fases:

Digestión, que consiste en digerir la muestra con ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4), incorporando acido cúprico ($CuSO_4$) y permanganato de potasio (K_2SO_4) como catalizadores. Destilación, consistente en adicionar hidróxido de sodio al 8% **(**NaOH), que permite liberar el exceso de amoniaco. Finalmente, en la etapa de **Titulación**, se procede con ácido sulfúrico (H_2SO_4) a una concentración del 0.025 N. El contenido de nitrógeno se calcula a partir de la cantidad de amoniaco

producido en la muestra. Se expresa el resultado en mg. de nitrógeno según la formula.

$$mg\ N = N \times V \times 14$$

Donde:

N= Normalidad del ácido de valoración
V= Volumen de ácido consumido
14 = Peso atómico del nitrógeno.
Para pasar ha contenido de proteínas se corrigió por el factor adecuado según la naturaleza de la muestra. (6.25 por defecto).

$$\%\ Proteínas = P2/P0 \times 100 \times F$$

Donde:

P2 = Nitrógeno (mg).
P0 = Peso de la muestra (mg).
F = Factor proteínico (6.25 por defecto)

b. Humedad de la harina

La humedad fue determinada mediante los servicios contratados al laboratorio Natura el cual determinó la humedad de la muestra, según el método establecido por la norma AOAC 44 – 40, 925.10/95. Que es necesario considerar, y mencionar en esta parte del estudio.

Se utilizó una capsula de porcelana. En ella se añadió 5 gramos de harina de sacha papa y se dejó por 5 horas a entre 98 -100°C y durante 60 minutos a 130°C en una estufa de vacío.

c. Determinación de ceniza total (Potasio, sodio, calcio y magnesio)

Se hizo uso del método gravimétrico AOAC 15-1990. El método se basa en la destrucción de la materia orgánica presente en la muestra por calcinación y determinación gravimétrica del residuo. Cuyo procedimiento fue el siguiente:

- Efectuar el análisis en triplicado
- Pesar 0.1 mg en una cápsula previamente calcinada y tarada (Mo) 2 gramos de muestra homogeneizada (M1).

- Pre calcinar previamente la muestra en placa calefactora, evitando que se inflame, luego colocar en la mufla e incinerar a 550 °C por 8 horas, hasta cenizas blancas grisáceas. Pre enfriar en la mufla apagada y si no se logran cenizas blancas o grisáceas, humedecerlas con agua destilada, secar en el baño de agua y someter nuevamente a incineración.
- Dejar enfriar en desecador y pesar (M2)
- Mezclar cuidadosamente y completamente la muestra con la arena, mediante la varilla de vidrio.

$$\% \text{ Cenizas totales} = \frac{(M2 - M0)}{(M1 - M0)} \times 100$$

Donde:

M2: masa en gramos de la cápsula con las cenizas

M1: masa en gramos de la cápsula con la muestra

M0: masa en gramos de la cápsula vacía

d. Acidez titulable

Es importante conocer la acidez total de las harinas debido a que estos productos con pH altos y acidez total muchas veces modifican las propiedades físicas, químicas y reológicas de las masas.

La acidez fue determinado mediante el método volumétrico de acuerdo con la norma AACC 02 – 31, I.A.L La acidez se mide en base al acido predominante existente en las muestras a analizar. El procedimiento consiste en agregar una solución de NaOH 0.1 N en una bureta completamente llena, se titula en un frasco Erlenmeyer con 5 gr. De muestra y 95 ml. de agua ligera, durante la titulación se utiliza fenolftaleína al 1% como indicador, deteniendo la titulación con la aparición de una coloración rosada, en ese momento se toma la lectura de la solución de hidróxido de sodio gastado.

La acidez se calcula utilizando la siguiente ecuacion:

$$\%\text{Acidez} = \frac{(G*N*\text{meq del ácido pred})}{\text{gr de la muestra}} *100$$

Donde:

G: Gasto de la solución de Na OH

N: Normalidad del NaOH

Meq: Mili equivalentes del ácido predominante de la muestra (Ácido sulfúrico)

e. Determinación de Grasa total

Se realizó mediante el método Hidrólisis Ácida-Soxhlet, norma A.O.A.C. 15 – 1990. El método comprende dos fases:

Preparación de la muestra:

- Se pesa en un matraz Erlenmeyer de 250 ml entre 2 a 5 gramos de muestra, previamente homogeneizada, adicionar 10 ml de agua y 10 ml de ácido clorhídrico más algunas perlas de ebullición.
- Se conecta al sistema refrigerante, calentar por 45 minutos, agitando a intervalos de 10 minutos.
- Se prepara una suspensión que contenga 3 gramos de celite en 20 ml de agua.
- Una vez terminado el calentamiento, se adiciona 1 gramo de celite y agitar.
- Se procede a filtrar al vacío por medio de un embudo Buchner con papel filtro, adicionados de la suspensión de celite preparada previamente.
- Se seca el papel filtro con la celite y la grasa adsorbida en estufa a 103 ± 2°C por 1 hora y extraer la grasa por Soxhlet Method.
- Se incorpora la muestra hidrolizada y seca a un dedal de celulosa o envolver en papel filtro.
- Se coloca el dedal en el tubo de extracción y adicionar el solvente al matraz previamente tarado.
- Se extrae la muestra con solvente por 6 a 8 horas a una velocidad de condensación de 3-6 gotas/seg.
- Cuando se completa la extracción se elimina el solvente en rota vapor o evaporando con precaución bajo campana, hasta que se evapore todo el éter.
- Se seca el matraz en estufa a 103 ± 2°C por 30 min, enfriar en desecador y pesar.

Los resultados se expresan haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ grasa cruda} = \frac{M2 - M1}{M} \times 100$$

Donde:

M: peso de la muestra

M1: tara del matraz solo

M2: peso matraz con grasa.

f. Determinación de fibra total

Método enzimático – gravimétrico (Official Methods of Analysis. A.O.A.C. 15 (1990). El método es aplicable a muestras de harinas, pan y cereales.

Preparación de la muestra y extracción

- Secar y Homogenizar la muestra con el uso de un homogeneizador.
- Tamizar con el uso de un tamiz de 0,3 - 0,5 mm.
- Extraer con éter de petróleo, sí el contenido de grasa es superior al 10 %, tres veces con porciones de 25 ml/g de muestra.
- Se anota la pérdida de peso por la remoción de la grasa y considerarlo en el cálculo final.

Determinación:

- Se pesa en duplicado alrededor de 1 g de muestra en un vaso de precipitados de 400 ml. El peso de las muestras no debe diferir en más de 20 mg.
- Se agrega 50 ml de tampón fosfato pH 6,0 a cada vaso.
- Se controla el pH y ajustar a pH 6 ± 0,2 si fuese necesario.
- Se adiciona 0,1 ml de la solución de a amilasa. Cubrir el matraz con papel aluminio, colocarlo en un baño de agua y hervir durante 15 minutos.
- Se agita a intervalos de 5 minutos. El contenido debe llegar a 95 - 100 ºC.
- Se enfría la solución a temperatura ambiente.
- Se ajusta pH a 7,5 ±0,2 con aproximadamente 10 ml NaOH 0,275 N.
- Se adiciona 5 mg de proteasa. Cubrir el matraz con papel aluminio e incubar 30 minutos a 60 ºC con agitación continua.
- Se enfría y añadir 10 ml de HCl 0,325 N.
- Se midió el pH y agregó gotas de ácido sí fuese necesario. El pH final debe ser 4,0 - 4,6.
- Se Añade 0,3 ml amiloglucosidasa, cubrir con papel aluminio e incubar 30 minutos a 60 ºC con agitación continua.
- Se Adiciona 280 ml de etanol al 95 % precalentado a 60 ºC.
- Se Deja precipitar a temperatura ambiente por 60 minutos.
- Se pesa el crisol que contiene celite, humedecerlo y redistribuir el celite en el crisol usando etanol al 78 % y aplicar succión.
- Se mantuvo la succión y transferir cuantitativamente el precipitado al crisol.
- Se lava el residuo sucesivamente con tres porciones de 20 ml de etanol al 78 %, dos porciones de 10 ml de etanol al 95 % y dos porciones de 10 ml de

acetona. Se puede formar goma con algunas muestras, atrapando el líquido. Sí así fuera, rompa la película de la superficie con espátula para mejorar el filtrado. El tiempo de filtración y lavado variará de 0,1 a 6 horas, con un promedio de 11/2 hora por muestra. Se pudieron evitar tiempos largos de filtración, mediante una succión intermitente y cuidadosa.

- Se seca el crisol que contiene el residuo durante la noche en estufa de vacío a 70 ºC o en estufa de aire a 105 ºC.
- Se enfría en desecador y pesar. Restar el peso del crisol y del celite para determinar el peso del residuo.
- Se analiza proteínas usando N x 6,25 como factor de conversión en el residuo de una de las muestras de los duplicados.
- Se calcina el residuo de la segunda muestra del duplicado durante 5 horas a 525 ºC.
- Se enfria en desecador y pesar.
- Se resta el peso del crisol y del celite para determinar cenizas.
- Efectuar la determinación del blanco en duplicado y en las mismas condiciones descritas en el procedimiento para el análisis de muestras.

Calculo

% FDT = [(masa del residuo - P - C - B) / masa de la muestra)] x 100

Donde:

m = masa de la muestra = promedio de la masa de 2 muestras (mg).

m1 = masa del residuo = promedio de las masas de las muestras determinadas en duplicado (mg).

P y C = masa (mg) de proteína y cenizas, respectivamente en los residuos de las muestras.

B = blanco.

III. MÉTODOS.

3.1 Etapas de la preparación de harina de Sacha papa morada

La preparación de la harina siguió un proceso secuenciado el cual se muestra a continuación:

3.1.1. Selección de la materia prima

Las muestras del tubérculo de sacha papa morada fueron seleccionados teniendo en cuenta el tamaño y la uniformidad, desechando las que presentan características como: partidos, cortados, presencia de manchas de coloración blanquecinas, negruzcas y de textura blanda.

3.1.2. Lavado

Esta operación se llevó a acabo sumergiendo en agua limpia, que permitió eliminar impurezas que se encuentran adheridas a la piel como: tierra, residuos agrícolas, con la ayuda de una escobilla de fibras poliméricas.

Posteriormente se enjuagó con una solución desinfectante compuesta de hipoclorito de sodio al 0,5% para reducir la carga microbiana.

3.1.3. Pelado

El pelado se realizó de forma manual, con el uso de cuchillos, eliminando la cáscara tratando en lo posible evitar la pérdida de pulpa. Por otro lado, se evitó el uso de cualquier aditivo químico con la finalidad de obtener un producto natural.

3.1.4. Cortado

Esta operación unitaria consiste en reducir de tamaño en forma de hojuelas al tubérculo en tamaños aproximados de 1cm x 1cm, cuyo objetivo es estandarizar el tamaño, permitiendo con ello acelerar el proceso de secado del tubérculo. La operación se realizó por el método manual con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable.

3.1.5. Secado

Este proceso consiste en retirar el exceso de agua presente en las hojuelas del tubérculo de sacha papa morada. El proceso de secado se realizó de manera escalonada, con temperaturas de 35°C, 40°C y 45°C, hasta obtener una humedad del 12% por espacio de 12 horas, con ciertas variaciones, evitando con ello en lo

posible la degradación de los colorantes naturales presentes en las hojuelas y el pardeamiento enzimático.

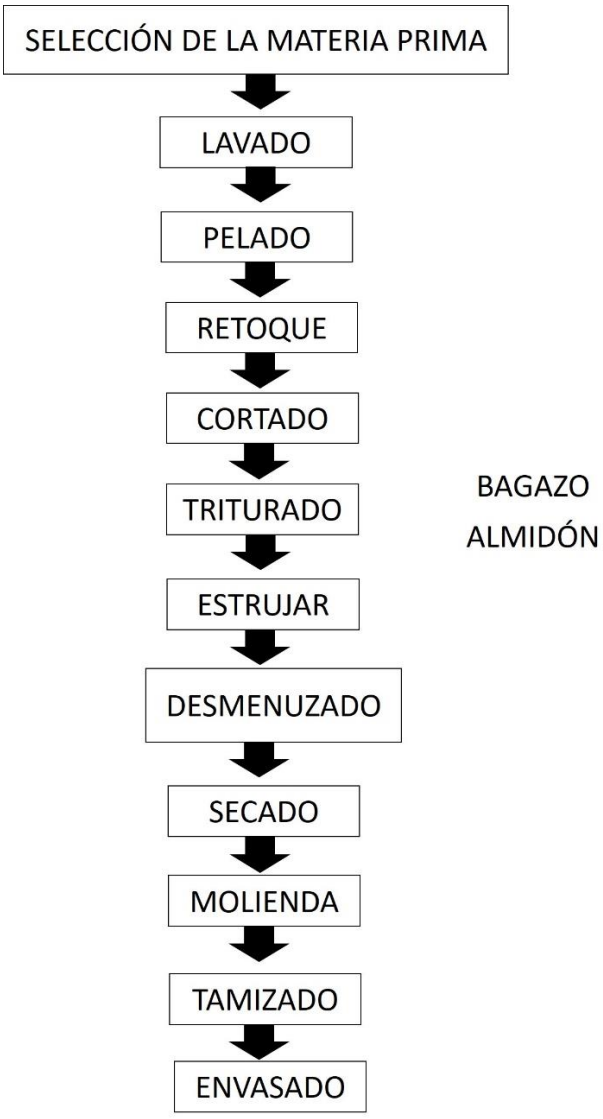


Figura 1. Flujo del proceso de preparación de harina de sachapapa morada.

FUENTE**:** elaboración propia

La operación se realizó en una estufa con corriente de aire caliente forzado en cámara cerrada, usado exclusivamente para el propósito de la investigación, logrando con ello realizar un secado eficiente e inocuo.

3.1.6. Molienda

Las hojuelas secadas, fueron sometidos a molienda en un molino de martillo de 5Kg. de capacidad y con una malla Numero 80 (0.177mm) existente en el laboratorio de procesos de ing. agroindustrial.

3.1.7. Tamizado

Consiste en separar el menor tamaño de grano de la harina molida en el proceso anterior. Para lograr este proceso se hizo uso de tamiz mecánico con mallas de números 100 (0.149mm) y 200 (0.074mm), logrando obtener harina del tubérculo de sacha papa listo para ser utilizados en los ensayos.

3.1.8. Envasado

Luego de obtener la harina del tubérculo de sacha papa morada, esto fue envasado en bolsas de polietileno de alta densidad con capacidad de 1Kg., se sometió a termo sellado y finalmente a almacenar en lugares secos y ventilados.

3.2 Elaboración de pan con cuatro sustituciones de harina de sachapapa morada.

3.2.1 Recepción de materia prima e insumos

Previamente ya elaborado la harina de sacha papa morada se procedió adquirir los demás insumos, como azúcar, levadura y harina de trigo los cuales fueron adquiridos en el mercado modelo de Yarinacocha.

3.2.2 Tamizado

Se tamizó 500 gramos de harina de sacha papa morada, 4500 gramos de harina de trigo y 50 gramos de levadura según el Cuadro 1.

Cuadro 1. Contenido en gramos de tratamientos

TRATAMIENTO	HARINA DE TRIGO	HARINA DE SACHAPAPA MORADA	LEVADURA	AZÚCAR
Sustitución 5%	950 g	50 g	10 g	150 g
Sustitución 10%	900 g	100 g	10 g	150 g
Sustitución 15%	850 g	150 g	10 g	150 g
Sustitución 20%	800 g	200 g	10 g	150 g
Testigo	1000 g	0 g	10 g	150 g
TOTAL	4500 g	500 g	50 g	750 g

FUENTE: Elaboración propia

3.2.3 Amasado

Esta operación consiste en lograr mezclar de manera homogénea todos los insumos utilizados en la formulación, darle forma plástica y lograr una oxigenación de la masa. Este proceso normalmente se realiza con una maquina amasadora que trabaja a altas velocidades, que garanticen una adecuada oxigenación y homogenización de la mescla, pero esto es recomendable para cantidades que sobrepasan los 50 Kilos. Para el caso de los ensayos de la investigación el proceso de amasado se realizó de manera manual, porque se trabajó con cantidades pequeñas.

El procedimiento realizado consistió en colocar en un recipiente de acero inoxidable, insumos como harina de trigo, de sacha papa morada, levadura, azúcar, sal y 750 ml de agua, en proporciones tal como se indica en el Cuadro 1.

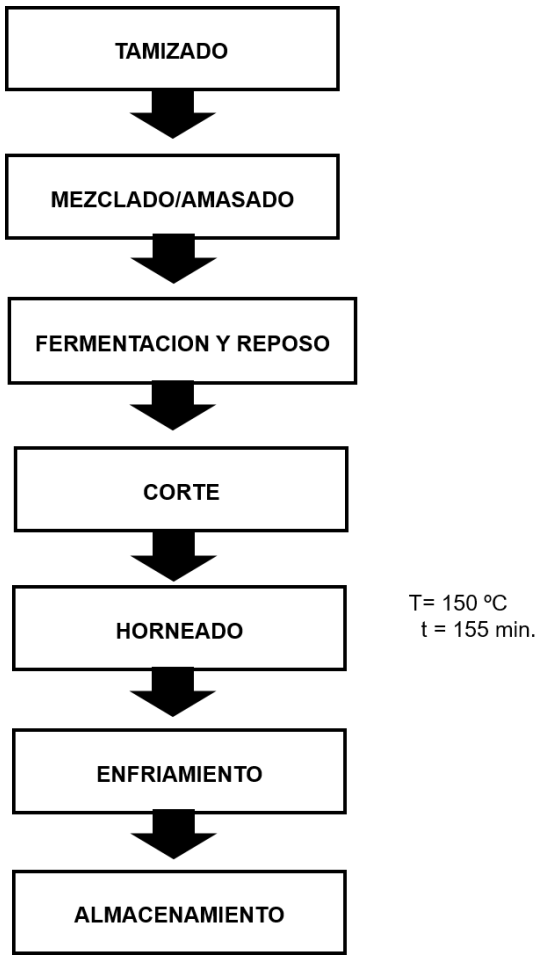


Figura 2. Flujo del proceso productivo para la elaboración de pan con cuatro sustituciones.

FUENTE: Elaboración propia.

3.2.4 Fermentación y reposo

Es el proceso más importante en la elaboración de pan. Es de tipo alcohólico en donde los azucares se transforman en alcoholes con formación de CO2, por acción de las levaduras de tipo saccharomices, en esta etapa del proceso se desarrollan las principales características organolépticas.

El procedimiento consiste en:

a) Colocar la masa en un envase sellado, pero con orificios para dejar evaporar CO2.
b) Acondicionar la masa sellada a temperaturas controladas de 27°C, cuidando de no exceder los 29°C, para evitar que los ácidos orgánicos se transformen en ácido acético.

3.2.5 Corte

Operación realizada antes de que la masa de pan ingrese al horno, permitiendo con esto que la masa de pan durante el horneado se desarrolle: El procedimiento consistió en realizar cortes paralelos sobre la superficie externa de la masa.

3.2.6 Horneado

En esta etapa del proceso la masa de pan fermentado se transforma en pan para su consumo, en donde se produce la evaporación de los alcoholes y ácidos orgánicos, así como la coagulación de la gluteina.

El proceso se realizó contando con la ayuda de un horno rotativo de acero inoxidable, los quemadores utilizan petróleo como combustible y el rotor funciona con un motor de 4HP de potencia, la cocción se realizó a temperatura de 155°C por un tiempo de 155 minutos.

3.2.7 Enfriamiento

Esta etapa se realizó colocando los panes cocidos sobre la mesa de trabajo asegurando una ventilación adecuada, evitando la acumulación de vapor de agua sobre la superficie del pan.

3.2.8 Almacenamiento

Los panes producidos con las diferentes formulaciones se colocaron en empaques de polietileno de alta densidad por separado rotulándolos para su identificación y se almaceno sobre los estantes de la panificadora de la universidad (UNIA), listos para sus respectivos análisis como organolépticos y físico químicos.

3.3. Evaluación sensorial del pan con cuatro sustituciones

Se determinó mediante pruebas sensoriales con la participación de 30 personas que hicieron jueces consumidores semi entrenados, básicamente estudiantes de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía seleccionados a conveniencia preferentemente de los últimos ciclos. Para lo cual se utilizó la escala hedónica de 5 puntos, recomendado por Hernández 2011. (Ver Anexo 1).

3.4. Análisis químico proximal de los tratamientos

En el laboratorio de bioquímica de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía se tomaron muestras al azar de cada tratamiento y con la ayuda de un bisturí y balanza gramera, se cortaron y pesaron 100 gramos de cada muestra por tratamiento, el cual se colocó en una bolsa ziploc con cierre hermético sellado al vacío, debidamente rotuladas con el nombre del responsable, procedencia, fecha de elaboración, fecha de toma de muestra y hora.

Estas muestras se enviaron al laboratorio Natura Analítica S.A.C. para su análisis químico proximal para determinación de porcentajes de:

- Proteínas mediante el método Kjldahl Method
- Carbohidratos mediante el método Indirect Method
- Grasas mediante el método Soxhlet Method
- Cenizas mediante el método Direct Method
- Humedad mediante el método Air Oven

3.5. Procesamiento de datos.

Los datos obtenidos desde el comienzo hasta el final de la investigación fueron procesados mediante el programa SPSS 2016.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis químico proximal

Los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados al pan elaborado mediante sustitución parcial con harina de sacha papa morada y la idoneidad aceptable del mismo para el consumo humano. Se muestran en el Cuadro 2 y la Figura 3, los porcentajes de proteínas, carbohidratos, grasas, cenizas y humedad de las mezclas de harinas en panes para los niveles de sustitución definidos en el estudio; el comportamiento de las características propias del pan a diferentes niveles de sustitución (0%, 5%, 10%, 15% y 20%), el Cuadro 2 se aprecia que el tratamiento con 5% de sustitución parcial de harina de sacha papa morada (50g harina shachapapa + 950g harina de trigo) contiene un porcentaje de proteínas de 8.71% superior al resto de sustituciones, siendo la de menor porcentaje de proteínas la sustitución al 0% y al 10%. La norma sanitaria menciona que el porcentaje de proteínas aceptable para el consumo humano en la elaboración del pan debe estar desde 6.8 % a 9.6 % aproximadamente (MINSA 2010); El tratamiento al 5% de sustitución se vuelve superior al resto de tratamientos en cuanto a características químicas proximal; sin discriminar a los demás tratamientos que también se encuentran dentro de este rango, excepto el tratamiento al 0% (0 gr. harina de sacha papa + 1000g de harina de trigo), esta afirmación se puede ver en la figura 3 donde se denotan los porcentajes de cada característica química.

Cuadro 2. Composición química proximal de las mezclas de harinas de trigo y de sacha papa morada en panes para diferentes niveles de sustitución.

% Sustitución / Componente	0%	5%	10%	15%	20%
%Proteinas	6.34	8.71	7.19	7.21	7.73
%Carbohidratos	58.5	53.52	58.7	59.03	58.6
%Grasas	2.3	2.84	2.34	1.95	2.43
%Cenizas	2.16	3.07	3.89	2.87	2.23
%Humedad	29.26	31.54	29.33	29.1	29.28

FUENTE: Resultados del estudio.

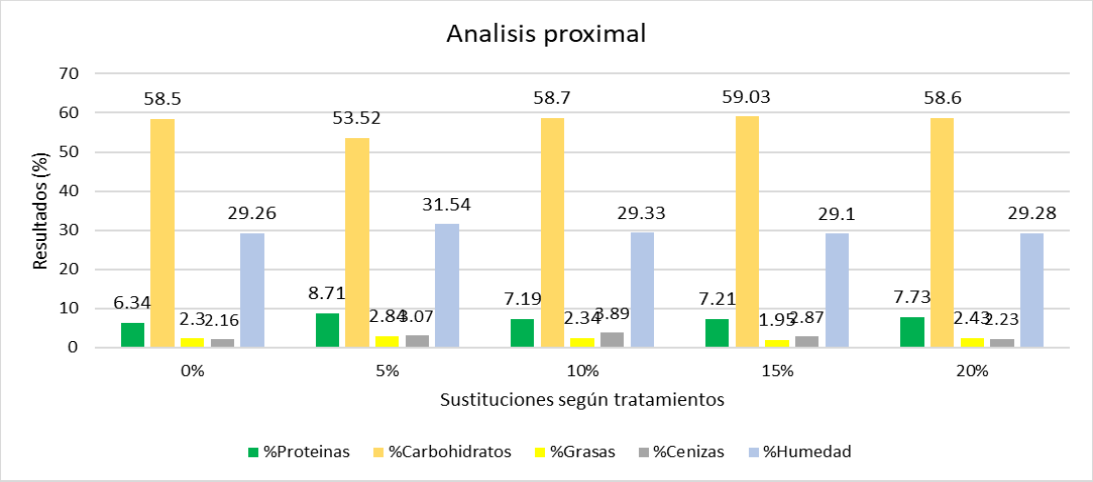


Figura 3. Resultados químico proximal en porcentaje de sustitución parcial de harina por harina de sachapapa a diferentes niveles.

4.1.1. Resultado de análisis para ensayo sin tratamiento (ST).

El Cuadro 4 muestra los resultados para el análisis químico proximal del ensayo sin tratamiento (0%) de sustitución. Cuyos resultados dejan notar que en proteínas y carbohidratos (6.34% y 58.5% respectivamente) los cuales se encuentra por debajo de lo estipulado en la norma sanitaria (MINSA 2010), que menciona que el contenido de proteínas se debe encontrar entre 6.8% y 9.6%, y carbohidratos deben estar entre 63.8% y 71.8%. Además establece que el contenido de cenizas debe ser superior al 3%, para demostrar la cantidad de minerales contenidas en una muestra y en los resultados obtenidos de este tratamiento se encuentra por debajo del rango exigible. Sin embargo los demás componentes químicos como grasa y humedad están en rangos óptimos para la norma técnica del Ministerio de Salud (2018), como se aprecia en el cuadro 3 y figura 4.

Cuadro 3. Resultado de análisis para ensayo sin tratamiento

Componente	Unidades	Método	Total en la muestra ST
Proteinas	%	Kjeldahl	6.34
Carbohidratos	%	indirecto	58.5
Grasas	%	Soxhlet	2.3
Cenizas	%	Directo	2.16
Humedad	%	Air oven	29.26

Fuente: Resultados del estudio

En la figura 3 revelan un contenido de Proteína de 6.34 % Carbohidratos 58.5%, Grasas 2.3%, Cenizas 2.16%, y Humedad 29.26%.

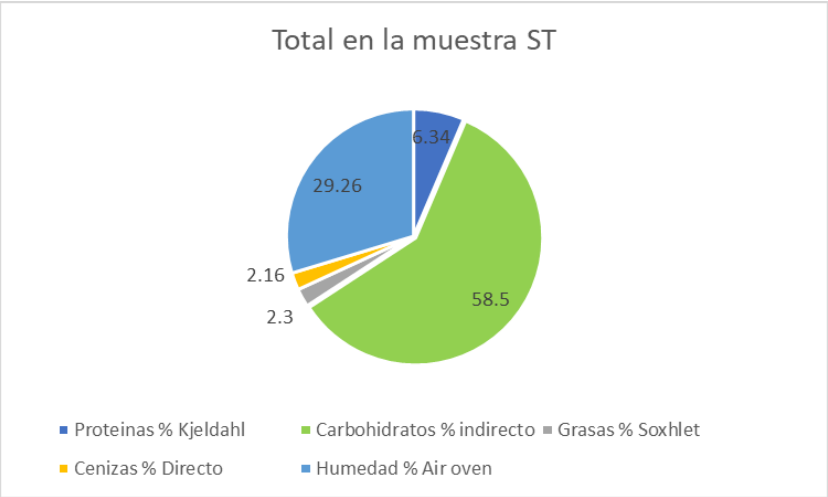


Figura 4. Resultado de análisis para ensayo sin tratamiento

FUENTE**: Resultados del estudio**

4.1.2. Resultado de análisis químico proximal del Tratamiento al 5% de sustitución (T1).

En el cuadro 5 se observa que el porcentaje de proteínas del tratamiento al 5% de reemplazo parcial con harina de sachapapa en la elaboración de pan, alcanzó un 8.71% lo cual se observa en el cuadro 2 que este tratamiento alcanzó un porcentaje superior a los demás tratamientos, el Ministerio de Salud (2014) deja en claro que este contenido debe estar entre 6.8% a 9.6% para la elaboración de pan. También en el cuadro 5 se aprecia que los contenidos de ceniza y humedad (3.07% y 31.54% respectivamente) también están dentro de los rango establecidos para estar características químicas según el Ministerio de Salud (2010). Sim embargo el porcentaje de carbohidratos (53.52%) de este tratamiento se encuentra por debajo del rango permitido para el Ministerio de Salud (63.8% - 71.8%); lo que no se puede decir del porcentaje de grasas (2.84%) ya excede los rangos permitidos por el Ministerio de Salud (2010) quienes establecen que se debe encontrar en rangos aproximados de (0.2% - 2.5%).

Cuadro 4. Resultado de análisis para tratamiento 1 (T1)

Componente	Unidades	Método	Total en la muestra T1
Proteinas	%	Kjeldahl	8.71
Carbohidratos	%	indirecto	53.52
Grasas	%	Soxhlet	2.84
Cenizas	%	Directo	3.07
Humedad	%	Air oven	31.54

FUENTE: Resultados del estudio

En la figura 4 se pueden observar los resultados obtenidos de la muestra con 5% de sustitución las cuales muestran un contenido de Proteína de 8.71 % Carbohidratos 53.52%, Grasas 2.84%, Cenizas 3.07%, y Humedad 31.54%. Aquí la cantidad de cenizas muestran que se encuentra ligeramente por encima del 3% según la norma peruana del Ministerio de Salud (2010) este se encuentra por encima del rango exigible. También deja notar que la cantidad de proteínas se encuentra superior en comparación de los demás tratamientos.

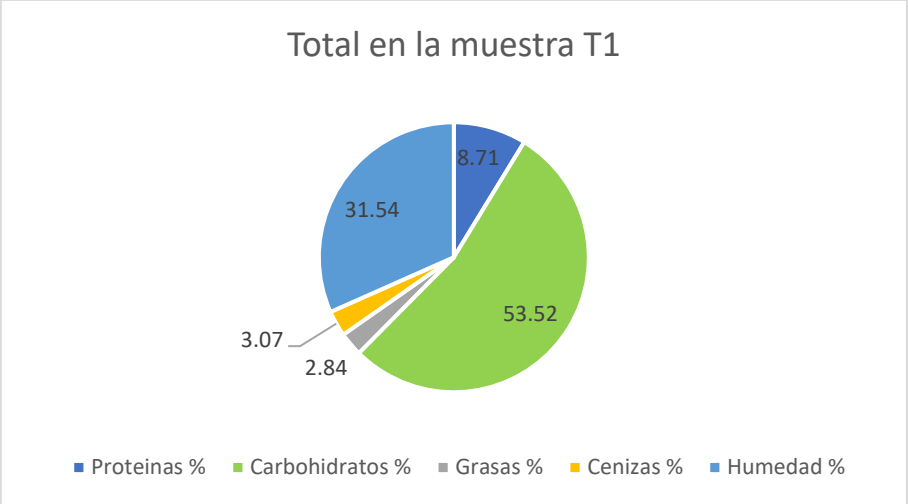


Figura 5. Resultado de análisis para tratamiento 1 (T1).

FUENTE: Resultados del estudio

4.1.3. Resultado de análisis químico proximal para Tratamiento al 10% de sustitución (T2).

En el Cuadro 6 se visualiza que los porcentajes de proteínas, grasas, ceniza, y humedad (7.19%, 2.34%, 3.89%, y 29.33% respectivamente) se encuentran dentro de los rangos aceptados por el Ministerio de Salud (2018), lo cual lo vuelven aceptables dentro de estas características químicas proximales; sin

embargo el contenido de carbohidratos es inferior a lo estipulado por el Ministerio de Salud, ya que se para este tratamiento se obtuvo un 58.7% y en la norma sanitaria para la fabricación y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería del Ministerio de Salud (2018) menciona que debe ser en rangos de 63.8% a 71.8%. Particularmente categorizando por contenido de proteínas a todos los tratamientos este se encuentra en el cuarto lugar.

Cuadro 5. Resultado de análisis para tratamiento 1 (T1)

Componente	Unidades	Método	Total en la muestra T2
Proteinas	%	Kjeldahl	7.19
Carbohidratos	%	indirecto	58.7
Grasas	%	Soxhlet	2.34
Cenizas	%	Directo	3.89
Humedad	%	Air oven	29.33

Fuente: Resultados del estudio

En la figura 5 se observar los resultados para el análisis químico proximal obtenidos de la muestra con 10% de sustitución las cuales muestran un contenido de Proteína de 7.19 % Carbohidratos 58.7%, Grasas 2.34%, Cenizas 3.89%, y Humedad 29.33%. La cantidad de cenizas muestran que se encuentra por encima del 3% según la norma peruana del Ministerio de Salud (2014).

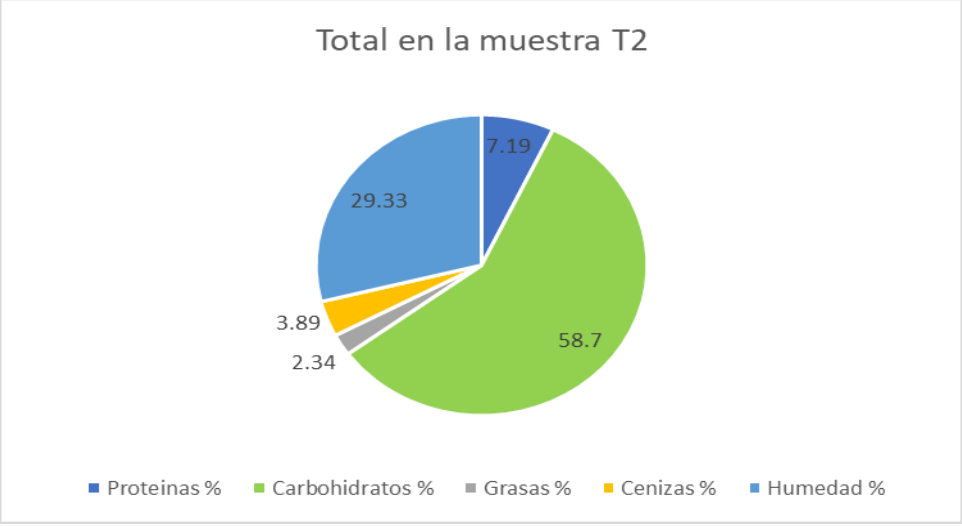


Figura 6. Resultado de análisis para tratamiento 2 (T2)

Fuente: Resultados del estudio

4.1.4. Resultado de análisis para Tratamiento 3 al 15% de sustitución (T3).

En el cuadro 6, se apreciar que el contenido de proteínas alcanzó 7.21% colocándolo en el tercer puesto de porcentaje de proteínas de los tratamientos y se puede notar que el contenido de humedad se encuentra dentro del rango permitido con un 29.1% frente a los menos 40% que exige la Norma Técnica del Ministerio de Salud (2014). Sin embargo los contenidos de carbohidratos y cenizas (59.03%, y 2.87% respectivamente) se encuentra por debajo de los establecido en dicha norma con los carbohidratos (63.8%-71.8%) y cenizas (mayor al 3%) consecuentemente.

Cuadro 6. Resultado de análisis para tratamiento 3 (T3)

Componente	Unidades	Método	Total en la muestra T3
Proteinas	%	Kjeldahl	7.21
Carbohidratos	%	indirecto	59.03
Grasas	%	Soxhlet	1.95
Cenizas	%	Directo	2.87
Humedad	%	Air oven	29.1

Fuente: Resultados del estudio

En la Figura 7 se pueden observar los resultados para el análisis químico proximal obtenidos de la muestra con 15% de sustitución las cuales muestran un contenido de Proteína de 7.21 % Carbohidratos 59.03%, Grasas 1.95%, Cenizas 2.87%, y Humedad 29.1%. La cantidad de cenizas muestran que se encuentra por debajo del 3% según la norma peruana del Ministerio de Salud (2014). También se muestra que el contenido de proteínas se encuentra en tercer lugar de porcentaje de proteínas entre los tratamientos.

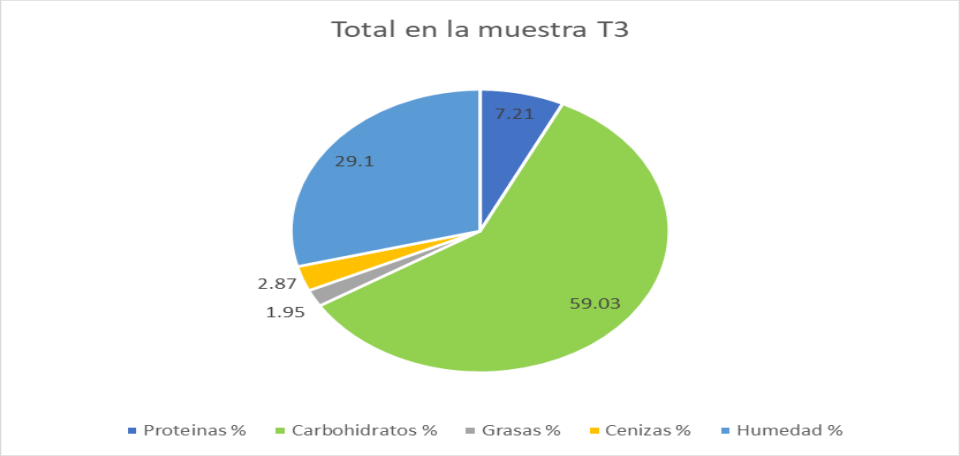


Figura 7. Resultado de análisis para tratamiento 3 (T3)

Fuente: Resultados del estudio

4.1.5. Resultado de análisis químico proximal para el Tratamiento al 20% de sustitución (T4).

En el cuadro 8, se observa que los contenidos de carbono (58.6%) y ceniza (2.23%) se encuentra por debajo de los promedios que exige la norma técnica del Ministerio de Salud (2018) que son para carbono (63.8%-71.8%) y ceniza (mayor al 3%). Sin embargo los porcentajes de proteínas (7.73%), grasas (2.43%) y humedad (29.28%) si se encuentran dentro de los porcentajes del Ministerio de Salud (2018), los cuales son para proteína (6.8%-9.6%), grasas (0.2%-2.5%) y humedad (menor al 40%), lo cual al basarse en el porcentaje de proteínas lo coloca en el segundo lugar de entre los tratamientos que se viene investigando.

Cuadro 7. Resultado de análisis para tratamiento 4 (T4)

Componente	Unidades	Método	Total en la muestra T4
Proteinas	%	Kjeldahl	7.73
Carbohidratos	%	indirecto	58.6
Grasas	%	Soxhlet	2.43
Cenizas	%	Directo	2.23
Humedad	%	Air oven	29.28

Fuente: Resultados del estudio

En la figura 8, podemos apreciar que el porcentaje de las características químicas proximales en un diagrama como se mencionó que según los rango porcentuales del Ministerio de Salud (2018), proteínas (7.73%), grasas (2.43%) y humedad (29.28%), se encuentran dentro de estos parámetros porcentuales, con la excepción de carbohidratos y cenizas.

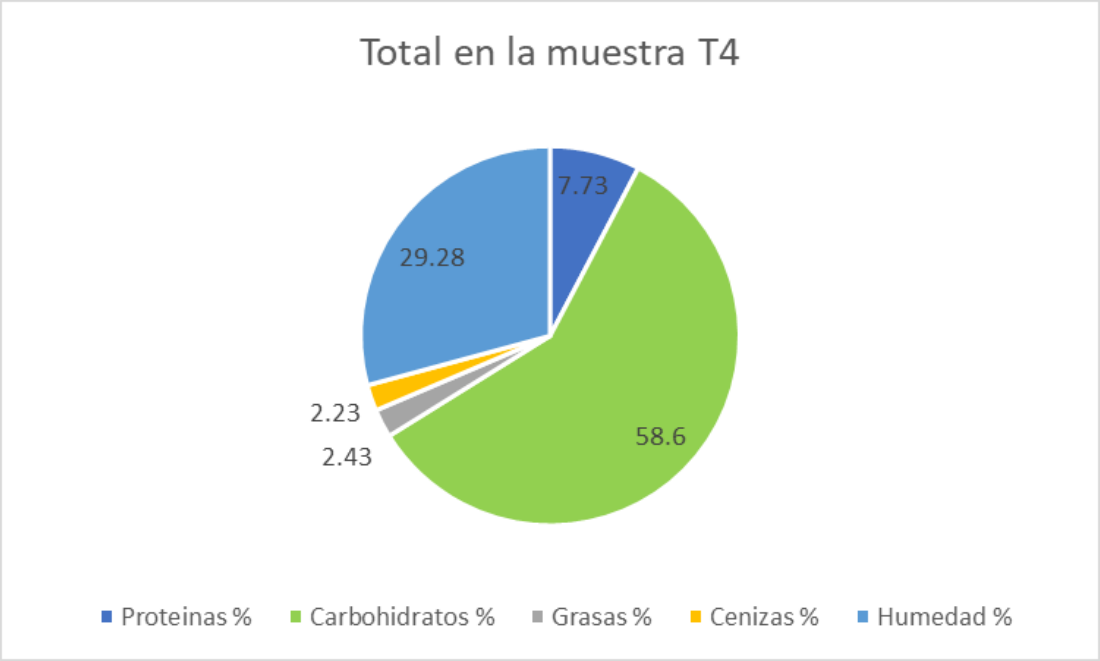


Figura 8. Resultado de análisis para tratamiento 4 (T4)

Fuente: Resultados del estudio

4.2. Características Sensoriales.

Hernández (2011) dice que “la variable sensorial que los consumidores consideran como más importante respecto a las decisiones que toman de los alimentos que consumen es, fundamentalmente, el sabor”. Sin embargo Espinosa (2012) añade, “que durante el acto de comer o beber, el consumidor experimenta una multitud de sensaciones que van más allá del sabor exclusivamente y de las que a menudo el propio consumidor no es consciente”. En el Cuadro 9 se muestran los resultados de la encuesta realizada a 30 panelistas con tres repeticiones, el cual resultó a 90 encuestas por tratamiento que clasificaron los atributos de acuerdo a los tratamientos considerados en la investigación, para ello hicieron uso del instrumento mostrado en el Anexo 1. En este Cuadro 9, se muestra que el tratamiento dos (10% de sustitución) con mayor aceptación por el olor y por la textura, al tratamiento cuatro (20% de sustitución) mejor aceptación en el color y al tratamiento tres (15% de sustitución) más aceptado por los panelistas con el sabor; sin embargo expresaron su desagrado total con el tratamiento uno (5% de sustitución).

Espinosa (2012) explica que “los alimentos destacan por sus propiedades organolépticas, que suponen particularidades que se miden a través de análisis sobre las sensaciones que producen al paladar de quien los consume”. Espinosa (2012) aclara que “este análisis sensorial se basa en cuatro parámetros básicos: color, sabor, textura y aroma”.

Cuadro 8. Resultados de la evaluación sensorial del pan a diferentes sustituciones (tratamientos) mediante aplicación de la escala hedónica.

Atributo	Escala	ST (0%)	T1 (5%)	T2 (10%)	T3 (15%)	T4 (20%)
Color	Me agrada mucho	0	3	3	13	17
	Me agrada	7	0	10	7	3
	Ni me agrada ni me desagrada	37	3	53	20	37
	Me desagrada	47	47	17	47	27
	Me desagrada mucho	10	47	17	13	17
Olor	Me agrada mucho	3	3	13	10	7
	Me agrada	0	0	17	10	7
	Ni me agrada ni me desagrada	40	13	30	40	30
	Me desagrada	43	50	33	27	37
	Me desagrada mucho	13	33	7	13	20
Textura	Me agrada mucho	0	0	13	10	10
	Me agrada	3	0	7	10	7
	Ni me agrada ni me desagrada	30	10	20	20	23
	Me desagrada	43	57	30	37	37
	Me desagrada mucho	23	33	30	23	23
Sabor	Me agrada mucho	0	0	17	27	17
	Me agrada	0	0	0	7	3
	Ni me agrada ni me desagrada	37	10	20	27	20
	Me desagrada	37	40	37	27	40
	Me desagrada mucho	27	50	27	13	20

.. Continuación

Fuente: Resultados del estudio.

4.2.1. Color

En la figura 9 de acuerdo con los resultados de la escala hedónica para el color, existe gran cantidad de panelistas que optaron por “ni me agrada ni me desagrada”, sin embargo, se puede apreciar que el Tratamiento uno tiene un 47% de panelistas que les desagrada mucho, y un 17% destacado para Tratamiento cuatro (20% de sustitución) con “me agrada mucho”.

Donde se aprecia que los panelistas prefirieron por el color con la afirmación “Me agrada mucho” al tratamiento cuatro (20% de sustitución), y con la afirmación de “Me desagrada mucho” al tratamiento uno (5% de sustitución); Espinosa (2012) menciona que “la relación de la información visual recibida con experiencias visuales pasadas, lo que permite reconocer y apreciar lo que se está viendo”, también Hernández (2011) explica “que en el proceso vista, paladar y lengua en el comer, se dedica mayor actividad en la corteza cerebral a lo visual”; lo cual da entender que la presencia de un alimento es imprescindible al momento de la degustación, y se deja en claro que el tratamiento cuatro tiene mejores características visuales apreciadas para el comensal y el tratamiento uno no muestra características apetecibles a la vista de los panelistas.

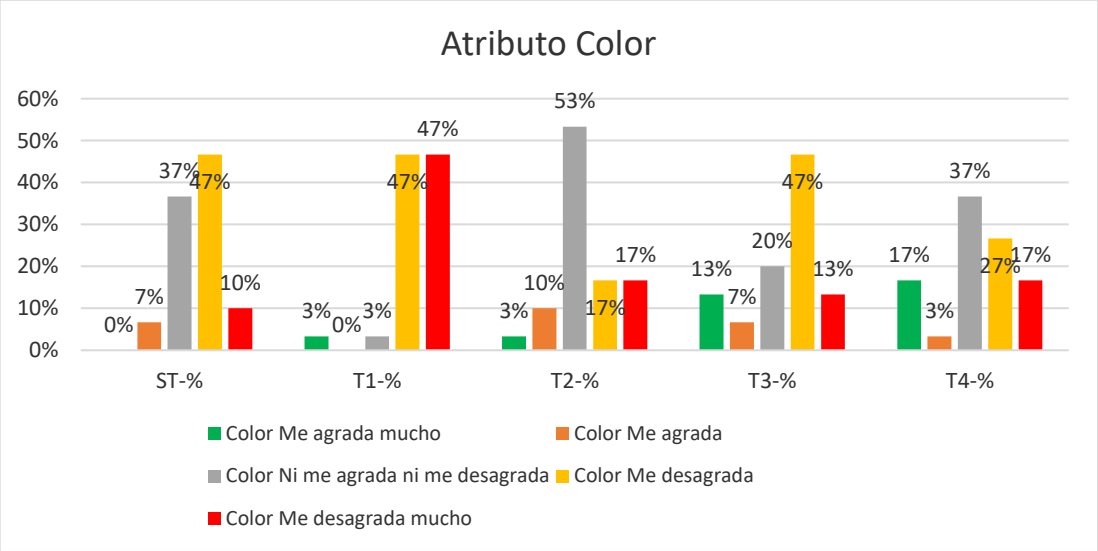


Figura 9. Resultados de la característica color en porcentaje a diferentes niveles.

FUENTE: Resultados del estudio.

La evaluación estadística mediante la prueba no paramétrica de Friedman para el atributo color, demostró la existencia de diferencia significativa (Pv < 0.05), luego se realizó el análisis de varianza; mediante la prueba de Duncan el tratamiento uno es diferente de demás (ver cuadro 10). Bou (2006) explica que la prueba de Friedman determina si las observadas difieren significativamente del valor esperado bajo la hipótesis nula. Espinosa (2012) dice que “el Test de Duncan es un test de comparaciones múltiples y que permite comparar las medias de los t niveles de un factor después de haber rechazado la Hipótesis nula de igualdad de medias mediante la técnica ANOVA de Friedman”. Por lo tanto, la prueba de Friedman

mostró la existencia de diferencias significativas (Pv < 0.05) en el atributo color respecto a la sustitución parcial de harina de sacha papa morado, y con la aplicación de Duncan y Tukey el tratamiento uno es diferente a los demás tratamientos como tal como se indica en el Cuadro 10.

Cuadro 9. Resultado de prueba no paramétrica de Friedman

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	Las medianas de color son las mismas entre las categorías de tratamientos.	Prueba de medianas de muestras independientes.	.000	Rechazar la hipótesis nula

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .0

Cuadro 10. Resultado de prueba de Tukey y Duncan para sub conjuntos homogéneos del atributo color

Color

Tratamientos		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD de Tukey[a]	T1	30	1.6667	2.4000
	ST	30	2.4000	2.6000
	T3	30		2.6667
	T2	30		2.7667
	T4	30		
Duncan[a]	T1	30	1.6667	2.4000
	ST	30		2.6000
	T3	30		2.6667
	T2	30		2.7667
	T4	30		

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 30.000.

4.2.2. Olor

Espinosa (2012) dice que “esta propiedad, es considerada una de las más difíciles de definir y caracterizar, viene dada por distintas sustancias volátiles presentes en los alimentos, bien de manera natural o procedente de su procesado (a través de aditivos alimentarios, como los aromas artificiales). Se considera que los productos vegetales son más ricos en estos compuestos volátiles, que aparecen también como productos secundarios de reacciones

enzimáticas como la reacción de Maillard o la caramelización de los azúcares". En la figura 10, de acuerdo con los resultados de la escala hedónica para el olor, muestran datos diversos, sin embargo, se puede apreciar que tratamiento uno (5% de sustitución) tiene un 50% de panelistas que les desagrada el color, seguida de ST con un 43%, por otro lado, destaca un 33% de agrado para tratamiento uno (5% de sustitución) seguida por un 20 % y 13% para tratamiento tres (15% de sustitución) dentro de lo más resaltante para este atributo. Hernández (2011) menciona que "el olor es la percepción por medio de la nariz de sustancias volátiles liberadas en los alimentos. Dicha propiedad en la mayoría de las sustancias olorosas es diferente para cada una. En la evaluación del olor fue muy importante que no haya contaminación de un olor con otro, por tanto los panes que fueron evaluados debieron mantenerse en recipientes herméticamente cerrados".

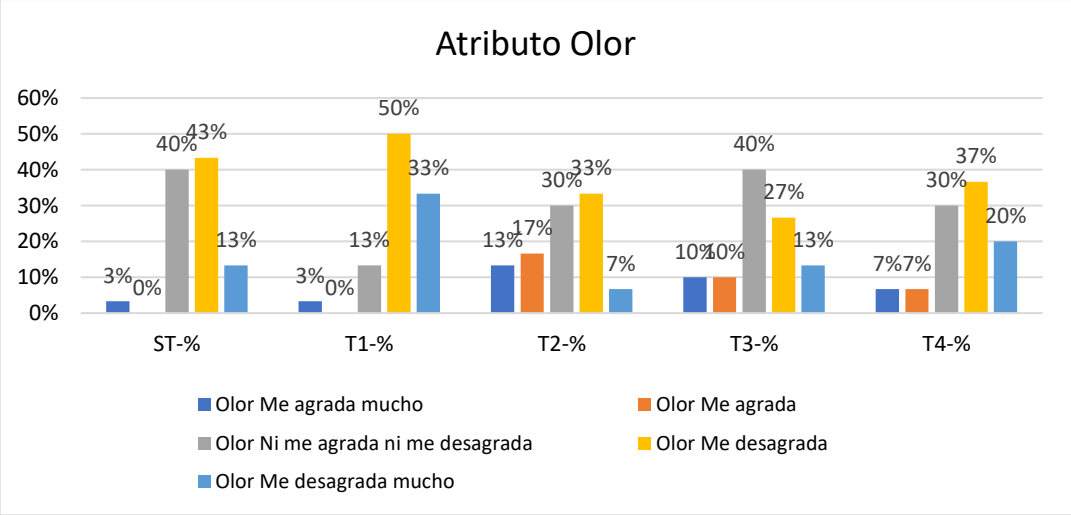


Figura 10. Resultados de la característica olor en porcentaje a diferentes niveles.

Fuente: Resultados del estudio.

La evaluación estadística para olor mediante la prueba no paramétrica de Friedman, indicó que al menos uno de los tratamientos es diferente (p-valor=0.004) para un alfa de 0.05 (ver cuadro 11), Bou (2006) dice que la prueba de Friedman determina si las observadas difieren significativamente del valor esperado bajo la hipótesis nula, por lo que se realizó un análisis de varianza para determinar cuál es significativamente diferente, encontrándose que para Tukey y Duncan el tratamiento uno es diferente a los demás tratamientos, sin embargo existe similitudes significativas entre Tratamiento uno (5% de sustitución), sin tratamiento (0% de sustitución) y tratamiento cuatro (20% de sustitución), sin embargo, esto sucede solo en el subconjunto 1, pero al remitirse a los demás este ya no aparece

(ver cuadro 12). Matos (2010) recalca que este cambio tanto en el número de medias implicada como en el nivel de significación genera un umbral más pequeño. Esto da una mayor capacidad de encontrar diferencias mediante Duncan porque los umbrales son más pequeños y, por lo tanto, es más fácil encontrar diferencias entre las medias comparadas.

Cuadro 11. Resultado de prueba no paramétrica de Friedman

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	Las medianas de olor son las mismas entre las categorías de tratamientos.	Prueba de medianas de muestras independientes.	.004	Rechazar la hipótesis nula

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .0

Cuadro 12. Resultado de prueba de Tukey y Duncan para sub conjuntos homogéneos del atributo olor

Olor

Tratamientos		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD de Tukey[a]	T1	30	1.9000		
	ST	30	2.3667	2.3667	
	T4	30	2.4333	2.4333	
	T3	30		2.7667	
	T2	30		2.9667	
Duncan[a]	T1	30	1.9000		
	ST	30	2.3667	2.3667	
	T4	30	2.4333	2.4333	2.4333
	T3	30		2.7667	2.7667
	T2	30			2.9667

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 30.000.

4.2.3. Sabor

Ballat (2017), dice “que las papilas gustativas de la lengua son capaces de identificar cinco tipos de sabores: dulce, salado, amargo, ácido y umami”, a lo cual Reategui *et* al, (2001) aclara que “cada una de las partes de la lengua reconoce mejor uno u otro sabor, aunque todas las papilas pueden percibir todos los sabores”, y Espinoza (2012) añade que “también se puede hablar de sabores inmediatos, como la acidez del ácido cítrico, y de sabores lentos, como la acidez del ácido málico (presente en algunas frutas y verduras con sabor ácido, sobre

todo cuando no están maduras, como uvas, manzanas o cerezas)". En la figura 11, de acuerdo con los resultados de la escala hedónica para el sabor se aprecia un importante 50% que le "desagrada mucho" el pan con tratamiento uno (5% de sustitución) seguida por tratamiento dos (10% de sustitución) con 27% entre lo más resaltante, por otro lado, el pan con la formulación tratamiento tres (15% de sustitución) obtuvo la mayor preferencia para este atributo con un 27% de "me agrada mucho" dentro de lo más resaltante para este atributo. Hernandez (2011) explica que "hay personas que pueden percibir con mucha agudeza un determinado gusto, pero para otros su percepción es pobre o nula; por lo cual fue necesario determinar qué sabores básicos puede detectar cada panelista", siendo éste el resultado.

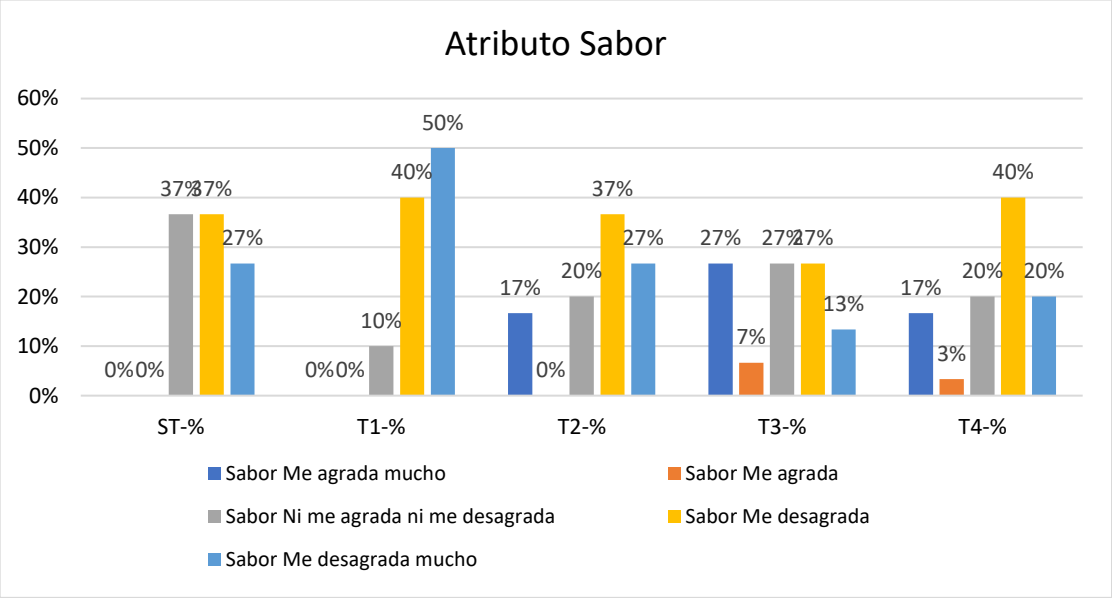


Figura 11. Resultados de la característica sabor en porcentaje a diferentes niveles.

Fuente: Resultados del estudio.

La evaluación estadística para sabor mediante la prueba no paramétrica de Friedman, el cual indicó que todos los tratamientos son iguales para este atributo (p-valor=0.056) para un alfa de 0.05, Bou (2006) aclara que la prueba de Friedman determina si las observadas difieren significativamente del valor esperado bajo la hipótesis nula, por lo que siento este valor por encima de alfa no fue necesario realizar un análisis de varianza concluyéndose que en el sabor no había significancia entre los resultados de la prueba.

Cuadro 13. Resultado de prueba no paramétrica de Friedman

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	Las medianas de sabor son las mismas entre las categorías de tratamientos.	Prueba de medianas de muestras independientes.	.056	Rechazar la hipótesis nula

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .1

4.2.4. Textura

Reategui (2001) hace hincapié que “la textura es una de las particularidades más diferenciadoras entre alimentos clave en las preferencias de los consumidores”. El Ministerio de Salud (2018) expone que “esta propiedad la evalúan los estudios reológicas, que se centran en el análisis de aspectos como la viscosidad, el grosor, la dureza o la rigidez” y en cuanto a los resultados de la escala hedónica para la textura muestran que tratamiento uno (5% de sustitución) tiene un 51% de panelistas que les desagrada su textura, seguida de Sin tratamiento (0% de sustitución) con un 43%, por otro lado, destaca un 13% de me agrada mucho para tratamiento dos (10% de sustitución) seguida por un 10 % para tratamiento tres (15% de sustitución) y tratamiento cuatro (20% de sustitución) dentro de lo más resaltante para este atributo. Espinosa (2012) aporta diciendo que “algunos alimentos cambian de aspecto y textura durante el almacenamiento, de ahí que las medidas reológicas se usen para predecir la estabilidad de vida útil. En alimentos como el pan la textura no puede pasar desapercibido”.

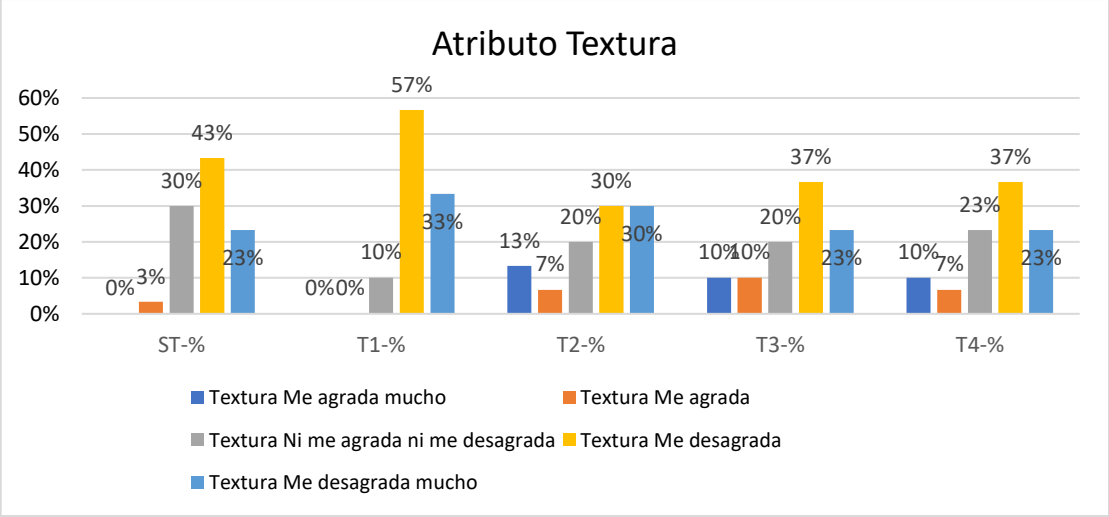


Figura 12. Resultados de la característica textura en porcentaje a diferentes niveles.

Fuente: Resultados del estudio.

La evaluación estadística para la textura mediante la prueba no paramétrica de Friedman, indicó que al menos uno de los tratamientos era diferente para este atributo (p-valor=0.003) para un alfa de 0.05, por lo que se realizó un análisis de varianza para determinar cuál es significativamente diferente (ver cuadro 14), Bou (2006) explica que la prueba de Friedman determina si las observadas difieren significativamente del valor esperado bajo la hipótesis nula. Espinosa (2012) dice que "el Test de Duncan es un test de comparaciones múltiples y que permite comparar las medias de los t niveles de un factor después de haber rechazado la Hipótesis nula de igualdad de medias mediante la técnica ANOVA de Friedman". Por lo tanto según la prueba de Friedman se rechaza la hipótesis nula ya que el nivel de significancia es menos a 0.05, lo cual quiere decir que existen diferencias significativas en la sustitución parcial de harina de sacha papa morado entre los tratamientos en estudio y con la aplicación de Duncan y Tukey se encontró que para existen para este atributo tres subconjuntos con tratamiento significativamente diferentes, lo que supone una diferencia significativa entre tratamiento uno (5% de sustitución), sin tratamiento (0% de sustitución) y tratamiento tres (15% de sustitución) y tratamiento cuatro (20% de sustitución), quedando tratamiento dos (10% de sustitución) como muy similar a los tratamiento antes mencionados (ver cuadro 15).

Cuadro 14. Resultado de prueba no paramétrica de Friedman

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	Las medianas de textura son las mismas entre las categorías de tratamientos.	Prueba de medianas de muestras independientes.	.003	Rechazar la hipótesis nula

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .05

Cuadro 15. Resultado de prueba de Tukey y Duncan para sub conjuntos homogéneos del atributo textura

Textura

Tratamientos		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD de Tukey[a]	T1	30	1.6000		
	ST	30	2.1000	2.1000	
	T2	30		2.4333	2.4333
	T4	30		2.5667	2.5667
	T3	30			3.0667
Duncan[a]	T1	30	1.6000		
	ST	30	2.1000	2.1000	
	T2	30		2.4333	
	T4	30		2.5667	2.5667
	T3	30			2.0667

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 30.000.

4.2.5. Ponderación promedio.

Se realizó la ponderación promedio para conocer que tratamiento destaca sobre los demás en preferencia de los panelistas, este análisis se aprecia en el cuadro 16 y Figura 13, los tratamientos dos (10% de sustitución) y tres (15% de sustitución) fueron los que alcanzaron más altos porcentajes de aceptabilidad en los panelistas, destacando su mayor aceptación el olor para el tratamiento dos (10% de sustitución) y la textura para el tratamiento tres (15% de sustitución). Zumaeta (2013) recalca que “este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea, sus cinco sentidos”.

Cuadro 16. Ponderación promedio de cada atributo

Tratamiento	Color	Olor	Sabor	Textura
ST 0%	2.4	2.4	2.1	2.1
T1 5%	1.7	1.9	1.8	1.6
T2 10%	**2.7**	**3.0**	**2.4**	**2.4**
T3 15%	2.6	2.8	**2.5**	**3.1**
T4 20%	**2.8**	2.4	**2.4**	**2.6**

Fuente: resultados del estudio

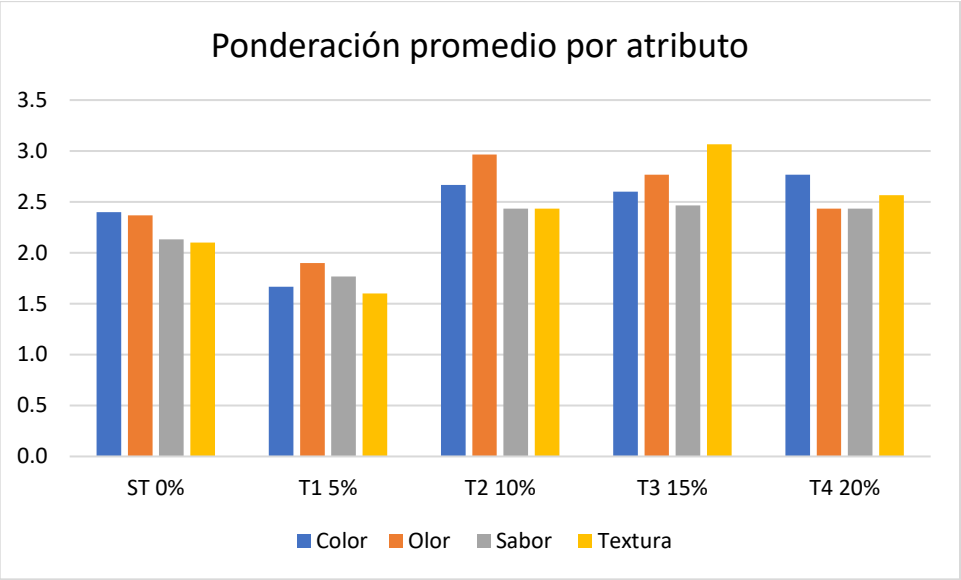


Figura 13. Ponderación promedio de cada atributo sensorial.

Fuente: Resultados del estudio.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados y análisis estadístico podemos concluir lo siguiente

- De acuerdo al objetivo principal del estudio se concluye que la sachapapa morada si aporta significativamente al contenido de proteínas del pan, así mismo tiene una aceptabilidad considerable entre los consumidores, lo que demuestra su idoneidad para ser producido como producto nuevo y con valores nutritivos potenciados.

- Del análisis químico proximal se desprende que el tratamiento uno (5% de sustitución) contiene más proteína (8.7%) frente a los demás tratamientos, así mismo se observa que este compuesto tiene a la disminución, cuando es sometido en su formulación a mayor sustitución.

- De acuerdo a los estándares que solicita la norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería, RM N° 1020-2010/MINSA para la humedad en panes (40%), concluimos que todos los tratamientos cumplen con este requisito.

- De acuerdo a los estándares que solicita la norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería, RM N° 1020-2010/MINSA respecto del contenido de cenizas (3%), se concluye que los tratamientos 2 y 3 no cumplen con este requisito.

- Del análisis sensorial se concluye que existen diferencias significativas en las características organolépticas entre los panes obtenidos a diferentes tratamientos, estas diferencias sin embargo no se muestran para el atributo sabor ya que según los resultados del análisis estadístico de Friedman todas son iguales.

- De acuerdo a la conclusión anterior se desprende que los tratamientos dos (10% de sustitución) y tres (15% de sustitución) tienen mayor aceptabilidad organoléptica, sin embargo, estos tratamientos no cumplen con los requisitos mínimos de contenido de cenizas tipificadas por la RM N° 1020-2010/MINSA. Debido a esto, se tendría que optimizar la formulación para su utilización en un proceso.

VI. RECOMENDACIONES.

En el desarrollo de la investigación se observaron múltiples problemas a tomar en cuenta de lo cual podemos recomendar lo siguiente:

- Se debe implementar tecnología para la obtención de la harina de sachapapa morada a gran escala, debido a que la obtención de la misma en estos momentos es artesanal.

- Se recomienda que se realice investigación sobre el estudio de parámetros más adecuados en el proceso de obtención de harina de sachapapa morada ya que en el estudio solo se utilizó el método convencional o tradicional.

- Se recomienda también realizar una optimización del proceso para los tratamientos dos (10% de sustitución) y tres (15% de sustitución) y así determinar la formulación exacta para el cumplimiento de los estándares exigidos por las normas peruanas.

VII. BIBLIOGRAFIA

Arias T. (2015), evaluación del efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum spp) por harina de banano Cavendish (*Musa acuminata*) grado de madurez 3 sobre las características de masa y pan, tesis post grado, escuela politécnica Nacional, facultad de ingeniería química y agroindustrial, Quito – Ecuador.

A.O.A.C. 2004. Métodos Oficiales de Análisis de Alimentos. 24. Mundi-Prensa. Madrid. España.

Ballat F. (2014), desarrollo de un producto de panificación mediante harina compuesta de trigo, mandioca y soja, departamento de tecnología de alimentos, Universidad Pública de Navarra – España.

Bendezu J. (2014), Estudio etnobotánica, arquitectura foliar y anatomía vegetativa de Dioscorea trífida, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima – Perú.

Bou R, *et al*. 2006. Evaluación de harinas y almidones de mapuey Dioscorea trifida), variedades blanco y morado, Archivos Latinoamericanos de Nutrición Unidad de Análisis de Alimentos, Facultad de Farmacia, Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Chirinos F. 2002. Obtención y caracterización de harina pre cocida a partir de la sacha papa *(Dioscorea trifida)* para elaborar una mezcla enriquecida. [Tesis]. Iquitos-Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

Colimé F. 2007. Obtención del colorante de *Dioscorea trifida* (sacha papa) por atomización. [Tesis]. Iquitos-Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Davidse G.M. Sousa Sánchez (2011), Allismota ceae o Cyperaceae, Mexico.

Espinosa J. (2012), evaluación sensorial de los alimentos, editorial universitaria la Habana – Cuba.

Hernández, Elizabeth (2011). Evaluación Sensorial de Alimentos. UNAD, Facultad de ciencias básicas e Ingeniería, Bogotá - Colombia.

Matos A. y Muñoz I. (2010), Elaboración de pan con sustitución parcial de harina pre – cocida de Ñuña (Phaseoleus vulgaris L.) y Tarwi (Lupinus mutabilis), revista de investigación en ciencia y tecnología, Universidad Peruana Unión.

Ministerio de Salud. 2010. R.M. No 1020-2010/MINSA. Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. Lima. Perú.

Ministerio de Salud. 2014. R.M. No 1121-2010/MINSA. Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. Lima. Perú.

Ministerio de Salud. 2018. R.M. No 1220-2010/MINSA. Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. Lima. Perú.

Martínez, H.; Agroindustria y competitividad. La industria procesadora de papa, plátano y yuca: el mercado de pasabocas (snacks) y congelados en Colombia

Mostacero J, Castillo F, Mejía F, Gamarra O, Charcope J, Ramírez. Plantas Medicinales del Perú. Taxonomía, Ecogeografía, fenología y etnobotánica. Trujillo: Asamblea Nacional

Pascual Chagman Gloria, Zapata Huamán J. (2010), sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum L.) por harina de Kiwicha (Amaranthus caudatus L.) usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan, Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Industrias Alimentarias, Lima – Peru.

Pino Gutiérrez J. J. (2011), caracterización físico química de la harina de maíz criollo (Zea mays amylacea) y su aplicación a la elaboración de pan, tesis de pre grado, Universidad Nacional de San Martin, Facultad de Agroindustrias, Tarapoto – Perú.

Reátegui Sibina Daniela L. y Maury Laura M. I. (2001), elaboración de galletas utilizando harinas sucedáneas obtenidas con productos de la región, revista Amazónica de investigación alimentaria, V1, Nº1 UNAP, Iquitos – Perú.

Rincón, A, M. Araujo. 2000. Evaluación del posible uso tecnológico de algunos tubérculos de las dioscóreas: ñame congó y mapuey. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 50:286 – 290.

Vásquez J y Rojas C. 2002. Plantas de la Amazonia Peruana. Clave para identificar las familias de Gimnospermae y Angiospermae ARNALDOA 13 (1), 9-258.

Zapata, L. 2006. Manejo agronómico de la Papa Criolla para el procesamiento industrial. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

CORPOICA. Centro de Investigación “La Selva”. Rio negro Antioquia. Boletín Técnico No 19. 44

Zumaeta Puga Ethel LL. (2013), optimización del tiempo de proceso de pan fortificado a partir de harina de plátano (Musa paradisiaca L.) y Sacha papa morada (Dioscorea trífida L.), tesis pre grado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, facultad de Industrias Alimentarias, Iquitos – Perú.

VIII. ANEXOS

Cuadro 17. Formato de encuestas de escala de evaluación hedónica

ESCALA DE EVALUACIÓN HEDÓNICA

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PRUEBA DE MEDICIÓN DE GRADO DE SATISFACCIÓN

PRODUCTO: SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*) POR HARINA SUCEDÁNEA DE SACHAPAPA MORADA (*Dioscorea trífida*) EN LA ELABORACIÓN DE PAN.

MUESTRA: …… **FECHA: ……**

INSTRUCCIONES:

Por favor, pruebe las muestras en el orden indicado, según su criterio marque en el casillero que indique el grado en que le gusta o disgustan, según la siguiente escala.

1. Me gusta mucho
2. Me gusta
3. Ni me gusta ni me disgusta.
4. Me disgusta mucho.
5. Me disgusta

Asigne la calificación correspondiente a cada atributo:

Atributos	**MUESTRAS**				
	M0	**M1**	**M2**	**M3**	**M4**
COLOR					
OLOR					
SABOR					
TEXTURA					

Figura 14. Análisis organoléptico de pan de Sacha papa morada *(Dioscorea trífida)* con las 4 proporciones. (1° panelista).



Figura 15. Análisis organoléptico de pan de Sacha papa morada *(Dioscorea trífida)* con las 4 proporciones. (2° panelista)



Figura 16. Certificados de caracterización fisicoquímica de pan de sacha papa morada *(Dioscorea trífida)* por el laboratorio Natura Analítica SAC.



Natura Analítica

Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661
SECCIÓN II:
ANALISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANALISIS Nº 20180223/1

SOLICITANTE	**JIMMY ACUÑA OSORES**
RUC	10471188226
DIRECCIÓN	Jr. 2 de Mayo – Yarinacocha
*MUESTRA	**Pan de trigo**
CODIGO DEL CLIENTE	**M – 0**
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Fredi Carrasco S. Blgo. Erick Castillo Q.
FECHA DE INGRESO	2018-02-20
COLECTOR	EL SOLICITANTE
ANÁLISIS SOLICITADO	**ANALISIS BROMATOLOGICO**
FECHA INICIO DE ENSAYO	20-02-2018
FECHA TERMINO DE ENSAYO	28-02-2018
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS	01-03-2018

***Muestra recolectada bajo responsabilidad del solicitante**

RESULTADO

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
PROTEÍNAS	%	Kjeldahl Method	6,34
CARBOHIDRATOS	%	Indirect Method	58,5
GRASAS	%	Soxhlet Method	2,3
CENIZAS	%	Direct Method	2,16
HUMEDAD	%	Air Oven	29,26

GERENCIA TÉCNICA
Natura Analítica S.A.C.

Natura Analítica S.A.C.
Blgo. Alcides E. Castillo Quezada
Jefe de Laboratorio

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661
SECCIÓN II:
ANALISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANALISIS Nº 20180223/2

SOLICITANTE	**JIMMY ACUÑA OSORES**
RUC	10471188226
DIRECCIÓN	Jr. 2 de Mayo – Yarinacocha
*MUESTRA	**Pan de trigo enriquecido sacha papa 5%**
CODIGO DEL CLIENTE	**M – 1**
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Fredi Carrasco S. Blgo. Erick Castillo Q.
FECHA DE INGRESO	2018-02-20
COLECTOR	EL SOLICITANTE
ANÁLISIS SOLICITADO	**ANALISIS BROMATOLOGICO**
FECHA INICIO DE ENSAYO	20-02-2018
FECHA TERMINO DE ENSAYO	28-02-2018
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS	01-03-2018

*Muestra recolectada bajo responsabilidad del solicitante

RESULTADO

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
PROTEÍNAS	%	Kjeldahl Method	8,71
CARBOHIDRATOS	%	Indirect Method	53,52
GRASAS	%	Soxhlet Method	2,84
CENIZAS	%	Direct Method	3,07
HUMEDAD	%	Air Oven	31,54

GERENCIA TÉCNICA Natura Analítica S.A.C.

Natura Analítica S.A.C.
Blgo. Alcides E. Castillo Quispe
Esp. Laboratorio Clínico y Análisis Biológico

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060
E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANALISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANALISIS Nº 20180223/3

SOLICITANTE	**JIMMY ACUÑA OSORES**
RUC	10471188226
DIRECCIÓN	Jr. 2 de Mayo – Yarinacocha
*MUESTRA	**Pan de trigo enriquecido sacha papa 10%**
CODIGO DEL CLIENTE	**M – 2**
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Fredi Carrasco S. Blgo. Erick Castillo Q.
FECHA DE INGRESO	2018-02-20
COLECTOR	EL SOLICITANTE
ANÁLISIS SOLICITADO	**ANALISIS BROMATOLOGICO**
FECHA INICIO DE ENSAYO	20-02-2018
FECHA TERMINO DE ENSAYO	28-02-2018
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS	01-03-2018

***Muestra recolectada bajo responsabilidad del solicitante**

RESULTADO

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
PROTEÍNAS	%	Kjeldahl Method	7,19
CARBOHIDRATOS	%	Indirect Method	58,7
GRASAS	%	Soxhlet Method	2,34
CENIZAS	%	Direct Method	3,89
HUMEDAD	%	Air Oven	29,33

GERENCIA TÉCNICA
Natura Analítica
S.A.C.

Natura Analítica S.A.C.
Blgo. Alcides E. Castillo Quezada
Esp. Laboratorio Clínico y Análisis Biológ.
CBP 6176 RNE 0138

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANALISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANALISIS Nº 20180223/4

SOLICITANTE	**JIMMY ACUÑA OSORES**
RUC	10471188226
DIRECCIÓN	Jr. 2 de Mayo – Yarinacocha
*MUESTRA	**Pan de trigo enriquecido sacha papa 15%**
CODIGO DEL CLIENTE	**M – 3**
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Fredi Carrasco S. Blgo. Erick Castillo Q.
FECHA DE INGRESO	2018-02-20
COLECTOR	EL SOLICITANTE
ANÁLISIS SOLICITADO	**ANALISIS BROMATOLOGICO**
FECHA INICIO DE ENSAYO	20-02-2018
FECHA TERMINO DE ENSAYO	28-02-2018
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS	01-03-2018

***Muestra recolectada bajo responsabilidad del solicitante**

RESULTADO

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
PROTEÍNAS	%	Kjeldahl Method	7,21
CARBOHIDRATOS	%	Indirect Method	59,03
GRASAS	%	Soxhlet Method	1,95
CENIZAS	%	Direct Method	2,87
HUMEDAD	%	Air Oven	29,1

GERENCIA TÉCNICA
Natura Analítica S.A.C.

Natura Analítica S.A.C.
Blgo. Alcides E. Castillo Lezcano
Esp. Laboratorio Clínico y Análisis Bioló...
COP 21... ENF 01.38

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANALISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANALISIS Nº 20180223/5

SOLICITANTE	**JIMMY ACUÑA OSORES**
RUC	10471188226
DIRECCIÓN	Jr. 2 de Mayo – Yarinacocha
*MUESTRA	**Pan de trigo enriquecido sacha papa 20%**
CODIGO DEL CLIENTE	**M – 4**
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Fredi Carrasco S. Blgo. Erick Castillo Q.
FECHA DE INGRESO	2018-02-20
COLECTOR	EL SOLICITANTE
ANÁLISIS SOLICITADO	**ANALISIS BROMATOLOGICO**
FECHA INICIO DE ENSAYO	20-02-2018
FECHA TERMINO DE ENSAYO	28-02-2018
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS	01-03-2018

***Muestra recolectada bajo responsabilidad del solicitante**

RESULTADO

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
PROTEÍNAS	%	Kjeldahl Method	7,73
CARBOHIDRATOS	%	Indirect Method	58,6
GRASAS	%	Soxhlet Method	2,43
CENIZAS	%	Direct Method	2,23
HUMEDAD	%	Air Oven	29,28

GERENCIA TÉCNICA Natura Analítica S.A.C.

Natura Analítica S.A.C.
Blgo. Alicia E. Quezada

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com