

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 trifida*) EN LA ELABORACIÓN DE PAN.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Nombre del Bachiller: Bach. Jimmy Jair Acuña Osoreo

Nombre del Asesor: Ing. Mg. José Flores Flores

Nombre del Co-Asesor: Ing. Jhean Boris Quispe Suarez

Yarinacocha – Perú

2019

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.....	10
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.	11
2.1 Generalidades.....	11
2.2 Antecedentes.	11
2.3 Bases Teóricas	15
2.3.1. <i>Dioscorea trifida</i> Sacha papa morada.....	15
2.3.2. Descripción botánica y clasificación taxonómica de la sachapapa morada	15
2.3.3. Origen.....	16
2.3.4. Ecología y adaptación.....	16
2.3.5. Clasificación taxonómica.	16
2.3.6. Fabricación de productos de panificación	16
2.3.7. Análisis sensorial	20
2.3.8. Análisis Químico proximal.....	24
III. MÉTODOS.....	30
3.1 Proceso de preparación de la harina de Sacha papa	30
3.1.1. Selección de la materia prima.....	30
3.1.2. Lavado.....	30
3.1.3. Pelado	30
3.1.4. Retoque	30
3.1.5. Cortado.....	31
3.1.6. Trituración.....	31
3.1.7. Estrujar	31
3.1.8. Desmenuzado	31
3.1.9. Secado	31
3.1.10. Molienda.....	32
3.1.10. Tamizado.....	32
3.1.11. Envasado.....	32
3.2 Elaboración de pan con cuatro sustituciones de harina de sachapapa morada.	33
3.2.1 Recepción de materia prima e insumos	33
3.2.2 Tamizado.....	34

3.2.3	Mesclado/Amasado.	34
3.2.4	Fermentación y reposo.	34
3.2.5	Corte.....	35
3.2.6	Horneado.....	35
3.2.7	Enfriamiento.	36
3.2.8	Almacenamiento.....	36
3.3.	Evaluación sensorial del pan con cuatro sustituciones.	37
3.4.	Análisis químico proximal de los tratamientos.	37
3.5.	Procesamiento de datos.....	38
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	39
4.1.	Análisis químico proximal (proteínas, carbohidratos, grasas, cenizas y humedad)	39
4.1.1.	Resultado de análisis para ensayo sin tratamiento (ST).	40
4.1.2.	Resultado de análisis químico proximal del Tratamiento al 5% de sustitución (T1).	41
4.1.3.	Resultado de análisis químico proximal para Tratamiento al 10% de sustitución (T2).	42
4.1.4.	Resultado de análisis para Tratamiento 3 al 15% de sustitución (T3). 43	
4.1.5.	Resultado de análisis químico proximal para el Tratamiento al 20% de sustitución (T4).	44
4.2.	Características Sensoriales.....	46
4.2.1.	Color.....	47
4.2.2.	Olor	49
4.2.3.	Sabor.....	51
4.2.4.	Textura.	52
4.2.5.	Ponderación promedio.....	55
V.	CONCLUSIONES	56
VI.	RECOMENDACIONES.	57
VII.	BIBLIOGRAFIA	58
VIII.	ANEXOS	61

LISTA DE CUADROS

En el texto	pg
Cuadro 1. Contenido en gramos de tratamientos.....	34
Cuadro 2. Composición química proximal de las mezclas de harinas de trigo y de sachapapa morada en panes para diferentes niveles de sustitución.....	39
Cuadro 4. Resultado de análisis para ensayo sin tratamiento.....	40
Cuadro 5. Resultado de análisis para tratamiento 1 (T1).....	41
Cuadro 6. Resultado de análisis para tratamiento 1 (T1).....	43
Cuadro 7. Resultado de análisis para tratamiento 3 (T3).....	44
Cuadro 8. Resultado de análisis para tratamiento 4 (T4).....	45
Cuadro 9. Resultados de la evaluación sensorial del pan a diferentes sustituciones (tratamientos) mediante aplicación de la escala hedónica.....	46
Cuadro 10. Resultado de prueba no paramétrica de Friedman.....	48
Cuadro 11. Resultado de prueba de Tukey y Duncan para sub conjuntos homogéneos del atributo color.....	49
Cuadro 12. Resultado de prueba no paramétrica de Friedman.....	50
Cuadro 13. Resultado de prueba de Tukey y Duncan para sub conjuntos homogéneos del atributo olor.....	51
Cuadro 14. Resultado de prueba no paramétrica de Friedman.....	52
Cuadro 15. Resultado de prueba no paramétrica de Friedman.....	54
Cuadro 16. Resultado de prueba de Tukey y Duncan para sub conjuntos homogéneos del atributo textura.....	54
Cuadro 17. Ponderación promedio de cada atributo.....	55
En el anexo	
Cuadro 18. Formato de encuestas de escala de evaluación hedónica.....	61

LISTA DE FIGURAS

En el texto	pg
Figura 1. Flujo del proceso de preparación de harina de sachapapa morada.....	33
Figura 2. Flujo del proceso productivo para la elaboración de pan y con cuatro sustituciones.....	37
Figura 3. Resultados químico proximal en porcentaje de sustitución parcial de harina por harina de sachapapa a diferentes niveles.....	40
Figura 4. Resultado de análisis para ensayo sin tratamiento.....	41
Figura 5. Resultado de análisis para tratamiento 1 (T1).....	42
Figura 6. Resultado de análisis para tratamiento 2 (T2).....	43
Figura 7. Resultado de análisis para tratamiento 3 (T3).....	44
Figura 8. Resultado de análisis para tratamiento 4 (T4).....	45
Figura 9. Resultados de la característica color en porcentaje a diferentes niveles.....	48
Figura 10. Resultados de la característica olor en porcentaje a diferentes niveles.....	50
Figura 11. Resultados de la característica sabor en porcentaje a diferentes niveles.....	52
Figura 12. Resultados de la característica textura en porcentaje a diferentes niveles.....	53
Figura 13. Ponderación promedio de cada atributo sensorial.....	55
 En el anexo	
Figura 14. Análisis organoléptico de pan de Sacha papa morada (Dioscorea trifida) con las 4 proporciones. (1° panelista).....	62
Figura 15. Análisis organoléptico de pan de Sacha papa morada (Dioscorea trifida) con las 4 proporciones. (2° panelista).....	62
Figura 16. Certificados de caracterización fisicoquímica de pan de sachapapa morada (Dioscorea trifida) por el laboratorio Natura Analítica SAC.....	63

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo, por harina de sachapapa morada (*Dioscorea trifida*) 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 trifida*, 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 el Perú los productos endémicos se ha visto abandonados en cierta manera por la investigación y su no inclusión en la agroindustria han conllevado a una pobre explotación de lo nuestro; siendo el caso de la sachapapa morada (*Dioscorea trifida*), 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 trifida*, 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: ¿Cuál es la influencia de la sustitución de la harina de trigo (*Triticum spp*) por harina de Sachapapa (*Dioscorea trifida*) en la elaboración del pan?. Por lo antes mencionado este estudio basó su investigación en los inconvenientes comerciales y de uso observada en la sachapapa morada (*Dioscorea trifida*).

Es a partir de allí que se plantea el objetivo principal de esta investigación: Evaluar el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum spp*) por harina de sachapapa morada (*Dioscorea trifida*) en la elaboración del pan. Y tres objetivos específicos: Secar y obtener la harina de sachapapa morada (*Dioscorea trifida*) para la elaboración de pan; evaluar las características físico-químico y químico proximal de los panes elaborados y sus tratamientos y determinar la aceptabilidad del pan mediante la evaluación sensorial. Además se planteó como hipótesis de respuesta si influirá la sustitución parcial de harina de trigo por harina de sachapapa morada (*Dioscorea trifida*) en la elaboración de pan.

De esta manera con la presente investigación se beneficiaran los pequeños productores, consumidores e impulsar una idea de empresa MYPES con carácter netamente agroindustrial con miras a explotar un recurso puesto en segundo plano de manera sustentable y sostenible.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

2.1 Generalidades.

La sachapapa morada (*Dioscorea trifida*) es una planta netamente tropical, de tallos volubles delgados que desarrollan hacia la izquierda provisto de dos a ocho alas membranosas, generalmente en mayor número y desarrollo en la parte inferior del tallo. Los tubérculos se utilizan de manera similar a la papa, en la alimentación directa después de cocinada, en sopas, guisos y en puré. Se consume frito, forma en la que se preparan hojuelas crocantes, también se prepara una chicha o "masato" de sachapapa morada. La sachapapa es una planta dioica del género dioscórea que produce unos tubérculos comestibles de color morado, emiten tallos en forma de bejucos y hojas ovaladas media corazonadas, producen tubérculos predominantemente cilíndricos y ricos en carbohidratos. El tubérculo de *Dioscorea trifida* L.f. representa una fuente rica en vitaminas y carbohidratos (Bendezu, 2012).

2.2 Antecedentes.

Arias T. 2015, en su trabajo de tesis, titulado "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". Realizó el análisis de la sustitución de la harina de banano en seis niveles: 0, 5, 10, 15, 20 y 25%. Examinó los efectos de sustitución en masa, empleando el Mixolab de Chopin y el Alveógrafo de Chopin. Para analizar los efectos de sustitución en pan se evaluó: Peso, volumen y altura de pan; además evaluó la miga de pan empleando el software ImageJ 1.47K. Por otro lado, realizó el análisis sensorial para determinar la aptitud panadera y la aceptabilidad. Las diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras fueron determinadas por un test ANOVA, seguido por un test de TUKEY, con un nivel de confianza del 95%. De acuerdo a los resultados de la investigación reporta que de acuerdo a los valores de fuerza de masa (w) la sustitución de hasta un 15% con harina de banano fue calificado como harina para panificación. Con base en los resultados del análisis sensorial se aceptó el pan con el remplazo de hasta un 20%. En cuanto a la aptitud panadera, las sustituciones de 0, 5 y 10%, fueron las únicas que cumplieron con las normativas.

Ballat M. 2014, En su trabajo de tesis denominado: "Desarrollo de un producto de panificación mediante harina compuesta de trigo, mandioca y soja", planteó la utilización de harinas alternativas en la panificación para obtener un pan mejor nutricionalmente y/o menos costoso, empleando harina de soja integral, por su riqueza nutricional, y harina de mandioca, por tratarse de un producto muy abundante y barato en países amazónicos y africanos; para lo cual realizó un análisis nutricional básico de las harinas empleadas,

resultando que la harina de soja presentaba una mayor riqueza y equilibrio nutricional, destacando su contenido en proteínas y lípidos, mientras que la harina de mandioca era un producto fundamentalmente rico en hidratos de carbono. Realizo un diseño de mezclas en las que la harina de trigo fue sustituida hasta un 30% mediante harinas de soja y/o mandioca en proporciones entre 0% y 30%. Observo un marcado efecto negativo muy marcado de la soja sobre el volumen, la altura y la firmeza de la miga, además de provocar un color de la miga hacia menos luminoso y más amarillo y un oscurecimiento y enrojecimiento muy intenso de la corteza. El efecto más destacado de la incorporación de la harina de soja fue un significativo blanqueamiento de la corteza del pan. 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, sobre todo en las valoraciones de tipo visual (Color, apariencia). El pan elaborado con una harina compuesta con un 30% de harina de mandioca era peor valorada por su color pálido, aunque su sabor era más apreciado que la formulación que incorporaba soja.

Matos A. y Muñoz K. 2010, En su trabajo de investigación titulado “Elaboración de pan con sustitución parcial de harina pre – cocida de Nuña (*Phaseoleus vulgaris* L.) y Tarwi (*Lupinus mutabilis*)” tuvo como objetivo elaborar un pan con sustitución parcial de harinas precocidas de Nuña (*Phaseoleus vulgaris* L.) y Tarwi (*Lupinus mutabilis*) con la finalidad de mejorar el nivel proteico. Se utilizaron 3 formulaciones con diferentes porcentajes de sustitución (10%, 20%, 30%). Los análisis realizados para el producto final fueron contenidos de proteína, ceniza, análisis microbiológico y sensorial. El pan con sustitución parcial de 30% tuvo el contenido de proteína más alto (27.10%). Los análisis microbiológicos de levaduras y coliformes mostraron un valor mínimo con respecto al máximo permitido. El pan con 30% de sustitución tuvo mayor aceptabilidad en cuanto a sabor y textura, en lo que respecta a color el pan con sustitución de 20 % tuvo mayor aceptabilidad.

Zumaeta E. 2013, en su trabajo de tesis titulado “Optimización del tiempo del proceso de pan fortificado a partir de harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) y sachapapa morada (*Dioscorea trifida* L.), para obtener el título profesional de ingeniero en industrias alimentarias. Para su análisis realizo 4 formulaciones F1(55% de harina de trigo, 5% de harina de plátano y 5.30% de harina de sachapapa), F2 (55% Harina de trigo, 7% Harina de plátano y 7% harina de sachapapa, F3 (55% harina de trigo, 2.5% harina de plátano y 2.5% harina de sachapapa), F4 (60% harina de trigo, 8% harina de plátano, 8% harina de sachapapa). Al optimizar el proceso llego a la siguiente conclusión: El proceso de las

operaciones unitarias es como sigue: materias primas, dosificación, mezclado/amasado (20 minutos), pesado de la masa (5 minutos), división (2 minutos), moldeado (20 minutos), estandarizado u oreado (10 minutos), fermentado (165 minutos a 60° C), horneado (20 minutos x 175oC), enfriado (32oC x 120 minutos), embolsado/sellado, control de peso, almacenamiento del producto final y distribución. El tiempo total de producción es de 362 minutos que equivale a 6 horas y 2 minutos). El tiempo que utiliza para el proceso normal de 7 horas y 50 minutos, existiendo una diferencia con nuestro proceso de 104 minutos. En cuanto a los resultados físicos químicos del Pan Fortificado son los siguientes: 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. Con respecto a los resultados microbiológicos se reportó los siguientes resultados: mohos y levaduras (ufc/g): 2.10x10¹, y salmonella/25 g: ausencia total. En las pruebas sensoriales la formulación 03 es la que mejor resultados reportaron los panelistas consumidores, de igual manera en la prueba estadística la F₃, es la que presenta mayor diferencia significativa y mejor aceptación.

Reátegui D, y Maury M. 2001, En su trabajo de investigación titulado: “Elaboración de galletas utilizando harinas sucedáneas obtenidas con productos de la región”, evaluaron, harinas sucedáneas, en la producción de galletas, las harinas fueron extraídas de cinco especies de la biodiversidad vegetal amazónica: sachapapa morada (*Dioscorea decorticans*), sachapapa blanca (*Dioscorea trifida*), pituca (*Colocasia esculenta* L. Schott), pijuayo (*Bactris gasipaes* HBK) y pan del árbol (*Artocarpus comunis* F.). Se obtuvieron resultados satisfactorios en la producción de las galletas, con la sustitución del 30% de la harina de trigo por la harina de sachapapa morada, sachapapa blanca, pituca y pijuayo. El pan del árbol tiene muy bajo rendimiento de harina (29%) y no dio buenos resultados al sustituir a la harina de trigo en la producción de galletas. El rendimiento de harina de la Sachapapa (*Dioscorea trifida*) blanca fue del 54%, Sachapapa (*Dioscorea trifida*) morada 56%, pituca 54% y pijuayo 43%. Las galletas presentaron buen comportamiento durante el almacenamiento, no mostrando variación significativa en su composición fisicoquímica y organoléptica.

Pino J. 2011, en su trabajo de tesis de pre grado titulado: “Caracterización físico química de la harina de maíz criollo (*Zea mays amylacea*) y su aplicación en la elaboración de pan”, caracterizó la harina de maíz amiláceo (*Zea mays amylacea*) por sus propiedades físico químicas como Densidad aparente de 0,60 g/cm³, pH: 6,53, Acidez total: 0,14% expresado como ácido sulfúrico, Granulometría: 97.50%, pasando por un tamiz de 180 um y un

análisis químico proximal: Humedad: 11,31, Fibra: 0,36, Grasa: 5,07, Ceniza: 1,25, Proteína: 10,00, Carbohidratos: 72,01. Análisis de amilosa: 13,7% considerando ligeramente exento de amilosa. Estudió el comportamiento de la masa panadera en los niveles de sustitución de 10, 20 y 30%, encontrando el mayor valor de expansión a 30% (5.45cm) y el menor valor al 10% (4.85cm), solo las sustituciones de 10 y 20% están dentro del rango establecido y conserva las propiedades de amasado. En la segunda etapa evaluó la calidad y aceptabilidad del pan al 20% de sustitución con adición de harina de soya y lacto suero, como mejoradores naturales. Los análisis químicos evidencian un enriquecimiento de proteína en 1.31% al adicionar suero de leche comparada frente a la harina de soya (0.66%) y la prueba de aceptabilidad, demuestra que el 50% de los panelistas califican al pan mejorado con suero de leche en la escala me gusta mucho. En cuanto al análisis microbiológico, la numeración de mohos y levaduras se encuentran por debajo de los límites bacteriológicos permisibles, lo cual demuestra las adecuadas condiciones higiénicas empleadas durante el proceso.

Pascual G, y Zapata J. 2010, en el trabajo de investigación que realizaron titulado: “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”; 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%), incluyendo el testigo sin sustitución. El arreglo factorial, con un diseño completamente al azar, reveló que el pan preferido se alcanzó con el método esponja y masa para un nivel de sustitución al 10%. Para la elaboración de este producto se siguieron las siguientes operaciones; Pesado, amasado, primera fermentación, amasado – sobado, división – formado, fermentación y horneado, las harinas para cada nivel de sustitución, fueron evaluados por medio de análisis físico químico y microbiológico. El comportamiento de la masa, para cada nivel de sustitución, fue determinado mediante análisis físico químico y reológico. Por último, a los panes obtenidos mediante cada tratamiento, se realizaron análisis físico, físico químico, químico, organoléptico y biológico. Finalmente, el pan preferido mostro un valor de PER de 0.76.

2.3 Bases Teóricas

2.3.1. *Dioscorea trifida* Sacha papa morada

La *Dioscorea trifida* o sachapapa morada es un tubérculo del género *Dioscorea* originario del Caribe, Centroamérica tropical y América del Sur. Se le conoce por una variedad de nombres comunes, entre ellos mapuey, yampí, ñame blanco, papañame y papa de aire.

El tubérculo tiene aproximadamente un 38% de almidón. Se trata de un almidón céreo que carece de amilosa y tiene usos potenciales como un aglutinante y espesante en la elaboración de alimentos. (Davidse G. M. 2011).

2.3.2. Descripción botánica y clasificación taxonómica de la sachapapa morada

La sachapapa morada (*Dioscorea trifida*) es una planta de tallos volubles, delgados que enrollan hacia la izquierda, provistos de dos a ocho alas membranosas, generalmente en mayor número y desarrollo en la parte inferior del tallo. Las hojas miden hasta 25 cm de largo, son digitadas, con tres a siete segmentos o lóbulos, con el central más grande. Las plantas son unisexuales. Las inflorescencias examinadas son racimos simples o muy ramificados, con flores verduzcas de 4 a 6 mm de diámetro; mientras que las inflorescencias pistiladas consisten en dos racimos simples que nacen de la misma axila con flores de 12 a 2mm de largo. El fruto es una cápsula, con tres lóculos, cada uno con dos semillas diminutas, aladas.

El tallo subterráneo es un órgano irregular y corto del que emergen los tallos aéreos, raíces y estolones, estos últimos en círculos sucesivos. El estolón que mide hasta 70 cm de largo se ensancha formando el tubérculo. Los tubérculos varían mucho en forma y tamaño, aun en la misma planta; se observa forma esférica, fusiforme, claviforme y a menudo con ramificaciones muy cortas. La superficie es rugosa, a veces con raicillas. La pulpa es uniforme, compacta y varía de color blanco, amarillo hasta morado, con un sabor y apariencia muy agradable después de cocinado. El peso de los tubérculos está entre 300 y 400 g cada uno (Martínez, 2007). La especie, se halla distribuida a lo largo de la amazonia (Perú, Colombia, Brasil, Venezuela y Ecuador); donde crecen sin ningún manejo cultural por los agricultores. En nuestro país, se hallan distribuidas a nivel de selva alta y baja, habitando juntamente con el plátano, yuca, cacao y con otros cultivos de la zona; en general los agricultores lo toman como malas hierbas porque desconocen las funciones que cumplen en el suelo (Mostacero 2011).

2.3.3. Origen

El género *Dioscorea* es muy grande. Se encuentra representado por especies de importancia económica en las regiones lluviosas del trópico, aunque también se encuentran en las regiones subtropicales y en las templadas. *D. trifida* tiene mayor variabilidad en las Guayanas. (Mostacero 2011).

2.3.4. Ecología y adaptación

El ñame es una planta netamente tropical, desarrolla mejor con temperaturas medias entre 25 y 30°C y para obtener máximos rendimientos necesita de abundante agua, entre 1,500 y 2,000 m/año.

El período crítico para mantener la humedad es durante los cinco primeros meses de desarrollo; pasado este tiempo, el exceso de humedad puede ocasionar pudrición de los tubérculos. Requiere abundante luz para obtener mayor producción, un período de 12 horas con luz es adecuado. (Mostacero 2011).

2.3.5. Clasificación taxonómica.

La sachapapa morada *Dioscorea trifida* taxonómicamente esta clasifica de la siguiente manera:

Reino	: <i>Plantae</i>
División	: <i>Angiosperma</i>
Clase	: <i>Liliopsida</i>
Orden	: <i>Dioscoreales</i>
Familia	: <i>Dioscoreaceae</i>
Género	: <i>Dioscorea</i>
Especie	: <i>Dioscorea trifida</i> .

(Mostacero 2011).

2.3.6. Fabricación de productos de panificación

a. Norma sanitaria y tecnología para la fabricación, elaboración de productos de panificación.

La presente Norma está plasmada en la R.M. N° 1020-2010/MINSA. Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería. En la cual la presente norma tiene la finalidad de contribuir a proteger la Salud de los consumidores disponiendo los requisitos sanitarios que deben cumplir los productos de panificación, galletería y pastelería, así mismo aplicar a los establecimientos que los fabrican, elaboran y expenden.

Sus objetivos es el de establecer los principios generales de higiene que deben cumplir los establecimientos donde se elaboran y/o expenden productos de panificación, galletería y pastelería. Así mismo establecer las características de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir los productos elaborados en panaderías, para ser considerados aptos para el consumo humano. Las disposiciones específicas son los requisitos de calidad e inocuidad de los productos de panificación, galletería y pastelería. (MINSA, 2010).

b. Operaciones relacionadas con el proceso productivo de productos de panificación

Las operaciones relacionadas con alimentos desde la recepción hasta el expendio deben seguir un flujo ordenado y consecutivo con la debida separación entre las áreas de producción, procesamiento de crudos, de cocidos, de enfriados y acabados, que permita reducir el riesgo de contaminación cruzada.

- Procesamiento de crudos.

Las operaciones previas al procesamiento de crudos como pesaje de ingredientes mezclado y otros propios de proceso productivo, deben realizarse en superficies y con utensilios limpios, de uso exclusivo para tales fines, con el propósito de disminuir el riesgo de contaminación cruzada.

Amasado: Debe hacerse en superficie de material que no transmitan olores y contaminación a la masa, quedando prohibido el uso de superficies de madera. Las mismas que deberán estar en perfecto estado de conservación e higiene. Si se utiliza sobrantes de masa, estas han debido conservarse en refrigeración hasta su uso; los sobrantes de masa dejarlos al medio ambiente no deben ser utilizados sino desecharse.

Refinado o Sobado: Debe hacerse en equipos en buen estado de conservación e higiene, que no tenga restos de masa de operaciones anteriores. Los operarios deben estar con las manos higienizadas y con indumentaria limpia, de color claro en el que pueda apreciarse la condición de higiene y que cubra el cuerpo, la misma debe ser de uso exclusivo para la actividad.

Reposo o descanso: En cualquier momento del proceso en que la masa requiera reposo, debe estar protegido con un protector de material de uso

exclusivo en alimentos que puede ser descartable o no, si no es de primer uso debe estar limpio y desinfectado.

Fermentado: Las cámaras de fermentación deben estar limpias, con iluminación y ventilación apropiadas, toda superficie interna y en contacto con la masa deben ser de material de fácil higiene.

División, armado o corte: En cualquier momento del proceso en que la masa debe estar cortada, los utensilios y equipos de corte deben ser de uso en la industria alimentaria, estar en perfecto estado de higiene y de uso para evitar, la presencia de peligros físicos y otra contaminación.

Estiba: La disposición de las piezas debe hacerse en bandejas de uso exclusivo y apropiado para la industria panificadora que deben estar en perfecto estado de conservación e higiene.

- **Procesamiento de cocidos.**

Horneado: El horneado es una etapa en la que se disminuye el riesgo por la presencia de peligros biológicos y en la debe evitarse el riesgo de contaminación cruzada con peligros físicos y químicos, por lo cual los hornos y equipos utilizados en la cocción, deben estar limpios, procurando no tener restos de cenizas. Los elementos utilizados como combustible sean sólidos no deben originar ningún tipo de contaminación física química, a las masas en cocción que están en contacto con los humos o gases desprendidos de su combustión. La presencia de combustibles en la sala de cocidos debe estar estrictamente ceñida a las necesidades de uso y por ningún motivo se almacenará en ella, ni en ningún otro ambiente donde se manipulen alimentos. Así mismo todo utensilio para retirar los productos cocidos de los hornos debe ser de material no tóxico, estar en buen estado de conservación y limpieza.

Enfriado: El área donde se realiza el enfriado del producto debe ser exclusiva para tal fin, separada de los anteriores y mantenerse limpia en perfecto estado de conservación. Se debe evitar el riesgo de contaminación cruzada por lo cual los manipuladores que laboran en esta área no pueden haber trabajado el producto crudo previamente, el personal debe cumplir con las condiciones de higiene y protección en forma rigurosa.

La sala de enfriado debe contar con la debida iluminación para realizar las verificaciones que sean necesarios y ventilación suficiente para el enfriado del pan conforme al estándar de la receta. Los coches anaqueles o similares deben

estar en buen estado de conservación e higiene. Por ningún motivo se debe ubicar las bandejas sobre el piso (MINSA. M.S. 2010).

Armado, terminado y decorado.

Esta es un área crítica para la contaminación cruzada por los insumos que se utilizan para relleno y decoración, muchos de los cuales son potencialmente peligrosos y requieren cadena de frío, por lo que deben estar conservadas previamente en refrigeración y solo puede salir de la cadena de frío la cantidad que se va a utilizar, quedando prohibido el retorno a refrigeración. Los ingredientes de relleno y decoración que necesiten refrigeración y estén expuestos a decoración que necesiten ambiente no refrigerado por más de 02 horas deben desecharse. Los alimentos crudos utilizados en el terminado y decorado como frutas y verduras deben ser manipulados en estrictas condiciones de higiene, lavados y desinfectados de requerirlo, procesados con utensilios limpios y exclusivos. En los alimentos como los rellenos salados y dulces, que deben ser sometidos a cocción debe verificarse la cocción completa y ser retenidos en refrigeración en caso de no ser utilizados de inmediato. El ambiente o sala para estas operaciones debe estar aislado del área de crudos y de cualquier otra que favorezca el riesgo de una contaminación cruzada, debe mantenerse limpia y en buen estado de conservación al igual que los materiales, equipos y utensilios. Los manipuladores deben observar en forma rigurosa la higiene y el uso de uniforme debiendo utilizar tapabocas en forma obligatoria (MINSA. M.S. 2010).

Enfriado: Debe hacerse con el producto perfectamente enfriado para evitar el desarrollo de mohos, en un ambiente protegido que minimice el riesgo de contaminación cruzada. En el caso que sea manual la higiene del manipulador y el uso de guantes de primer uso es obligatoria, en caso de ser automático asegurar que el equipo este en perfectas condiciones de higiene así mismo, los manipuladores que operen el equipo.

Almacenamiento de producto terminado.

Los productos de panaderías, galletería y pastelería precisan o no cadena de frío, que no contengan aditivos para su conservación y cuya vida útil para su consumo no supere 48 horas podrán comercializarse envasados sin Registro Sanitario. Todo producto que requiera cadena de frío debe mantenerse en condiciones de refrigeración o congelación según corresponda. Los productos

que requieran condiciones de conservación para un adecuado uso o consumo, estas deberán ser indicados en forma clara para el consumidor en el envase.

Harina de papa

Según La Norma Técnica Peruana indica que la harina de papa se encuentra dentro de la definición de "Harinas Sucédáneas 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. (ITINTEC 1976).

2.3.7. Análisis sensorial

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"*.

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.

También 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. La evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología entre otras (Hernández 2011)

Las cuatro tareas principales del análisis sensorial son: identificar, medir científicamente, analizar e interpretar. Para poder obtener resultados concluyentes es necesario un correcto diseño experimental y un análisis estadístico apropiado.

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.

Las técnicas del análisis sensorial se clasifican en dos grandes grupos dependiendo del objetivo que se persiga:

- Pruebas analíticas, que buscan medir o describir en detalle las características organolépticas de un producto.
- Pruebas de consumidores, que se emplean para evaluar las preferencias de los consumidores o medir la satisfacción que les proporciona el producto.

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

2.3.7.1. Pruebas analíticas:

a) Test de Comparación Múltiple:

Consiste en comparar una muestra control con una o varias muestras experimentales las cuales se le suministran al juez de manera simultánea, teniendo en cuenta que debe introducirse también como muestra incógnita la muestra considerada como control.

La tarea del catador es determinar el grado de diferencia que existe entre la muestra de referencia y las restantes a partir de una escala de categoría, que varía desde ninguna hasta extrema diferencia. Si es poco perceptible la diferencia entre las muestras, es necesario incluir una muestra artificial bien diferente para evitar que la prueba se anule.

Los jueces empleados deben realizarse al menos tres repeticiones para lograr resultados confiables estadísticamente.

El análisis estadístico de los resultados permite determinar si las diferencias encontradas por los jueces son significativas o no para el nivel de confianza fijado (Espinoza 2012).

b) Funcionamiento de un panel de Evaluación Sensorial.

Para el desarrollo y funcionamiento de un panel de evaluación sensorial es necesario tener en cuenta ciertos parámetros para conseguir resultados lo más objetivamente posibles. Las condiciones para el desarrollo y aplicación de las diferentes pruebas sensoriales son los jueces, los cuales deben ser seleccionados y entrenados además es necesario proporcionar las condiciones locativas básicas para la sala de catación o cabinas para el sitio de preparación de las muestras. También se tiene un especial cuidado en el momento de elegir la prueba que se va a aplicar, el formulario, el número de muestras, las

cantidades, los alimentos adicionales que van a servir de vehículo para ingerir la muestra, los recipientes que van a contener las muestras y la otra entre otras. Lo anterior brinda la seguridad y confiabilidad de los resultados, para posteriormente a través del estudio estadístico, lograr un análisis significativo permitiendo determinar la aceptabilidad esperada por el consumidor (Hernández, 2011).

c) Clasificación de los jueces.

Se distinguen dos tipos de jueces:

- a. Jueces analíticos.
- b. Jueces afectivos

a) Juez analítico.

El Juez analítico es el individuo que entre un grupo de candidatos ha demostrado una sensibilidad sensorial específica para uno o varios productos. Es necesario tener en cuenta algunos aspectos personales de los jueces analíticos entre los que se encuentran los siguientes:

Edad. Como representante de la población en general se consideran las personas entre 18 y 50 años de edad, pues se supone que sus organismos han logrado un desarrollo óptimo, tanto desde el punto de vista fisiológico como cultural.

Sexo. Es aconsejable que las comisiones de evaluación sensorial estén formadas por individuos de ambos sexos, evitando así las variables debidas a este factor.

Estado de salud. Los jueces analíticos no deben presentar ninguna enfermedad, bien sea esta de tipo orgánica o psíquica, pues se altera su capacidad perceptiva y su atención. Las personas que padecen afecciones respiratorias o visuales crónicas no pueden ser utilizadas.

Carácter y responsabilidad. El juez tiene que ser honesto, confiable y cuando trabaja en grupo; no ser ni demasiado pasivo ni muy dominante en su actitud. Debe mostrar preocupación e interés en la prueba que está realizando, siendo puntual, receptor y fiel al procedimiento solicitado.

Afinidad con el material objeto de prueba. Los jueces analíticos no pueden emplearse cuando presenten un franco rechazo al material que se estudia, por ejemplo, no podrá participar en una prueba con chocolate, la persona a quien

este producto cause alergia o una sensación de malestar físico. No es fundamental que cada juez considere cada muestra agradable lo decisivo es que evalúe las muestras con cuidado y objetividad. Tampoco deben considerarse las personas que sienten una preferencia excesiva sobre el producto a evaluar.

Disponibilidad. Las personas que no disponen del tiempo necesario para participar en las actividades que requiere la evaluación sensorial no deben ser catadores, ya que la habilidad y destreza de los mismos sólo puede lograrse con una participación constante en las diferentes sesiones de cata. Además, una vez conformada la Comisión de Evaluación Sensorial el grupo actúa como un instrumento de medición, por lo que la presencia de todos los integrantes de la misma es de vital importancia (Espinosa 2012).

b) Juez afectivo.

El Juez afectivo es el individuo que no tiene que ser seleccionado ni adiestrado, son consumidores escogidos al azar representativo de la población a la cual se estima está dirigido el producto que se evalúa.

El objetivo que se persigue al aplicar una prueba de evaluación sensorial con este tipo de juez, es conocer la aceptación, preferencia o nivel de agrado que estas personas tienen con relación al alimento evaluado.

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.

El número de participantes en cada prueba debe ser grande para minimizar la variación propia de la subjetividad de las respuestas y sólo aparezcan las diferencias más importantes del producto sujeto al estudio.

Se plantea que el número mínimo de jueces a emplear debe ser 80, aunque a medida que se aumente este valor el error tiende a disminuir.

Debido a que los juicios que se emiten están influenciados por diversos factores propios del individuo, es de esperarse una variación grande entre ellos, por lo que debe tratarse de normalizar ciertas condiciones que permitan lograr resultados más objetivos, como son:

Explicación detallada a los participantes del procedimiento de la prueba y de la importancia de los criterios que se emitan para cumplimentar los objetivos de la misma, conocer las características socioculturales y económicas del grupo, presentación adecuada de las muestras (Espinosa 2012).

d) Horario de la prueba.

Se recomienda realizar las pruebas una hora antes del almuerzo y dos horas después de este, en la mañana alrededor de las 11 a 12 meridiano y en la tarde entre las 3 – 4 p.m., (Hernández, 2011).

2.3.8. Análisis Químico proximal

a. Determinación de Proteínas.

Para determinar proteína se utilizó el método Kjeldhal, según la norma AOAC 960 – 52. El método consiste en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico en caliente y titulación del nitrógeno resultante (amoníaco): comprende tres fases:

- **Digestión:** Se digiere la muestra con H_2SO_4 , concentrado usando $CuSO_4$, como catalizador de igual forma K_2SO_4 , para convertir el N_2 en NH_4 .
- **Destilación:** en esta etapa se adicionó $NaOH$, al 8%, para liberar el amoníaco que es recogido en solución de Ácido bórico al 4%.
- **Titulación:** Se procedió a titular con H_2SO_4 , al 0.025 N la muestra para determinar el amoníaco retenido por el ácido bórico, se calcula el contenido de Nitrógeno de la muestra a partir de la cantidad de amoníaco producido. El resultado se expresa en mg. de nitrógeno, según la fórmula:

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

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).

$$\% \text{ Proteínas} = P2/P0 \times 100 \times F$$

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 de 40 -70 mm de diámetro y altura no mayor de 60 mm. Luego se añadió 5 gramos de harina de sachá papa en la capsula de porcelana y dejó por 5 horas a entre 98 -100°C y durante una hora 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 las harinas con elevados valores de pH y Acidez total pueden llegar a modificar grandemente las propiedades físicas, químicas y reológicas de las masas en las cuales se emplean.

La determinación de la acidez, se realizó mediante el método volumétrico de acuerdo con la norma AACC 02 – 31, I.A.L

La acidez del producto se expresa en porcentaje del peso del ácido predominante que se encuentra en la muestra, mediante el siguiente procedimiento:

Se llena una bureta con una solución de hidróxido de sodio, al 0.1 N. Se toma la lectura de la cantidad de solución gastada en la bureta. Se introduce un frasco Erlenmeyer de 250 ml, 5 gramos de muestra más 95 ml de agua destilada. Se adiciona 5 gotas de fenolftaleína al 1%, como indicador.

Se titula gota a gota agitando constantemente, hasta la aparición de una coloración rosa, esta aparición del este color debe durar aproximadamente 15 segundos.

Se toma el gasto de la lectura, la cual está reflejada en la bureta.

El cálculo de la acidez se realizó utilizando la siguiente ecuación:

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

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 $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 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 rotavapor o evaporando con precaución bajo campana, hasta que se evapore todo el éter.
- Se seca el matraz en estufa a $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 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.

Procedimiento:

Preparación de la muestra y extracción

- Se Homogeneiza, secó y molió la muestra en un homogeneizador.
- Se pasa por un tamiz de malla de 0,3 - 0,5 mm.
- Se extrae 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 $\text{pH } 6 \pm 0,2$ si fuese necesario.
- Se adiciona 0,1 mL de la solución de α 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 °C.
- Se enfría la solución a temperatura ambiente.
- Se ajusta pH a $7,5 \pm 0,2$ 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 °C 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 Añadie 0,3 mL amiloglucosidasa, cubrir con papel aluminio e incubar 30 minutos a 60 °C con agitación continua.
- Se Adiciona 280 mL de etanol al 95 % precalentado a 60 °C.
- 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. Si 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 1 1/2 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 °C o en estufa de aire a 105 °C.
- 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 °C.
- Se enfría 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

$$\% \text{ FDT} = [(\text{masa del residuo} - P - C - B) / \text{masa de la muestra}] \times 100$$

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 Proceso de preparación de la harina de Sacha papa

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

3.1.1. Selección de la materia prima

La muestra a utilizar se seleccionaron de forma manual en relación con su tamaño y uniformidad con la finalidad de separar los tubérculos que se encuentran en mal estado (malogrado, golpeado, etc.) mediante una inspección visual de manera que se obtenga un producto de calidad de acuerdo con la exigencia de la industria moderna.

3.1.2. Lavado

Esta operación se realizó por el método aplicado de inmersión en agua cruda con la finalidad de eliminar todo tipo de contaminantes que se encuentra adheridas a la piel del tubérculo como; tierra, arena, polvo e impurezas, así mismo se utilizó cepillos para darle mayor eficiencia al resultado.

Después se enjuagó con una solución desinfectante compuesta de hipoclorito de sodio (lejía) al 0,5% para reducir el número de microorganismos contaminantes que se encuentra en la piel (cáscara) de la materia prima.

3.1.3. Pelado

El pelado se realizó de forma manual, 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. Retoque

Se realizó de forma visual en los tubérculos que tienen adheridos residuos de pelado, ojos que se encuentran con cáscara alrededor de la papa, se las extrajo pelando de forma manual. La rapidez de esta etapa dependerá de la calidad de la materia prima a ser procesada.

3.1.5. Cortado

Se realizó de manera manual, en esta etapa se hizo uso de un cuchillo de acero inoxidable y se cortó al tubérculo en tajadas con la finalidad de obtener tamaños estandarizados (cubos de 1cm x 1 cm), de tal manera que puedan ingresar con facilidad al secador.

3.1.6. Trituración

El tubérculo cortado se introduce en el extractor de zumo con la finalidad de ser triturado obteniéndose dos partes:

- a. Bagazo: Se encuentra dentro del extractor de zumo, está conformado por la pared celular del tubérculo, que queda después de quitar todo el zumo que viene a ser la parte soluble; almidón, componentes nitrogenados.
- b. Almidón: Es un polisacárido natural que tiene forma de gránulos de color blanco, está ubicado en la parte inferior del recipiente que contiene la solución líquida que viene a ser el zumo del tubérculo.

3.1.7. Estrujar

Se realiza en dos partes primero para el bagazo y después para almidón, se hace uso de una tela que tiene en lo posible agujeros de menor tamaño y cuya finalidad es de eliminar la mayor cantidad de agua que tiene ambas partes exprimiéndolo y de este modo se reduzca el tiempo de secado.

3.1.8. Desmenuzado

Esta operación se realiza aplicando la fuerza mecánica, se hace uso del cuchillo para reducir el tamaño de partícula del bagazo presentando mayor área de contacto al ser expuesto a secar con aire caliente por lo tanto el tiempo de secado será menor, obteniéndose finalmente harina de color crema. Al disminuir el tamaño de partícula se reduce el tiempo de secado, retardando el efecto del pardeamiento no enzimático.

3.1.9. Secado

La operación consiste en realizar tratamientos de secado a varias temperaturas con la finalidad de secar el estrujado; bagazo y almidón obteniendo finalmente harina, la cual es una técnica alternativa que se emplea para deshidratar.

El secador es de forma cilíndrica y está hecho de acero inoxidable cuenta con un ventilador acoplado en uno de sus extremos que tiene la capacidad de generar un flujo de aire con una velocidad máxima de 8 m/s y contiene una serie de hilos de resistencia de nicrón

colocadas en paralelo cuya finalidad es calentar el aire, este es impulsado por una turbina hacia la cámara de secado que tiene una velocidad de rotación 20 rpm, aquí se introduce el estrujado de bagazo y almidón por un determinado intervalo de tiempo, hasta obtener el producto deseado. El tiempo aproximado de dicho tratamiento está en función de la temperatura de trabajo del secador. Este tratamiento de secado se utiliza debido a la eficiencia que presenta para secar, se hace uso del menor tiempo posible a una determinada temperatura, evitando que las enzimas del tubérculo tengan mayor contacto con el oxígeno del aire (pardeamiento no enzimático).

3.1.10. Molienda

El producto deshidratado se somete a molienda haciendo uso de un mortero, con la finalidad de obtener harina con menor tamaño de partícula a partir de otras mayores.

3.1.10. Tamizado

La harina pasa por unos tamices preparados con malla N° 1 00, por el que pasa la harina fina y en la parte superior queda la harina más gruesa, que regresa de nuevo a ser molido.

3.1.11. Envasado

La harina luego del tamizado deberá envasarse en bolsas de polietileno, debidamente sellado.

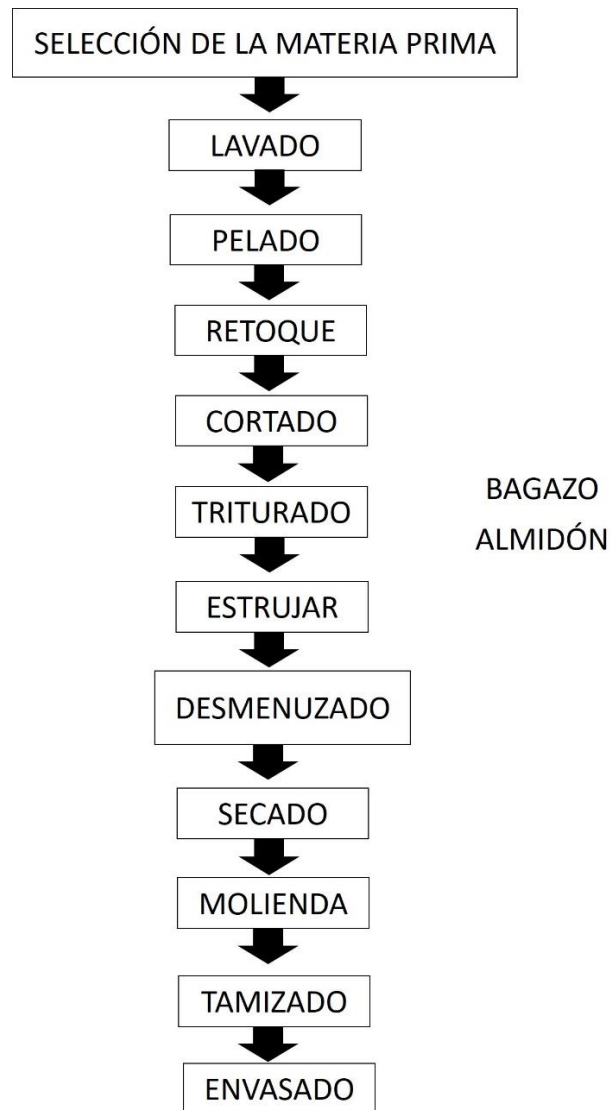


Figura 1. Flujo del proceso de preparación de harina de sachapapa morada.

Fuente: elaboración propia

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 sachapapa 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 sachapapa 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 Mesclado/Amasado.

En este paso empieza el desarrollo de la masa. Dependiendo del tipo de amasado, la masa adquiere diferentes características, lo que va a concluir en un pan con aspecto físico y estructura interna diferentes. El objetivo de esta fue mezclar todos los ingredientes en una masa uniforme, Hidratar la harina, desarrollar la red de gluten mediante el proceso de sobado de la masa.

Procedimiento:

- En un recipiente de metal con capacidad para litro y medio previamente desinfectado se agregó la harina de trigo, la harina de sachapapa morada tamizados con 10 g de levadura y el azúcar según el cuadro anterior. A esto se agregó tres tazas de agua (750 cc)
- También se agregó 20 g de sal siempre en el último minuto del amasado.
- Se amasó de forma manual hasta conseguir una masa homogénea y consistente.

3.2.4 Fermentación y reposo.

Aunque es importante poner cuidado a todos los pasos, es en la fermentación en la que se mantuvo por encima de todo, porque en esta se desarrollan todas las características en cuanto a sabor, aroma y estructura interna de la masa.

El objetivo de esta etapa, fue desarrollar el carácter, sabor y aroma del pan, degradación de azúcares complejos en gas carbónico y alcoholes, y desarrollar las cualidades en lo que se refiere a la fuerza inicial de la masa.

Procedimiento:

- Se colocó la masa en un envase de fermentación sellado con vitafilm con agujeros.
- Se colocó el envase en un lugar con temperatura controlada entre 24.5°C y 27°C.
- Es muy importante que la temperatura de la masa no exceda los 29°C, porque los ácidos orgánicos se degradan en ácidos acéticos y los alcoholes se avinagran.

3.2.5 Corte.

El objetivo de esta etapa fue, incrementar el potencial de crecimiento de la masa durante el horneado y dar un acabado estético–visual que permite aumentar la apetencia. Esta fase tiene un contenido estético importante. En algunas masas este proceso se realiza antes de la etapa de maduración, en otros, se efectúa antes del horneado, y en pocos casos no se realizan cortes.

Procedimiento:

- Se colocó la masa sobre la mesa de trabajo previamente engrasada.
- Se realizó cortes paralelos.
- Aproximadamente, de 1,5 centímetros de profundidad, manteniendo la hojilla en ángulos de 45°
- Nunca hacer los cortes transversales a los dedos que sostienen la masa, siempre paralelos a estos.

3.2.6 Horneado.

El objetivo de esta etapa fue la cocción del producto, desarrollar el color mediante la caramelización. Y Desarrollar el tipo de costra mediante el uso del vapor y la extracción de este a través del tiro. Esta fase nos dió las características físicas externas del pan y permitió desarrollar todo lo que tiene que ver con la corteza.

Procedimiento:

- Todos los panes dulces van en bandejas engrasadas y no llevan vapor.
- Para los panes de costra o salados se les coloca vapor con la ventanilla cerrada.
- Se colocaron los panes en la camilla y se introdujeron en la recámara.

- Este proceso se repite hasta llenar todas las recámaras.
- Una vez que los panes comienzan a dorar, se permitió la salida del vapor
- Se verificó la cocción del producto mediante el color de la corteza, tacto y termómetro.

3.2.7 Enfriamiento.

El objetivo de esta etapa fue evitar la condensación del agua en la corteza, y liberar el exceso de agua dentro del pan. Este paso es muy importante ya que, si un pan es cortado al sacarlo del horno, parecerá que está crudo y necesariamente no es así, hay que permitir que la humedad interna se evapore.

Procedimiento:

- Se colocaron los panes horneados sobre rejillas de enfriamiento o encima de tablas.
- Se evitó sacar los panes a un ambiente muy frío y con corrientes de aire, para evitar que la costra se cuartee.

3.2.8 Almacenamiento

Se almacenó en un ambiente a temperatura seca, sobre parihuelas y embolsadas ziploc con cierre hermético.

a) Procedimiento para la elaboración de pan con cuatro sustituciones:

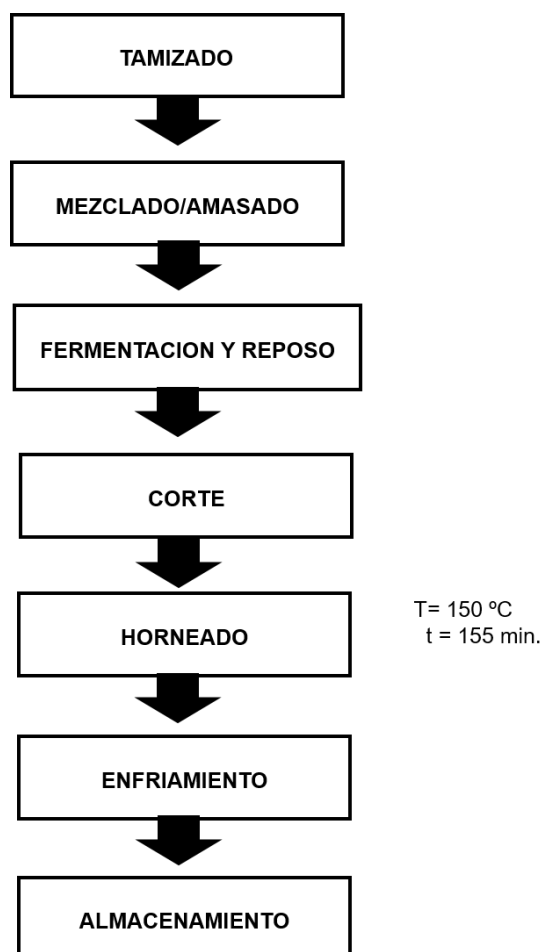


Figura 2. Flujo del proceso productivo para la elaboración de pan y con cuatro sustituciones.

Fuente: Elaboración propia

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 Kjeldahl 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 (proteínas, carbohidratos, grasas, cenizas y humedad)

Los resultados obtenidos a partir de los análisis realizados en el estudio para determinar las características químico proximal del pan elaborado con sustituciones parciales de la harina de trigo por harina de sachapapa 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 de trigo y harina de sachapapa morada en panes para diferentes niveles de sustitución; 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 sachapapa 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%. Considerando que el Ministerio de salud (2010) en su Norma sanitaria y tecnología para la fabricación, elaboración de productos de panificación, 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; 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% (0g harina de sachapapa + 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 sachapapa 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

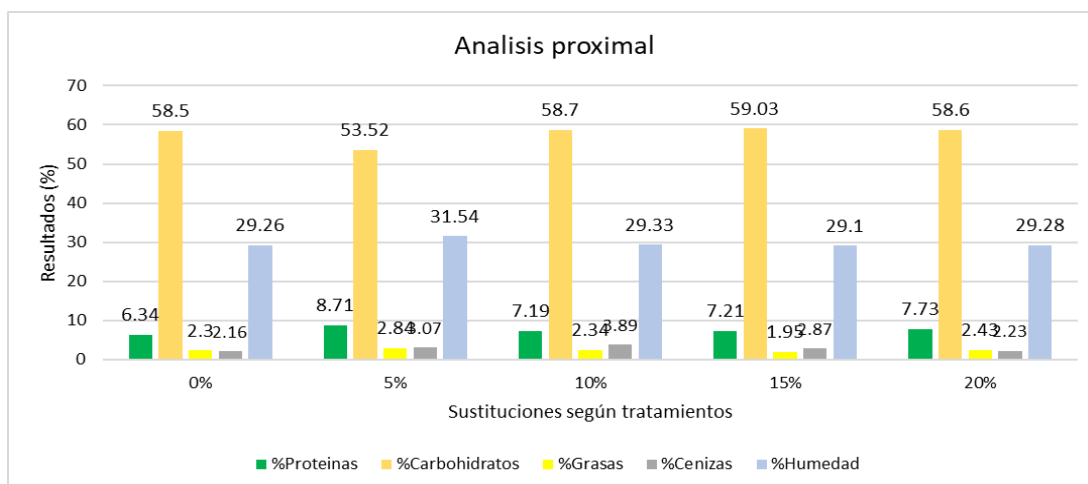


Figura 3. Resultados químico proximal en porcentaje de sustitución parcial de harina por harina de sachapapa a diferentes niveles.

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 por el Ministerio de salud (2010) en la norma peruana 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 debes encontrarse por encima del 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 4 y figura 4.

Cuadro 4. Resultado de análisis para ensayo sin tratamiento

Componente	Unidades	Método	Total en la muestra ST
Proteínas	%	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 4 revelan un contenido de Proteína de 6.34 % Carbohidratos 58.5%, Grasas 2.3%, Cenizas 2.16%, y Humedad 29.26%.

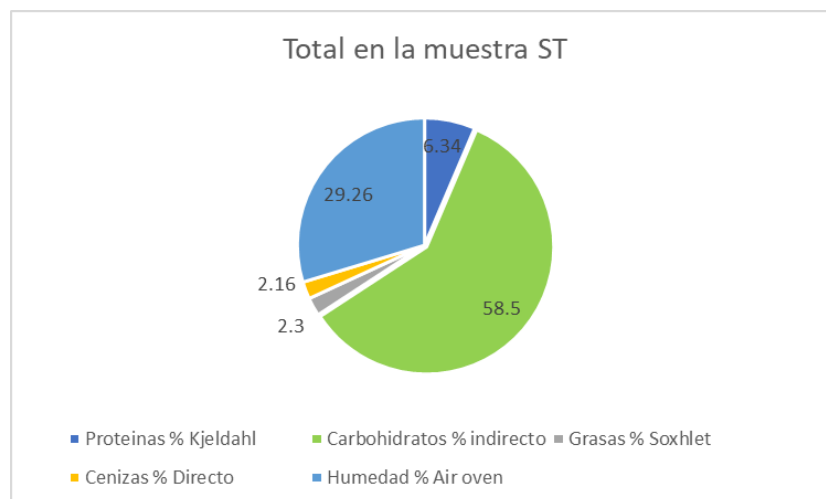


Figura 4. Resultado de análisis para ensayo sin tratamiento

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 sustitución parcial de 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). Sin 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 5. Resultado de análisis para tratamiento 1 (T1)

Componente	Unidades	Método	Total en la muestra T1
Proteínas	%	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 5 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.

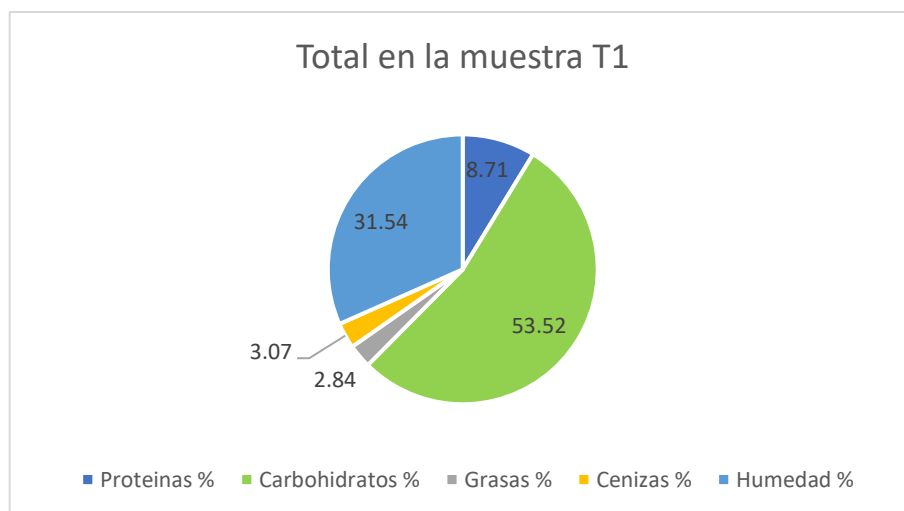


Figura 5. Resultado de análisis para tratamiento 1 (T1)

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 6. Resultado de análisis para tratamiento 1 (T1)

Componente	Unidades	Método	Total en la muestra T2
Proteínas	%	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 6 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).

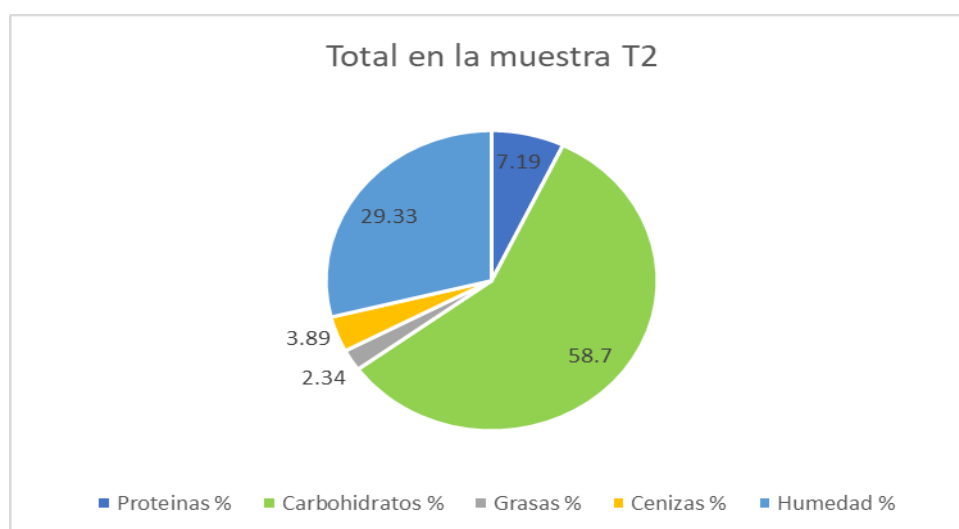


Figura 6. Resultado de análisis para tratamiento 2 (T2)

Fuente: Resultados del estudio

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

En el cuadro 7, 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 7. Resultado de análisis para tratamiento 3 (T3)

Componente	Unidades	Método	Total en la muestra T3
Proteínas	%	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.

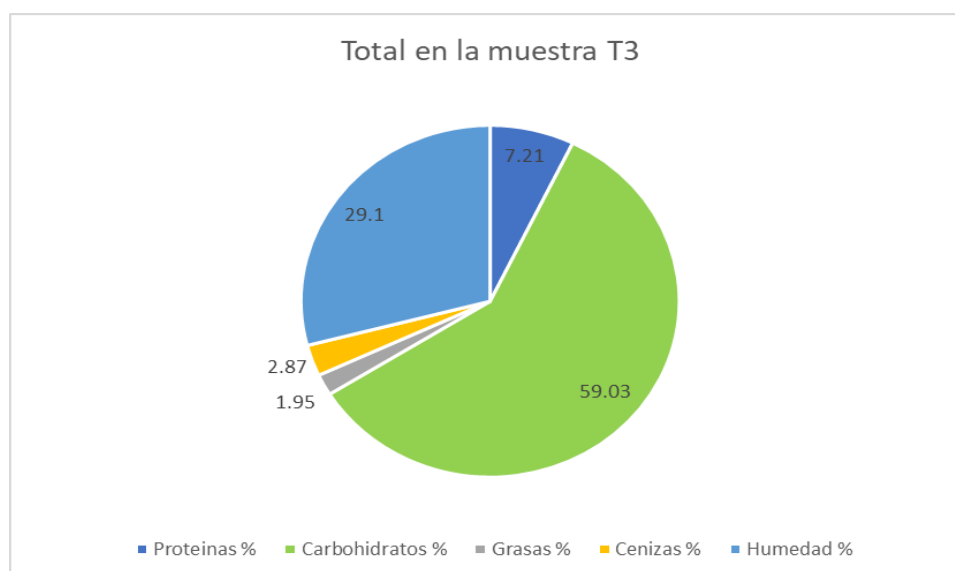


Figura 7. Resultado de análisis para tratamiento 3 (T3)

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 8. Resultado de análisis para tratamiento 4 (T4)

Componente	Unidades	Método	Total en la muestra T4
Proteínas	%	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.

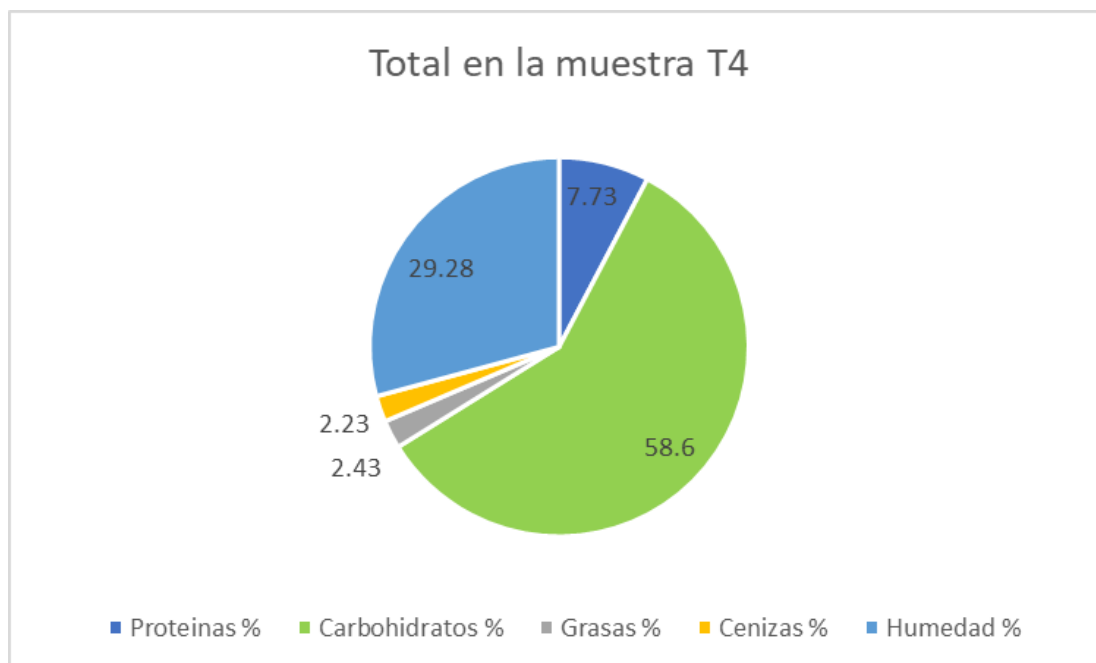


Figura 8. Resultado de análisis para tratamiento 4 (T4)

Fuente: Resultados del estudio

4.2. Características Sensoriales.

Hernández (2011) 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, 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 según los tratamientos del estudio utilizando el formato de escala hedónica (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. Este análisis sensorial se basa en cuatro parámetros básicos: color, sabor, textura y aroma.

Cuadro 9. 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

... Continuación

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

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 Hernandez (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.

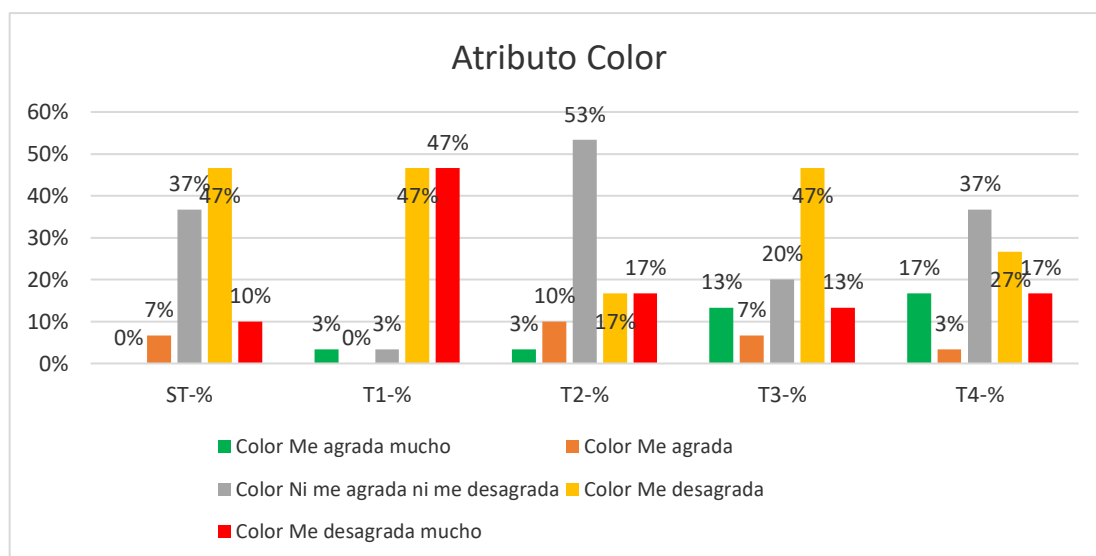


Figura 9. Resultados de la característica color en porcentaje a diferentes niveles.

Fuente: Resultados del estudio.

Se realizó evaluación estadística para característica sensorial del color mediante la prueba no paramétrica de Friedman, el cual indica que al menos uno de los tratamientos es diferente ($p\text{-valor}=0.00$), por lo que se realizó un análisis de varianza de mayor precisión para determinar cuál es significativamente diferente, encontrándose que para Duncan el tratamiento uno es diferente a los 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. 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 sachapapa morado entre los tratamientos en estudio y con la aplicación de Duncan y Tukey el tratamiento uno es diferente a los demás tratamientos como se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 10. 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 11. 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.

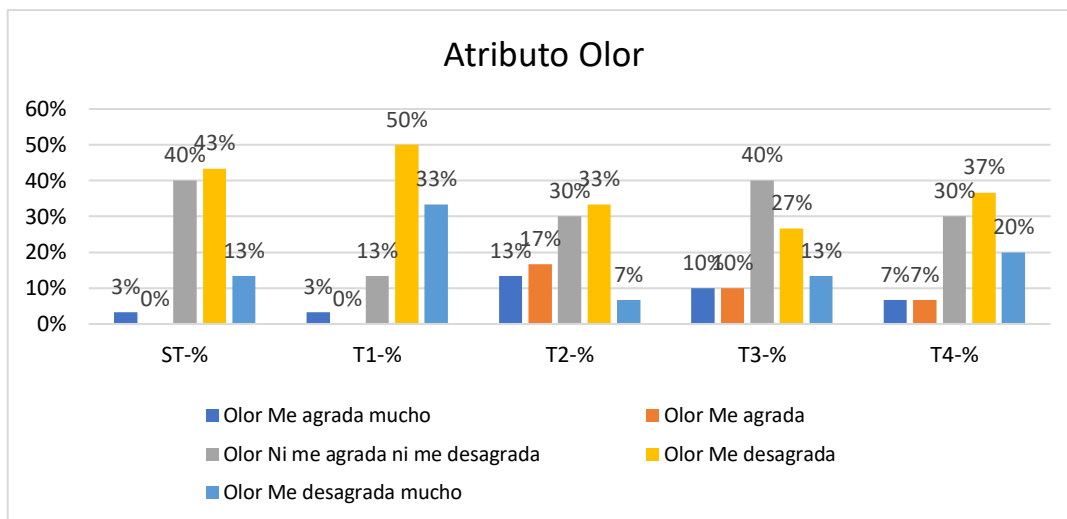


Figura 10. Resultados de la característica olor en porcentaje a diferentes niveles.

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 ($p\text{-valor}=0.004$) para un alfa de 0.05 (ver cuadro 12), 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 13). 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 12. 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 13. 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. 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. 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.

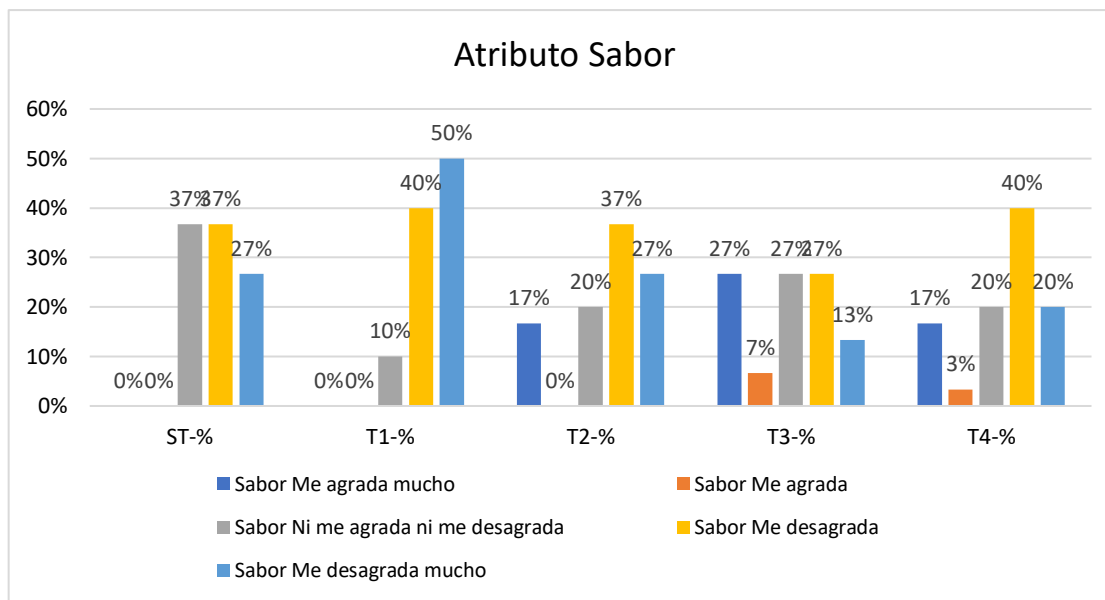


Figura 11. Resultados de la característica sabor en porcentaje a diferentes niveles.

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 ($p\text{-valor}=0.056$) 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 siendo 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 14. 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 reológicos, que se centran en el análisis de aspectos

como la viscosidad, el grosor, la dureza o la rigidez. 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.

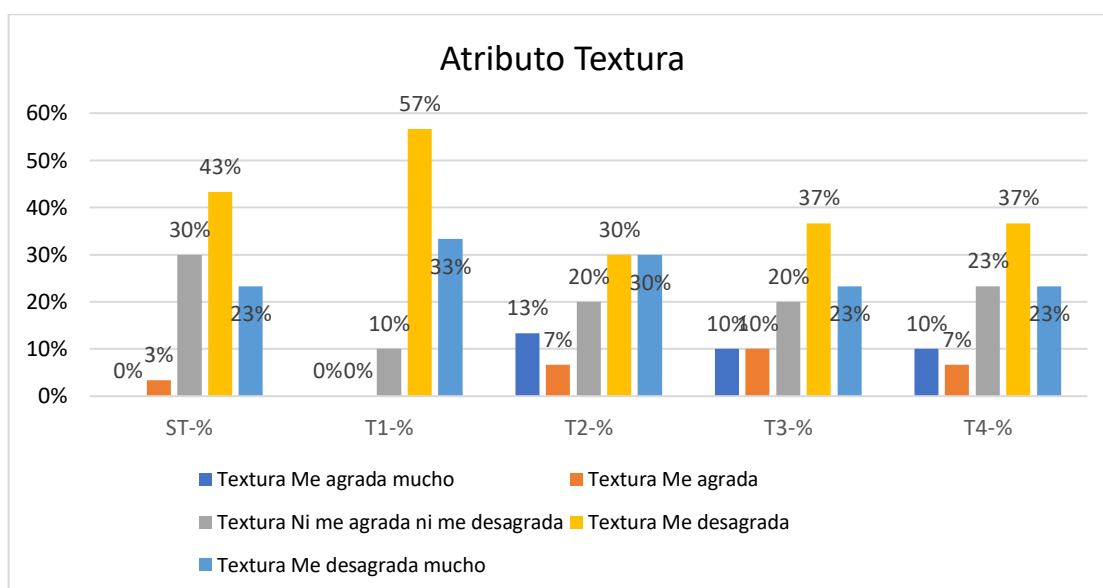


Figura 12. Resultados de la característica textura en porcentaje a diferentes niveles.

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 ($p\text{-valor}=0.003$) para un alfa de 0.05, por lo que se realizó un análisis de varianza para determinar cuál es significativamente diferente (ver cuadro 15), Bou (2006) explica que la prueba de Friedman determina si las observadas difieren significativamente del valor esperado bajo la hipótesis nula. 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 menor a

0.05, lo cual quiere decir que existen diferencias significativas en la sustitución parcial de harina de sachapapa morado entre los tratamientos en estudio y con la aplicación de Duncan y Tukey se encontró que 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 16).

Cuadro 15. 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 16. 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 17 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 17. 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

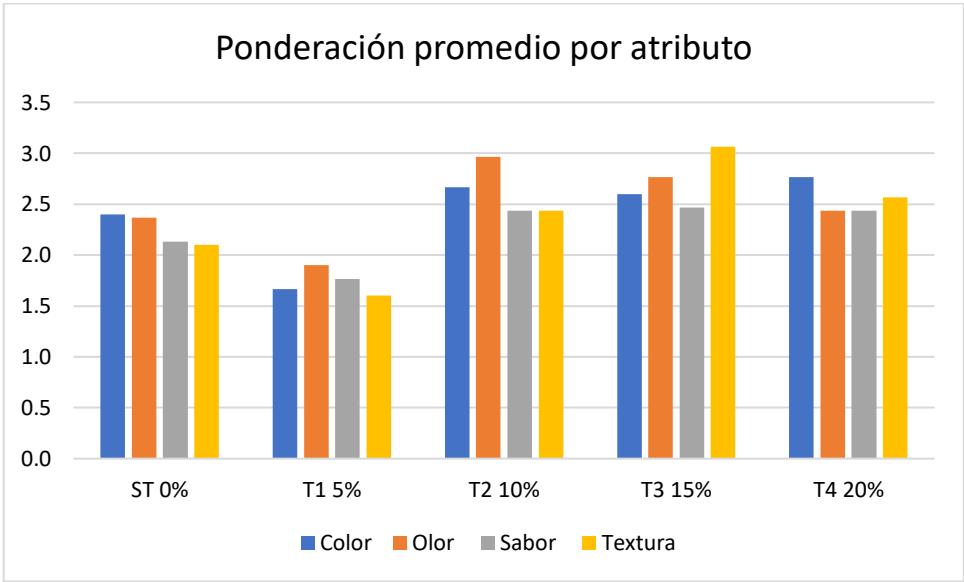


Figura 13. Ponderación promedio de cada atributo sensorial.

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 trifida*, 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 sachapapa (*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* (sachapapa) 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 Martín, 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 trifida* L.), tesis pre grado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, facultad de Industrias Alimentarias, Iquitos – Perú.

VIII. ANEXOS

Cuadro 18. 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 trifida*) 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 trifida*) con las 4 proporciones. (1° panelista).



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



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



Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANALISIS N° 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	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO
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

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060



E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

Natura Analítica S.A.C.
Blgo. Alcides E. Castillo Quezada
Laboratorio Clínico y Analítico Biotecnológico



Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANALISIS N° 20180223/2

SOLICITANTE	JIMMY ACUÑA OSORES
RUC	10471188226
DIRECCIÓN	Jr. 2 de Mayo – Yarinacocha
*MUESTRA	Pan de trigo enriquecido sachá 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	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO
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

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060



Natura Analítica S.A.C.
Blgo. Alcides E. Castillo Q. de A.
Esp. Laboratorio Clínico y Analista Biológico
E-mail: naturaanalitica@gmail.com



Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANALISIS N° 20180223/3

SOLICITANTE	JIMMY ACUÑA OSORES
RUC	10471188226
DIRECCIÓN	Jr. 2 de Mayo – Yarinaocha
*MUESTRA	Pan de trigo enriquecido sachá 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	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO
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



Natura Analítica S.A.C.
Blgo. Alcides El Castillo Quispe
Esp. Laboratorio Clínico y Análisis Biotecnológico
C.O. 6176 HNE 0138

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060

E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com



Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANALISIS N° 20180223/4

SOLICITANTE	JIMMY ACUÑA OSORES
RUC	10471188226
DIRECCIÓN	Jr. 2 de Mayo – Yarinacocha
*MUESTRA	Pan de trigo enriquecido sachá 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	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO
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



Natura Analítica S.A.C.
Blgo. Alcides E. Castillo de Azor
Exp. Laboratorio Clínico y Análisis Biotecnológico
COP 117- RNE 0138

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060

E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

CERTIFICADO DE ANALISIS N° 20180223/5

SOLICITANTE	JIMMY ACUÑA OSORES
RUC	10471188226
DIRECCIÓN	Jr. 2 de Mayo – Yarinacocha
*MUESTRA	Pan de trigo enriquecido sachá 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	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO
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



Natura Analítica S.A.C.
Blgo. Alcides E. Carrasco Quispe
Blgo. Laboratorio de Análisis Bromatológicos
1 de 1

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060

E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com