

Harina de Sachapapa Morada (*Dioscorea Trífida L.*) como sustituto en la Elaboración de Pan Comercial

Vitelio Asencios Tarazona

vasencios@unia.edu.pe

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0253-3148>

Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia-Perú

José Flores Flores

jfloresf@unia.edu.pe

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2367-1865>

Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia-Perú

RESUMEN

En la Amazonía se encuentran diversos recursos con características nutricionales y físico-químicas, que pueden ser utilizados como sustituyentes parciales de la harina de trigo en la industria de panificación, lo que permitiría cubrir la alta demanda actual y potenciar el consumo de alimentos amazónicos. Por ello, esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de sachapapa morada (*Dioscorea trifida L.*) en la elaboración del pan comercial mediante el método directo, así como sus características físico-químicas y sensoriales. La investigación fue de tipo descriptivo, enfoque cuantitativo y diseño experimental. La población fue de tipo finito y se tomó un muestreo tipo no probabilístico intencionado por conveniencia, obteniéndose 32 kg de harina de sachapapa morada.

En cuanto a la fuente de información primaria, se tomó en cuenta los resultados de la lectura de los equipos de medición, y como instrumentos de recolección de los datos secundarios, se utilizó la guía técnica documental. Para el análisis estadístico, se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman, y las diferencias significativas entre los tratamientos se sometieron a la prueba Tukey ($p < 0.05$). Se encontró que, conforme se aumente el porcentaje de sustitución, los componentes químicos se mantienen en un porcentaje similar en el producto final; mientras que, respecto a las características sensoriales, se observó que presentan diferencias significativas. Finalmente, se concluyó que los panes producidos con harina sustituta de sachapapa morada aportan significativamente el contenido de proteínas, carbohidratos, minerales y niveles altos de antocianinas; sin embargo, la baja aceptabilidad por la coloración violeta que presenta, se

debe a la presencia de niveles altos de antocianinas en la harina de sachapapa morada (*Dioscorea trifida L.*).

Palabras Clave: Harina de Trigo, Sachapapa Morada, Sustitución, Características Físico-químicas, Características Sensoriales

Purple Sachapapa Flour (*dioscorea trifida L.*) as a substitute in the preparation of Commercial Bread

ABSTRACT

In the Amazon there are various resources with nutritional and physical-chemical characteristics that can be used as partial substitutes for wheat flour in the bakery industry, which would allow meeting the current high demand and enhancing the consumption of food from the Amazon. Therefore, this research aimed to evaluate the effect of the partial substitution of wheat flour for purple sachapapa flour (*Dioscorea trifida L.*) in the production of commercial bread using the direct method, as well as its physical-chemical and sensory characteristics. The research was descriptive, quantitative approach and experimental design. The population was of a finite type and, for the sample, an intentional non-probabilistic sampling was taken for convenience, obtaining 32 kg of purple sachapapa flour. Regarding the primary source of information, the results of the reading of the measuring equipment were taken into account, and as instruments for collecting secondary data, the technical documentary guide was used. For the statistical analysis, the nonparametric Friedman test was used, and the significant differences between the treatments were subjected to the Tukey test ($p < 0.05$).

It was found that, as the percentage of substitution increases, the chemical components remain in a similar percentage in the final product; while, regarding the sensory characteristics, it was observed that they present significant differences. Finally, it was concluded that the breads produced with substitute flour of purple sachapapa contribute significantly the content of proteins, carbohydrates, minerals and high levels of anthocyanins; However, the low acceptability due to the violet coloration that it presents is due to the presence of high levels of anthocyanins in the flour of sachapapa morada (*Dioscorea trifida L.*).

Keywords: Wheat Flour, Purple Sachapapa, Substitution, Physical-chemical Characteristics, Sensory Characteristics.

Artículo recibido: 25 marzo 2021

Aceptado para publicación: 29 abril 2021

Correspondencia: vasenciost@unia.edu.pe

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el consumo de pan está incrementando continuamente en diversos países, como Perú, por lo que muchos se han visto en la necesidad de importar el trigo, dado que la producción interna de esta gramínea es insuficiente, ya sea por las condiciones agronómicas, climatológicas y logísticas que dificultan su producción y comercialización. Con base en lo indicado, se requiere reemplazar el trigo por otras harinas obtenidas a partir de especies agrícolas regionales (Seibel, 2006). En este sentido, cabe resaltar que la elaboración de productos de panificación con harina de trigo y sustituidas parcialmente con harinas obtenidas de otras fuentes vegetales, como tubérculos, raíces y granos, pueden aportar componentes como fibras, proteínas, carbohidratos, minerales, antocianinas o flavonoides propia de los productos sustituto.

En el Perú, los productos endémicos han sido abandonados, en cierta manera, por la investigación, y su no inclusión en la agroindustria ha conllevado a una pobre explotación de los productos nacionales, siendo el caso de la sachapapa morada (*Dioscorea trifida* L.), papa nativa de suelos tropicales con un alto valor en pigmentos antocianinas, gran capacidad antioxidante (20 veces más potente que la vitamina C y 50 veces más que la vitamina E) (Cox, 2014).

La sustitución de la harina de trigo por otras puede generar cambios importantes a considerar. Al respecto, se ha observado que la sustitución de harina de trigo disminuye la elasticidad de la masa; es por ello que sustituciones de 10 a 20 % de harina de trigo han demostrado producir pan de calidad aceptable sin un impacto importante en el color, estructura de la miga, textura y vida de anaquel (Seibel, 2006). Estudios realizados por Zumaeta (2013), quien elaboró pan con harinas compuestas de plátano (*Musa paradisiaca* L.) y sachapapa morada (*Dioscorea trifida* L.), con cuatro niveles de sustitución y una proporción de 55 % de harina de trigo, 2.5 % de harina de plátano y 2.5 % de harina de sachapapa morada, revelaron la mayor aceptación en cuanto a las características, físico-químicas, sensoriales y comportamiento de masa panadera.

Del mismo modo, Reátegui et al. (2001) elaboraron galletas con harinas sustitutas de cinco especies, como sachapapa morada (*Dioscorea trifida* L.), sachapapa blanca (*Dioscorea decorticans*), pituca (*Colocasia esculenta* L. Schott), pijuayo (*Bactris gasipaes* HBK) y pan del árbol (*Artocarpus comunis* F.). Estos investigadores sustituyeron 30 % de la harina de trigo, por harinas de sachapapa morada, blanca, pituca y pijuayo,

encontrando resultados satisfactorios en cuanto a las características físico-químicas, organolépticas, almacenamiento y reológicas de las galletas; sin embargo, la sustitución con la harina de pan de árbol reveló resultados negativos.

A partir de lo indicado, este estudio se centró en estudiar el uso de mezclas binarias de harina de trigo, sustituidas parcialmente con harina de sachapapa morada (*Dioscorea trifida* L.); por lo cual, el objetivo principal de la investigación fue evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de sachapapa morada sobre las características físicoquímicas, nutricionales, sensoriales y su rendimiento de masa panadera en la elaboración del pan mediante el método directo. Consecuentemente, este estudio permitió conocer las bondades que ofrece la harina de sachapapa morada, como fuente de enriquecimiento nutricional y compuestos bioactivos, que pueden ser incluidos en la dieta diaria de las personas.

La Amazonía posee diversos recursos con altas características nutricionales, pero que no son aprovechados por la industria alimentaria, tal es el caso de la sachapapa morada (*Dioscorea trifida* L.), planta netamente tropical que se desarrolla a temperaturas entre 25 a 30 °C y que requiere alrededor de 1500 y 2000 m/año para obtener el máximo rendimiento de cultivo (Mostacero et al., 2011).

Respecto a sus características, la sachapapa morada posee un alto contenido de flavonoides, fitoquímicos y diversas propiedades que impactan significativamente en la salud (Quispe et al., 2015; Alva et al., 2017).

De igual modo, Ramos et al. (2010) indican que este tubérculo es apreciado no solo por su sabor y textura, sino también por su valor nutricional; sin embargo, no se ha potenciado su consumo, debido al desconocimiento de sus particularidades. En cuanto a las características potenciales de la sachapapa, cabe resaltar que este tubérculo tiene aproximadamente 38 % de almidón céreo que carece de amilosa, además de tener usos potenciales como aglutinante y espesante para la elaboración de alimentos (Davidse et al., 1994).

Históricamente, el pan ha sido uno de los productos principales de la dieta humana, el cual ha pasado de ser preparado de forma tradicional y en empresas familiares, a elaborarse mediante una cadena industrial. Cabe resaltar que el cereal utilizado para elaborar este producto es, en esencia, el trigo (harina de trigo) (Ale, 2019); sin embargo, se proyecta que la demanda supere la producción mundial, a consecuencia del crecimiento

acelerado de la población (Quezada et al., 2019), por lo que ha sido necesario buscar alimentos sustituyentes de la harina de trigo (Lazcano et al., 2018). En este marco, el avance tecnológico ha permitido elaborar productos con propiedades benéficas semejantes a las de la harina de trigo, impulsando el consumo de alimentos que aporten mayores nutrientes y disminuyendo la dependencia de la harina de trigo en la industria panificadora (Vásquez et al., 2016).

Consecuentemente, se ha impulsado el uso de harinas mixtas o compuestas para mejorar la calidad de los productos, además de cubrir la demanda y mejorar la calidad de vida de los consumidores, es decir, las industrias panificadoras han promovido la sustitución de cierto porcentaje de harina de trigo por otra harina derivada de otro cereal (Sacón et al., 2016). Al respecto, Vásquez et al. (2018) indican que se ha impulsado la sustitución de la harina de trigo para buscar alternativas que permiten reducir la dependencia de harina de trigo en la industria panificadora. Por ello, en la actualidad, el uso de harinas compuestas ha aumentado considerablemente en la elaboración de productos de panadería, sin provocar la pérdida de las características particulares de la harina de trigo (Cordero et al., 2020).

METODOLOGÍA

El campo de estudio de la investigación está ubicado geográficamente en la parte central de la zona oriental del Perú (región de selva baja), cuya altitud es de 195 m s. n. m., limitando por el norte y sur con el distrito de Callería y por el oeste con los distritos de Nueva Requena y Campo Verde. Políticamente, esta área pertenece al distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

La investigación fue de tipo descriptivo, enfoque cuantitativo y diseño experimental, puesto que tuvo como finalidad evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de sachapapa morada (*Dioscorea trifida* L.), sobre las características físico-químicas, nutricionales, sensoriales y su rendimiento de masa panadera en la elaboración del pan mediante el método directo.

En cuanto a la población, fue de tipo finito, puesto que la materia prima utilizada como sustituto parcial de la harina de trigo no cuenta con registros de producción. Esto último se debe a que es una planta considerada de crecimiento silvestre: los pobladores la recolectan de los lugares donde se desarrolla sin el manejo agrícola del agricultor,

entendiéndose que la sachapapa morada crece en suelos tropicales, encontrándose en bosques y huertos.

Con base en lo señalado, se tomó un muestreo de tipo no probabilístico intencionado por conveniencia, tomando como muestra referencial la cantidad de 40 kg de sachapapa morada en fresco, con un rendimiento de harina integral del 80 %, lo cual permitió contar con 32 kg de harina de sachapapa morada, que se utilizó para los tratamientos. Cabe resaltar que el producto fue evaluado por 50 panelistas, que clasificaron los atributos de la harina de acuerdo al método aplicado.

En cuanto a la fuente de información primaria, se tomó en cuenta los resultados de la lectura de los equipos de medición, como la balanza de precisión, equipo micro Kendall, determinador de humedad, equipo de titulación, entre otros. Del mismo modo, se consideró como información primaria, los resultados reportados por los jueces en la evaluación sensorial.

Por otro lado, los instrumentos utilizados para la recolección de los datos secundarios fueron la guía técnica documental, textos especializados y reportes de revistas especializadas.

Para el procesamiento estadístico, se recopilaron los datos y las mediciones estadísticas, lo cual permitió cuantificar las relaciones entre las variables e indicadores, permitiendo verificar la hipótesis planteada; para ello, se utilizaron paquetes informáticos. Adicionalmente, se realizó el análisis físico-químico, donde, de acuerdo al tratamiento de información, se utilizó Microsoft Excel 2013, el software estadístico SPSS 21.0 y Statgraphics Centurión XV.

Finalmente, el comportamiento de las variables evaluadas se estimó mediante la estadística descriptiva (prueba no paramétrica de Friedman) y el análisis de varianza, con un diseño completamente aleatorizado, a un nivel de confianza del 95 % y 5 % de error, y las diferencias significativas entre los tratamientos se sometieron a la prueba Tukey ($p < 0.05$).

RESULTADOS

a) Análisis químico proximal (proteínas, carbohidratos, grasas, cenizas y humedad)

Tabla 1: *Composición química proximal de las mezclas de harinas de trigo y de sachapapa morada en panes para diferentes niveles de sustitución.*

Componentes	Porcentaje de sustitución				
	0	5	10	15	20
Proteínas	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

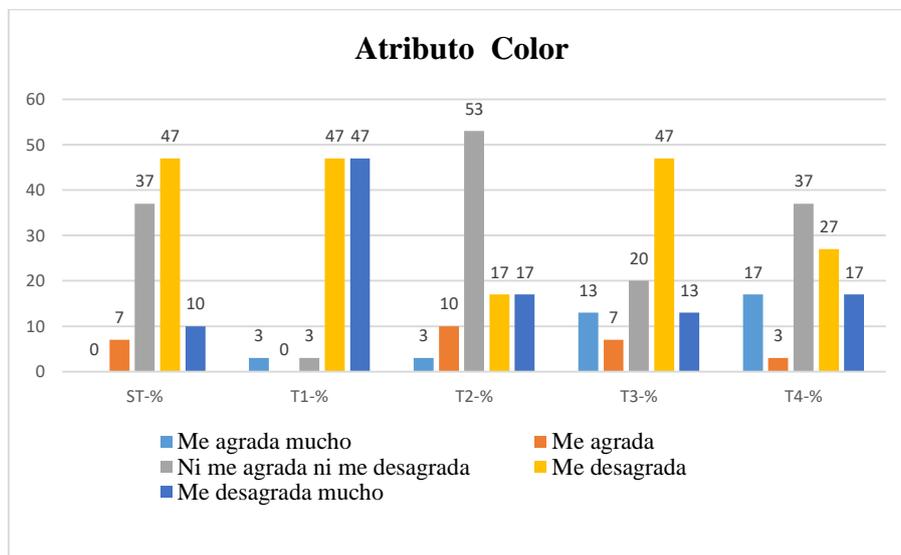
Fuente: *Elaboración propia.*

En la Tabla 1 se muestra los resultados obtenidos a partir del análisis realizado, para determinar las características químico proximales del pan elaborado con sustituciones parciales de la harina de trigo por sachapapa morada, encontrándose que, conforme se aumenta el porcentaje de sustitución, los componentes se mantienen en un porcentaje similar.

b) Características sensoriales

Los atributos (color, olor, textura y sabor) de la harina fueron clasificados por los panelistas, según los tratamientos del estudio, utilizando el formato de escala hedónica.

Figura 1: *Resultados de las características organolépticas del color a cuatro niveles de sustitución*



Para el atributo color, como se muestra en la Figura 1, en el tratamiento T2, el 53 % de panelistas optaron por “ni me agrada ni me desagrada”; sin embargo, se puede apreciar que T1 tiene un 47 % de panelistas que les desagrada mucho, y un 17 % destacó a T4 con “me agrada mucho”.

Tabla 2: *Prueba no paramétrica de Friedman para el color*

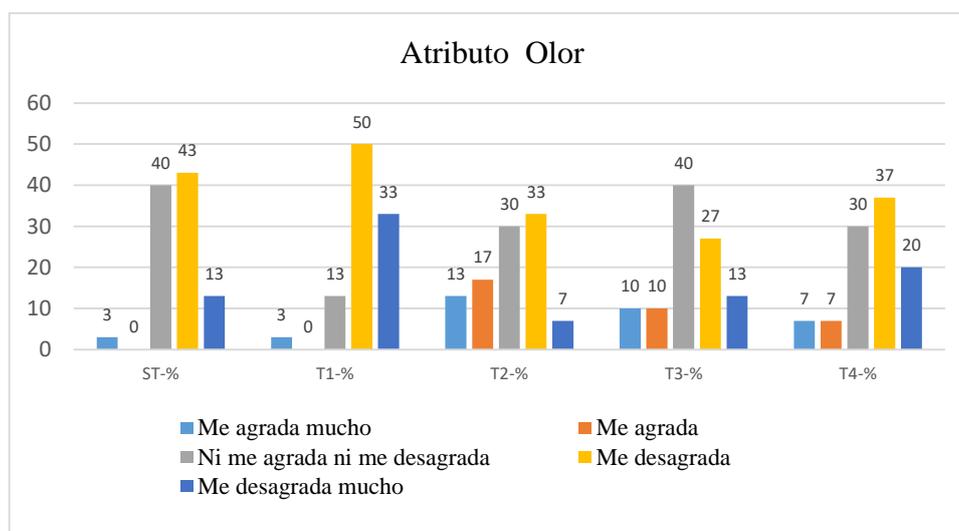
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	Las medianas de color son las mismas entre las categorías de tratamientos.	Prueba de medianas de muestras independientes.	.000	Rechazar la hipótesis nula

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

Fuente: *Elaboración propia.*

En la Tabla 2 se presenta la evaluación estadística del atributo color mediante la prueba no paramétrica de Friedman, la cual indicó que, al menos, uno de los tratamientos es diferente (p -valor=0.00), por lo que se realizó un análisis de varianza de mayor precisión para determinar cuál es significativamente diferente (prueba Tukey), encontrándose que el T1 es diferente a los demás. Entonces, a partir de la realización de la prueba de Friedman, se rechazó la hipótesis nula, ya que el nivel de significancia es menor a 0.05, lo que quiere decir que existen diferencias significativas en la sustitución parcial de harina de sachapapa morada entre los tratamientos en estudio.

Figura 2: *Resultados de las características organolépticas del olor a cuatro niveles de sustitución*



En cuanto al atributo olor, en la Figura 2 se puede apreciar que al 50 % de panelistas les desagradó; mientras que a un 33 % le desagradó mucho. En cuanto al T2, el 33 % de los panelistas lo evaluó como desagradable, un 30 % mostró indiferencia y un 17 % indicó que le agrada; cabe destacar que un 13 % afirmó que le agrada mucho. En lo referente al T3, un 40 % de los panelistas mostró indiferencia al olor, a un 27 % le desagradó y al 13 % le desagradó mucho.

Finalmente, en cuanto a la muestra T4, se encontró que para el 37 % de los panelistas el olor es desagradable, un 30 % muestra indiferencia y un 20 % lo consideran desagradable y solo un 7 % indica que le agrada mucho.

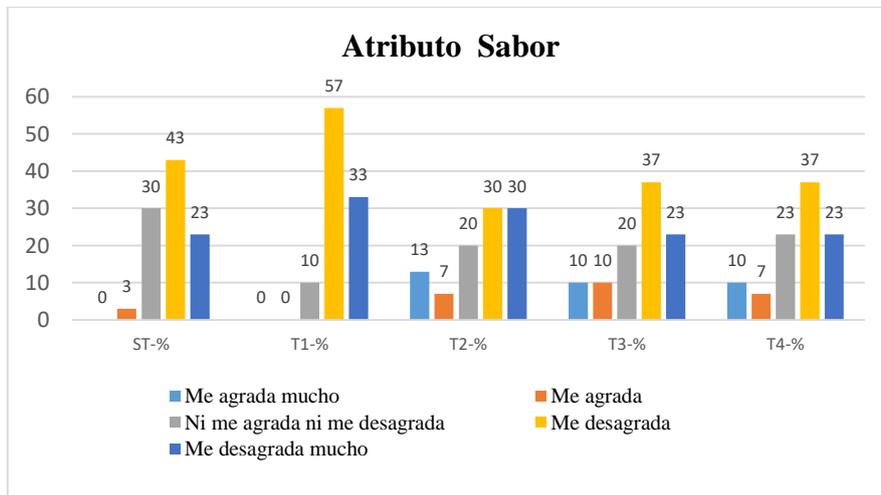
Tabla 3: Resultado de prueba no paramétrica de Friedman para el Olor

	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

En la Tabla 3 se presenta la evaluación estadística para el atributo olor mediante la prueba no paramétrica de Friedman, donde se obtuvo que, al menos, uno de los tratamientos es diferente (p -valor = 0.004) para un alfa de 0.05. A partir del resultado obtenido, se realizó un análisis de varianza para determinar cuál es significativamente diferente, encontrándose que para Tukey, el T1 es significativamente diferente a los demás; sin embargo, existen similitudes significativas entre T1, ST, y T4, lo cual sucede solo en el subconjunto 1, pero al remitirse a los demás, esta similitud ya no aparece.

Figura 3: Resultados de la característica organolépticas del sabor a cuatro niveles de sustitución.



El atributo sabor, representado en la Figura 3, fue calificado por los panelistas de la siguiente manera: el T1 le desagradó mucho al 50 %, mientras que al 40 % le desagradó y el 10 % mostró indiferencia al producto. Por otro lado, respecto al T2, a un 37 % le desagradó, el 20 % mostró indiferencia, a un 17 % le agradó mucho, mientras que al 27

% le desagradó mucho. En cuanto al T3, el 27 % de los panelistas indicó que les agradó mucho el producto, el 27 % mostró indiferencia y, al mismo tiempo, un 27 % indicó que le desagrada el producto. Finalmente, respecto al T4, el 40 % indicó que le desagradó, un 20 % mostró indiferencia, mientras que a otro 20 % le desagradó mucho; sin embargo, un importante grupo, que representó el 17 % de los panelistas, indicó que les agradó mucho.

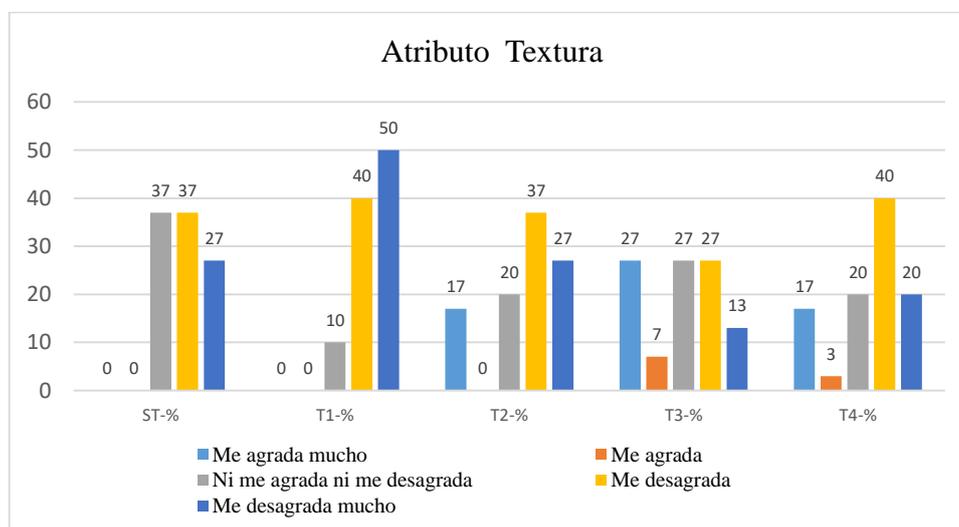
Tabla 4: Resultado de prueba no paramétrica de Friedman para el Sabor

	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

En la Tabla 4 se presenta la evaluación estadística para el sabor mediante la prueba no paramétrica de Friedman, donde se observó que todos los tratamientos son iguales para este atributo (p -valor=0.056) para un alfa de 0.05, por lo que no fue necesario realizar un análisis de varianza. Con base en los resultados obtenidos, se concluyó que no se presenta significancia, en cuanto al sabor, entre los resultados de la prueba.

Figura 4: Resultados de la característica organolépticas de la textura a cuatro niveles de sustitución.



Respecto al atributo textura, representado en la Figura 4, resaltó la desaprobación por parte de los jueces, tal es así que para las muestras T1, T2, T3 y T4, el 57 %, 30 %, 37 %, 37 %, respectivamente, indicaron que la textura les fue desagradable. Sin embargo, es

necesario resaltar que, en cuanto a las muestras T2, T3 y T4, al 13 %, 10 % y 10 %, respectivamente, les agradó mucho la textura.

Tabla 5: Resultado de prueba no paramétrica de Friedman para la textura

	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

En la Tabla 5 se presenta la evaluación estadística para la textura mediante la prueba no paramétrica de Friedman, encontrando que, al menos, uno del tratamiento era diferente para este atributo (p -valor = 0.003) para un alfa de 0.05, por lo que se realizó un análisis de varianza para determinar cuál es significativamente diferente (prueba Tukey). Se encontró que para este atributo existen tres subconjuntos con tratamiento significativamente diferentes, lo que supone una diferencia significativa entre T1, ST y T3 y T4, quedando T2 como muy similar a los tratamientos mencionados.

DISCUSIÓN

Respecto al componente proteína, se observó un incremento considerable en relación con la muestra patrón; sin embargo, el T1 mostró una variación en cuanto a los tres últimos tratamientos, esto último de acuerdo al porcentaje de sustitución. Estos resultados concuerdan con lo indicado por Pascual y Zapata (2010), quienes encontraron que la cantidad de proteína analizada en las muestras de pan blanco comercial de distintas marcas tiene los porcentajes entre 7.35 y 8.35 %, siendo estos porcentajes similares a los tratamientos realizados (T1, T2, T3, T4).

Al respecto, cabe señalar que la norma sanitaria y tecnológica para la fabricación y elaboración de productos de panificación, publicada por el Ministerio de Salud (2010), señala que el porcentaje de proteínas aceptable para el consumo humano en la elaboración del pan debe estar en rangos de 6.8 % a 9.6 %. En ese sentido, se pudo determinar que el valor de las proteínas de los cuatro tratamientos de este estudio está dentro de los rangos establecidos por las normas sanitarias y tecnológicas del Ministerio de Salud.

Por otro lado, los carbohidratos son elementos ligados a la presencia de almidones en cereales y tubérculos y, respecto a estos, en la Tabla 1 se observó que presentan un promedio mayor al 58 % respecto a la muestra patrón, encontrándose ligeras variaciones

entre los cuatro tratamientos. Cabe resaltar que, según Collazos et al. (1993), el porcentaje de carbohidratos de productos de panificación promedio es de 66.8 %, por lo que los resultados reportados en la Tabla 1 son inferiores; esto puede estar relacionado con el tipo de materia prima utilizado para sustituir a la harina de trigo, como es la harina de sachapapa morada; además, también puede atribuirse al grado de sustitución. Por su parte, Silveira y Salas (2013) afirman que, a medida que se aumenta la sustitución, disminuye el porcentaje de carbohidratos, lo cual resulta contrario a los datos presentados en la Tabla 1.

En cuanto al contenido de grasa, en la Tabla 1 se observó que esta presenta una ligera disminución respecto a la muestra patrón. Esto podría estar relacionado con el nivel de sustitución de la harina de trigo por harina de sachapapa morada. Al respecto, la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería, emitida mediante la Resolución Ministerial N.º 1020-2010/MINSA el Ministerio de Salud (2010), indica que los productos de panificación deben mantener una cantidad de grasa promedio de 5.2 %; sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación reportaron un promedio de contenido de grasa de 2.5 %, evidenciando que los 4 niveles de sustitución presentan niveles por debajo de la norma sanitaria.

De acuerdo a la Tabla 1, el contenido de cenizas mostró una tendencia creciente en comparación a la muestra patrón y el nivel de sustitución de la harina de sachapapa morada, mostrando un valor promedio de 3.5 %. Al respecto, Pascual y Zapata (2010) indicaron que el contenido de minerales en una harina se incrementa a medida que se utiliza la totalidad del grano, es decir, cuando se realiza la extracción de harinas integrales se tiene mayor contenido de minerales. Por su parte, el Ministerio de Salud (2010) señala en la norma peruana que la ceniza debe estar por encima del 3 %, para evidenciar la cantidad de minerales contenida en una muestra. Entonces, los resultados obtenidos de la investigación demostraron que la sustitución realizada en esta se encuentra dentro del rango establecido en cuanto a la cantidad de minerales.

La humedad es un parámetro que se mantuvo a un valor similar a lo reportado en la muestra patrón, de tal manera que, en los cuatro tratamientos, el valor de humedad mantuvo un promedio de 29 %, a excepción del tratamiento T1, cuyo valor se encontró

por encima del 30 %. Al respecto, cabe señalar que Fuentes (2012), quien evaluó la humedad de alimentos enriquecidos con chía, indicó que el aumento de este valor se debe a que este grano presente contenido de fibra a niveles altos (fibra dietética soluble), por lo que la chía tiene una capacidad de retención de 6.2 g de agua /g de fibra y, sobre todo, del incremento del contenido de fibra que la chía aporta de 33.12 %.

Además, el contenido de humedad incrementa por causa del tamaño de partícula, ya que, teóricamente, a menor tamaño de partícula, la facilidad de hidratación aumenta por la superficie de contacto que se tiene. Sin embargo, en la investigación realizada la humedad sufre ligeras disminuciones en función a la sustitución, de tal manera que se puede suponer que la harina de sachapapa morada presenta niveles de fibra inferiores a la chía, razón por la cual la afirmación de Fuentes (2012) no concordó con la investigación realizada.

Para el atributo color, de acuerdo a la prueba de Friedman, se rechazó la hipótesis nula, ya que el nivel de significancia fue menor a 0.05, resultado que evidenció que existen diferencias significativas en la sustitución parcial de harina de sachapapa morada entre los tratamientos en estudio, como se observa en la Tabla 2.

Por otro lado, la evaluación estadística para el atributo olor, según la prueba no paramétrica de Friedman, indicó que al menos uno de los tratamientos es diferente (p -valor=0.004) para un alfa de 0.05, por lo que se realizó un análisis de varianza para determinar cuál es significativamente diferente.

Al realizar la prueba de Tukey, se encontró que el T1 es significativamente diferente a los demás; sin embargo, se evidenció que existen similitudes significativas entre T1, ST, y T4, esto sucede solo en el subconjunto 1, pero al remitirse a los demás, este ya no aparece.

Respecto a la evaluación estadística para el atributo olor, de acuerdo a la prueba no paramétrica de Friedman, se encontró que todos los tratamientos son iguales para este atributo (p -valor = 0.056) para un alfa de 0.05, por lo que no fue necesario realizar un análisis de varianza, concluyéndose que en el sabor no había significancia entre los resultados de la prueba.

Finalmente, al realizar la evaluación estadística para el atributo textura mediante la prueba no paramétrica de Friedman, se encontró que, al menos, uno de los tratamientos era

diferente para este atributo (p -valor = 0.003) para un alfa de 0.05, por lo que se realizó un análisis de varianza para determinar cuál es significativamente diferente. Consecuentemente, al realizar la prueba de Tukey, se encontró que para este atributo existen tres subconjuntos con tratamiento significativamente diferentes, lo que permitió suponer una diferencia significativa entre T1, ST y T3 y T4, quedando T2 como muy similar a los tratamientos mencionados.

CONCLUSIONES

De acuerdo con el objetivo principal del estudio, se concluyó que la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de sachapapa morada aporta significativamente el contenido de proteína a un nivel del 5 %. No obstante, cabe resaltar que se observó una tendencia ligera al descenso a mayor nivel de sustitución, pero superior a la muestra patrón.

En cuanto al análisis organoléptico, se encontró que el color, olor y textura son considerados atributos desagradables de acuerdo a la escala hedónica, lo cual está relacionado directamente con el color natural violeta que presenta la sachapapa morada.

En este marco, cabe resaltar la presencia de niveles altos de antocianinas, lo cual influye directamente en el color, olor y textura del pan encontrado en la investigación, siendo esta la razón debido a la cual, la sustitución presentó una baja aceptabilidad.

Por otro lado, respecto al sabor, el mayor porcentaje de los panelistas otorgó una calificación de agradable.

Este resultado plantea la necesidad de realizar otras investigaciones, con el objetivo de aprovechar la presencia de antocianinas y polifenoles en la sachapapa morada en bienestar del consumidor.

Finalmente, se concluyó que un nivel de sustitución del 10 % de harina de trigo por harina de sachapapa morada fue el porcentaje más aceptado por los 50 panelistas, ya que este incide satisfactoriamente, tanto en las características organolépticas como en los componentes (proteínas, carbohidratos, grasas, cenizas, humedad) de la harina.

BIBLIOGRAFIA

Ale, R. (2019). Análisis de la industria de harina de trigo en el Perú [tesis de bachillerato, Universidad ESAN]. Repositorio Institucional ESAN. <https://repositorio.esan.edu.pe/handle/20.500.12640/1502>

- Alva, W., Obregón, R. y Ruiz, S. (2017). Banco de germoplasma en sachapapa (*Discórea trífida*), en Tingo María. *Investigación y Amazonía*, 7(3), 1-3. <https://revistas.unas.edu.pe/index.php/revia/article/view/135>
- Collazos, C., Alvisur, J., Vásquez, G., Herrera, A., Robles, G., Arias, V., Viñas, T., Quiróz, M., Urquieta, A., Días, T., Roca, N., Faching, R. y Hernández, F. (1996). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Instituto Nacional de Salud-Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablasperuanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Cordero, D., Granados, M., Islas, A., Verdú, S., Ramírez, B. y Vásquez, F. (2020). Utilización de fibra de avena con diferente tamaño de partícula en panificación: efecto reológico y textural. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(1), 161-173. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i1.1954>
- Cox, C. (2014, 9 de diciembre). *Productos de la Amazonía*. FotoCésarCox. <http://cesarcox.blogspot.com/2014/12/productos-de-la-amazonia.html>
- Davidse, G., Sousa, M. y Chater, A. (1994). *Flora mesoamericana: Alismataceae a Cyperaceae*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fuentes, G. (2012). *Propiedades funcionales de la harina de semilla de chía (Salvia hispánica L.) y su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas y microscópicas en un batido cárnico [tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa]*. Repositorio Institucional UAM. <http://148.206.53.233/tesiuami/UAMI15754.pdf>
- Lazcano, M., Navarro, A., Sosa, R., Hernández, J., Zerón, C. y Santiago, D. (2018). Incorporación de harina de polen en panificación. *Revista Verde de Agroecología e Desarrollo Sustentável*, 14(1), 48-54. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7083447>
- Ministerio de Salud (2010). R. M. N.º 1020-2010/MINSA. Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. MINSA. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244442-1020-2010-minsa>

- Mostacero, J., Ramírez, R., Charcape, J., Gamarra, O., Mejía, F. y Castillo, F. (2011). Plantas medicinales del Perú: taxonomía, ecogeografía, fenología y etnobotánica. Asamblea Nacional de Rectores.
- Pascual, G. y Zapata, 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. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 76(4), 377- 388. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1810-34x2010000400008
- Quezada, L., Contreras, O., Martínez, E., Mero, F. y Gonzáles, H. (2019). Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de papa china (*Colocasia esculenta*) sobre las propiedades reológicas de la masa y sensoriales de galletas dulces. *Alimentos Hoy*, 27(47), 49-63. <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/528>
- Quispe, M., Adrianzén, P., Alva, A., Pérez, M., Imán, S., Marapara, J. y Castro, J. (2015). Análisis bromatológico y de flavonoides de los cultivares blanco y morado de *Dioscorea trifida* L. (sachapapa) de la región Loreto. *Conocimiento Amazónico*, 6(2), 85-90. <https://revistas.unapiquitos.edu.pe/ojs-2.4.8-5/index.php/Conocimientoamazonico/article/view/135>
- Ramos, F., Muñoz, A., Alvarado, C. y Yáñez, J. (2010). Antocianinas, polifenoles, actividad antioxidante de sachapapa morada (*Dioscorea trifida* L.) y evaluación de lipoperoxidación en suero humano. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 76(1), 61- 72. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2010000100007
- Reátegui, D., Maury, M., Chirinos, C., Chirinos, F. y Aricari, L. (2001). Elaboración de galletas utilizando harinas sucedáneas obtenidas con productos de la región. *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, 1(1), 43-48. <https://www.unapiquitos.edu.pe/pregrado/facultades/alimentarias/descargas/vol1/7.pdf>
- Sacón, F., Bernal, I., Dueñas, A., Cobeña, G. y López, N. (2016). Reología de mezclas de harinas de camote y trigo para elaborar pan. *Tecnología Química*, 36(3), 457-467. <https://bit.ly/3sbTCqP>

- Seibel, W. (2006). Composite flours. En L. Popper (ed.), *Future of Flour: A Compendium of Flour Improvement* (pp. 193-198). AgriMedia.
- Silveira, M. y Salas, M. (2013). Pan formulado con adición de harina de chía (*Salvia hispánica* L.). *La Alimentación Latinoamericana*, (308), 38-42. <http://www.publitech.com.ar/contenido/objetos/Panformuladoconadicindeharina.pdf>
- Vásquez, F., Soto, D., Cordero, D., Granados, M., Islas, A., Verdú, S., Grau, R. y Barat, J. (2018). Utilización de harina de sorgo tratada térmicamente como una alternativa en la sustitución de harina de trigo en panificación. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(2), 268-280. <https://bit.ly/2P098II>
- Vásquez, F., Verdú, S., Islas, A., Barat, J. y Grau, R. (2016). Efecto de la sustitución de harina de trigo con harina de quinoa (*Chenopodium quinoa*) sobre las propiedades reológicas de la masa y texturales del pan. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 17(2), 307-317. <https://riunet.upv.es/handle/10251/113263>