Effect of Partial Wheat Flour Substitution with Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Flour on the Sensory Acceptability of Gnocchi-Type Pasta

Yunni Zone Oyarce-Guevara[1]; Blake Alan Muñoz-Ruiz[1]; Jose Manuel Cedano-Romero[1]; Mariano Del Castillo-Sagastegui[1]; Diego Antonio Ruiz-Prado[1]

[1]Universidad Privada del Norte, Perú, , n00472516@upn.pe; n00484996@upn.pe; jose.cedano@upn.edu.pe; mariano.delcastillo@upn.pe; diego.ruiz@upn.edu.pe

Abstract*— The use of alternative flours in food products has emerged as a strategy to diversify raw materials and develop innovative products with acceptable sensory characteristics. This study evaluated the effect of partially substituting wheat flour with sweet potato (Ipomoea batatas) flour on the sensory acceptability of gnocchi-type pasta. Four treatments were prepared with substitution levels of 0% (T0), 10% (T1), 20% (T2), and 30% (T3). Sensory evaluation was conducted with 30 untrained consumers using a seven-point hedonic scale to assess color, odor, texture, and overall acceptability. The data were analyzed using the non-parametric Friedman test, followed by Bonferroni multiple comparisons at a significance level of 0.05. Significant differences were found among the treatments ($p < 0.05$). The formulation containing 20% sweet potato flour (T2) achieved the highest sensory acceptability, whereas the 30% substitution level (T3) resulted in lower consumer acceptance. These findings indicate that partial substitution of wheat flour with sweet potato flour is a feasible alternative for developing innovative gnocchi-type pasta with favorable sensory characteristics.

Keywords*— Sweet potato flour, gnocchi-type pasta, sensory acceptability, Friedman test, food innovation.

Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote (*Ipomoea batatas*) en la aceptabilidad sensorial de pasta tipo ñoqui

Yunni Zone Oyarce-Guevara[1]; Blake Alan Muñoz-Ruiz[1]; Jose Manuel Cedano-Romero[1]; Mariano Del Castillo-Sagastegui[1]; Diego Antonio Ruiz-Prado[1]

[1]Universidad Privada del Norte, Perú, , n00472516@upn.pe; n00484996@upn.pe; jose.cedano@upn.edu.pe; mariano.delcastillo@upn.pe; diego.ruiz@upn.edu.pe

Resumen– ***La incorporación de harinas no convencionales en productos alimenticios representa una alternativa para diversificar materias primas y desarrollar alimentos con características sensoriales diferenciadas. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote (Ipomoea batatas) sobre la aceptabilidad sensorial de pasta tipo ñoqui. Se elaboraron cuatro tratamientos con niveles de sustitución de 0 % (T0), 10 % (T1), 20 % (T2) y 30 % (T3), manteniendo constantes las proporciones de los demás ingredientes. La aceptabilidad sensorial fue evaluada por 30 consumidores no entrenados mediante una escala hedónica de siete puntos para los atributos color, olor, textura y aceptabilidad general. Debido a la naturaleza ordinal de los datos y a la ausencia de normalidad, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman, complementada con comparaciones múltiples mediante la corrección de Bonferroni (α = 0,05). Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (p < 0,05). El tratamiento T2, correspondiente al 20 % de sustitución de harina de trigo por harina de camote, obtuvo la mayor aceptabilidad sensorial, mientras que el tratamiento T3 presentó una disminución en la valoración de los atributos evaluados. Se concluye que la incorporación del 20 % de harina de camote constituye la formulación con mayor aceptación sensorial, representando una alternativa viable para el desarrollo de productos innovadores a base de materias primas de origen vegetal.***

Palabras clave-- ***harina de camote, pasta tipo ñoqui, aceptabilidad sensorial, prueba de Friedman, innovación alimentaria.***

I. Introducción

La búsqueda de materias primas alternativas que permitan diversificar la elaboración de productos alimenticios e incrementar su valor nutricional ha impulsado el estudio de harinas no convencionales como sustitutos parciales de la harina de trigo. Entre estas alternativas, el camote (*Ipomoea batatas*) destaca por su amplio potencial nutricional, funcional y tecnológico, debido a su contenido de almidón, fibra dietaria, vitaminas, minerales y compuestos bioactivos. Estas características han favorecido su incorporación en diferentes productos alimenticios con el propósito de desarrollar formulaciones innovadoras y de mayor valor agregado [1], [2].

Diversas investigaciones han demostrado que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote modifica las propiedades físicas, tecnológicas y sensoriales de los alimentos, influyendo principalmente en atributos como el color, la textura y la aceptabilidad general del consumidor [1], [2], [3]. Asimismo, en productos de panificación y derivados se ha reportado que niveles moderados de sustitución permiten mejorar el valor nutricional sin afectar significativamente la aceptación sensorial del producto final [3]–[6]. Estos resultados evidencian que el porcentaje de reemplazo constituye un factor determinante para mantener el equilibrio entre la calidad tecnológica y la preferencia del consumidor.

En productos farináceos, los estudios disponibles respaldan el potencial de la harina de camote como ingrediente alternativo. La sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote en pasta larga permitió conservar las características fisicoquímicas y mantener una adecuada aceptabilidad sensorial en formulaciones con 10 % y 20 % de sustitución [4]. De manera similar, se obtuvieron formulaciones de fideos con buena aceptación sensorial mediante la incorporación parcial de harina de camote [5]. Asimismo, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en galletas elaboradas con esta harina, identificándose como formulación de mayor aceptación aquella con 40 % de sustitución [6]. Por otra parte, el empleo de mejoradores tecnológicos, como goma xantana y gluten de trigo, favoreció las propiedades estructurales y la aceptabilidad de productos elaborados con sustitución parcial de harina de trigo [7].

A pesar de los resultados favorables obtenidos en panificados, fideos y otras pastas alimenticias, la evidencia científica sobre la incorporación de harina de camote en pasta tipo ñoqui continúa siendo limitada, especialmente en relación con su efecto sobre la aceptabilidad sensorial. Esta situación evidencia la necesidad de generar información que permita establecer niveles adecuados de sustitución que mantengan las características organolépticas del producto y favorezcan su aceptación por parte del consumidor.

Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote (*Ipomoea batatas*) sobre la aceptabilidad sensorial de pasta tipo ñoqui, considerando los atributos de color, olor, textura y aceptabilidad general.

II. METODOLOGÍA

La investigación fue de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y diseño experimental completamente al azar (DCA) unifactorial, orientada a evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote (*Ipomoea batatas*) sobre la aceptabilidad sensorial de pasta tipo ñoqui.

Se formularon cuatro tratamientos: T0 (0 % de harina de camote), T1 (10 %), T2 (20 %) y T3 (30 % de sustitución de harina de trigo por harina de camote), manteniendo constantes las proporciones de los demás ingredientes y las condiciones de elaboración. Cada tratamiento fue elaborado en tres repeticiones independientes.

TABLA I
Formulación de los tratamientos experimentales

Tratamiento	Harina de trigo (%)	Harina de camote (%)
T0	100	0
T1	90	10
T2	80	20
T3	70	30

La aceptabilidad sensorial fue evaluada por un panel conformado por 30 consumidores no entrenados, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Los participantes calificaron los atributos de color, olor, textura y aceptabilidad general utilizando una escala hedónica de siete puntos, donde 1 correspondió a "Me disgusta muchísimo" y 7 a "Me gusta muchísimo". Las muestras fueron codificadas y presentadas de manera individual para minimizar posibles sesgos durante la evaluación.
El análisis estadístico se realizó mediante IBM SPSS Statistics. Debido a que los datos presentaron naturaleza ordinal y no cumplieron el supuesto de normalidad, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman para comparar los tratamientos, complementada con comparaciones múltiples mediante la corrección de Bonferroni. En todos los análisis se consideró un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de los panelistas

La evaluación sensorial fue realizada por 30 consumidores no entrenados, de los cuales el 60 % correspondió al sexo masculino y el 40 % al sexo femenino. Las edades oscilaron entre 19 y 24 años, con una media de 21,3 ± 1,49 años, lo que evidencia una población homogénea para la evaluación de la aceptabilidad del producto.

La evaluación sensorial fue realizada por un panel conformado por 30 consumidores no entrenados, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Se registraron las variables edad y sexo con la finalidad de caracterizar a la población participante.

TABLA II
Distribución de los panelistas según el sexo

Sexo	Frecuencia	Porcentaje (%)
Femenino	12	40
Masculino	18	60
Total	30	100

De acuerdo con la tabla 2, el 60,0 % de los participantes correspondió al sexo masculino, mientras que el 40,0 % perteneció al sexo femenino. Estos resultados muestran una mayor participación de hombres durante el desarrollo de la evaluación sensorial.

Los panelistas presentaron edades comprendidas entre los 19 y los 24 años, con un promedio de 21,30 años y una desviación estándar de 1,49 años. La distribución observada indica que la mayor parte de los participantes se concentró entre los 20 y los 23 años.

TABLA III
Estadísticos descriptivos de la edad de los panelistas

Estadístico	Valor
Número de participantes	30
Edad mínima	19
Edad máxima	24
Media	21,3
Mediana	21
Desviación estándar	1,49

TABLA IV
Distribución de frecuencias de la edad de los panelistas

Edad (años)	Frecuencia	Porcentaje (%)
19	4	13,3
20	8	26,7
21	6	20
22	6	20
23	4	13,3
24	2	6,7
Total	**30**	**100**

Los valores promedio de aceptabilidad sensorial general mostraron diferencias entre las formulaciones evaluadas. El tratamiento T2, correspondiente a la sustitución del 20 % de harina de trigo por harina de camote, presentó la mayor puntuación promedio (7,00 ± 0,00), equivalente a la categoría "Me gusta muchísimo" de la escala hedónica. Por el contrario, el tratamiento T3 (30 % de sustitución) obtuvo la menor valoración (4,87 ± 0,35), mientras que los tratamientos T0 y T1 alcanzaron valores promedio de 5,00 ± 0,00. Estos resultados

indican que una sustitución moderada mejora la aceptación del producto, mientras que niveles superiores pueden afectar negativamente sus características sensoriales.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el tratamiento T2 presentó la mayor puntuación promedio de aceptabilidad sensorial (7,00 ± 0,00), correspondiente a la formulación elaborada con un 20 % de harina de camote y un 80 % de harina de trigo. Esta puntuación corresponde a la categoría «me gusta muchísimo».

Por otra parte, los tratamientos T0 y T1 registraron un valor promedio de 5,00 ± 0,00, equivalente a la categoría «me gusta moderadamente». En contraste, el tratamiento T3 presentó la puntuación promedio más baja (4,87 ± 0,35), situándose entre las categorías «ni me gusta ni me disgusta» y «me gusta moderadamente».

Estos resultados indican que el incremento del porcentaje de sustitución produjo un aumento de la aceptabilidad hasta alcanzar el tratamiento T2, mientras que la incorporación del 30 % de harina de camote ocasionó una ligera disminución en la valoración global del producto.

La tabla V presenta los valores del índice de aceptabilidad sensorial obtenidos para cada tratamiento y para cada uno de los 30 panelistas. Dicho índice se calculó mediante el promedio aritmético de las puntuaciones asignadas a los atributos de color, olor, textura y aceptabilidad general, con la finalidad de obtener una valoración global de las características sensoriales de cada formulación.

La expresión empleada para el cálculo del índice fue la siguiente:

$$IA = \frac{C + O + T + AG}{4}$$

donde:

- $IAIA$ representa el índice de aceptabilidad;
- CC corresponde a la puntuación del color;
- OO representa la puntuación del olor;
- TT corresponde a la puntuación de la textura;
- $AGAG$ representa la puntuación de la aceptabilidad general.

Por ejemplo, para el panelista 1, el cálculo del índice correspondiente al tratamiento T0 se realizó de la siguiente manera:

$$IA_{T0} = \frac{5 + 3 + 5 + 5}{4}$$

$$IA_{T0} = 4{,}5$$

De forma similar, el índice correspondiente al tratamiento T2 se obtuvo mediante la siguiente operación:

$$IA_{T2} = \frac{6 + 6 + 6 + 7}{4}$$

$$IA_{T2} = 6{,}25$$

Este procedimiento se aplicó a todos los panelistas y a los cuatro tratamientos evaluados, obteniéndose así una medida integral de la aceptabilidad sensorial de cada formulación.

La Tabla V presenta el Índice de Aceptabilidad Sensorial (IA) calculado individualmente para los 30 panelistas en cada tratamiento. Este índice corresponde al promedio de las puntuaciones obtenidas en los cuatro atributos evaluados: color, olor, textura y aceptabilidad general. Por ello, sus valores no necesariamente coinciden con la media obtenida para el atributo de aceptabilidad general considerado de manera independiente. En el caso de T2, la aceptabilidad general presentó una media de 7,00 ± 0,00, mientras que los valores individuales del IA oscilaron entre 6,25 y 6,75, debido a que este índice integra las puntuaciones de los cuatro atributos evaluados.

TABLA V
Valores del índice de aceptabilidad sensorial

Panelista	Índice T0	Índice T1	Índice T2	Índice T3
1	4,5	4,5	6,25	4,25
2	4,75	4,5	6,25	4,25
3	4,75	4,5	6,25	4
4	4,5	4,5	6,5	4,5
5	4,75	4,5	6,25	4,25
6	4,75	4,5	6,25	4,5
7	4,75	4,5	6,25	4
8	4,5	4,5	6,5	4,25
9	4,75	4,5	6,25	4,25
10	4,75	4,5	6,75	4,5
11	4,75	4,5	6,25	4,25
12	4,5	4,5	6,25	4,25
13	4,75	4,5	6,25	4,25
14	4,75	4,5	6,25	4,5
15	4,75	4,5	6,25	4,25
16	4,5	4,5	6,5	4,25
17	4,75	4,5	6,5	4,5
18	4,75	4,5	6,25	4,25
19	4,75	4,5	6,25	4,25
20	4,5	4,5	6,25	4,25
21	4,75	4,5	6,25	4
22	4,75	4,5	6,25	4,5
23	4,5	4,5	6,75	4,5
24	4,75	4,5	6,25	4,25

25	4,75	4,5	6,25	4,25
26	4,5	4,5	6,25	4,25
27	4,75	4,5	6,25	4,25
28	4,75	4,5	6,25	4,5
29	4,75	4,5	6,75	4,5
30	4,5	4,5	6,25	4,25

La Tabla VI presenta los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk aplicada a los índices de aceptabilidad correspondientes a los tratamientos T0, T1, T2 y T3. Los resultados muestran valores de significancia inferiores a 0,05 para los tratamientos T0, T2 y T3, lo que indica que sus datos no siguen una distribución normal. En el caso del tratamiento T1, el programa no calculó el estadístico debido a la ausencia de variabilidad en los datos registrados. Considerando estos resultados y la naturaleza ordinal de la escala hedónica empleada, se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman para determinar la existencia de diferencias entre los tratamientos evaluados.

TABLA VI
Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
INDICE.T0	0,577	30	0,000
INDICE.T1		30	
INDICE.T2	0,553	30	0,000
INDICE.T3	0,765	30	0,000

La tabla VII muestra el resumen del contraste de hipótesis obtenido mediante la prueba de Friedman para muestras relacionadas. La hipótesis nula planteó que las distribuciones de los índices de aceptabilidad de los tratamientos T0, T1, T2 y T3 eran iguales, mientras que la hipótesis alternativa estableció la existencia de diferencias significativas entre ellas. El análisis reveló un valor de significancia igual a 0,000, inferior al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0{,}05 \alpha = 0{,}05$), por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa. Estos resultados indican que el porcentaje de sustitución de harina de camote influyó significativamente en la aceptabilidad sensorial de la pasta tipo ñoqui.

TABLA VII
Resumen del contraste de las hipótesis

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de INDICE.T0, INDICE.T1, INDICE.T2 y INDICE.T3 son iguales.	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	0,000	Rechace la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.				

La tabla VIII presenta los resultados de la prueba de Friedman aplicada a los cuatro tratamientos evaluados. El análisis se realizó con un total de 30 observaciones y produjo un valor estadístico de prueba de 84,183, con tres grados de libertad y un valor de significancia de 0,000. Estos resultados evidencian la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, confirmando que las variaciones en el porcentaje de sustitución de harina de camote generaron cambios en la aceptabilidad sensorial del producto.

TABLA VIII
Prueba de Friedman para muestras relacionadas

N total	30
Estadístico de prueba	84,183
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,000

Los resultados de las comparaciones múltiples entre los tratamientos, presentados en la Tabla IX, evidencian que las comparaciones entre T3 y T0, T3 y T2, T1 y T2, así como entre T0 y T2, presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0{,}05$). En cambio, las comparaciones entre T3 y T1, así como entre T1 y T0, no mostraron diferencias significativas ($p > 0{,}05$).

TABLA IX
Comparaciones por parejas

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada[a]
INDICE.T3-INDICE.T1	0,817	0,333	2,450	0,014	0,086
INDICE.T3-INDICE.T0	1,633	0,333	4,900	0,000	0,000
INDICE.T3-INDICE.T2	2,817	0,333	8,450	0,000	0,000
INDICE.T1-INDICE.T0	0,817	0,333	2,450	0,014	0,086
INDICE.T1-INDICE.T2	-2,000	0,333	-6,000	0,000	0,000
INDICE.T0-INDICE.T2	-1,183	0,333	-3,550	0,000	0,002
Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05.					
a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.					

Estos resultados permiten inferir que el tratamiento T2 presentó el mayor nivel de aceptabilidad sensorial en comparación con los demás tratamientos, mientras que los tratamientos T0 y T1 mostraron un comportamiento similar. Asimismo, se observó que el incremento del porcentaje de

sustitución hasta el 30 % produjo una disminución en la aceptación del producto, lo que sugiere la existencia de un nivel óptimo de incorporación de harina de camote.

La tabla x presenta los estadísticos descriptivos correspondientes a la evaluación del atributo color en los cuatro tratamientos analizados. Los resultados muestran que los tratamientos T0 y T1 registraron una puntuación media de 5,00, lo que indica un nivel de aceptación moderado y una ausencia de variabilidad entre las respuestas de los panelistas.

TABLA X
Estadísticos descriptivos de la aceptabilidad del color de la pasta tipo ñoqui

Tratamiento	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
T0	5	0	5	5
T1	5	0	5	5
T2	6,17	0,38	6	7
T3	4,33	0,48	4	5

La prueba de normalidad de Shapiro–Wilk indicó que los datos no presentaron una distribución normal en la mayoría de los tratamientos, por lo que se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman para comparar las formulaciones evaluadas. El análisis mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($\chi^2 = 84{,}183$; gl = 3; $p < 0{,}001$), confirmando que el porcentaje de sustitución de harina de camote influyó significativamente en la aceptabilidad sensorial de la pasta tipo ñoqui.

Las comparaciones múltiples mediante la corrección de Bonferroni evidenciaron diferencias significativas entre el tratamiento T2 y los tratamientos T0, T1 y T3. Asimismo, se observaron diferencias entre T3 y T0, mientras que la comparación entre T0 y T1 no mostró diferencias significativas. Estos resultados indican que el tratamiento con 20 % de sustitución fue estadísticamente superior en aceptabilidad sensorial respecto a las demás formulaciones evaluadas.

Efecto de la Sustitución en la Aceptabilidad Sensorial Global

Los resultados obtenidos muestran que el tratamiento T2 presentó la mayor aceptabilidad sensorial. Este comportamiento coincide con estudios previos, en los que sustituciones entre el 10 % y 20 % de harina de camote permitieron conservar una adecuada aceptación en pastas [4]. Igualmente, se ha reportado que sustituciones moderadas en fideos permiten mantener una evaluación sensorial favorable [5]. Por su parte, la disminución de la preferencia observada en el tratamiento T3 (30 %) coincide con lo descrito sobre la necesidad de equilibrar los componentes de la formulación para preservar las características tecnológicas y organolépticas del producto [7].

Aceptabilidad del Color

La sustitución al 20 % (T2) obtuvo la mayor preferencia en color, mientras que el 30 % (T3) causó el menor agrado. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado en estudios sobre la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote y maca en productos de pastelería, donde se evaluó el efecto de la incorporación de estas materias primas sobre las características sensoriales [8].

Aceptabilidad del Olor

El aroma del tratamiento T2 logró la puntuación más alta, superando significativamente a T1 y T3. La mayor aceptación con adiciones moderadas concuerda con resultados reportados en formulaciones de fideos con sustitución parcial de harina de camote [5]. No obstante, este resultado difiere de lo reportado en pasta larga, donde se observaron niveles de aceptación similares entre formulaciones con 10 % y 20 % de sustitución [4]. Esta discrepancia podría estar relacionada con las diferencias entre las matrices alimentarias evaluadas.

Aceptabilidad de la Textura

El tratamiento T2 presentó la mayor valoración en textura frente a T0, T1 y T3. Este resultado puede relacionarse con la influencia que tiene la formulación sobre las características del producto, aspecto que ha sido estudiado en productos tipo noodles mediante el empleo de mejoradores tecnológicos como goma xantana y gluten de trigo en formulaciones con sustitución parcial de harina [7].

Aceptabilidad General y Potencial Industrial

La preferencia global del tratamiento T2 coincide con los resultados reportados en estudios previos sobre el uso de harina de camote como ingrediente sustituto en diferentes matrices alimentarias [4], [8]. En conjunto, los resultados obtenidos muestran que, bajo las condiciones evaluadas, el tratamiento con 20 % de sustitución presentó la mayor aceptabilidad sensorial.

Caracterización fisicoquímica del tratamiento T2

El tratamiento T2, correspondiente a la sustitución del 20 % de harina de trigo por harina de camote, presentó la mayor aceptación sensorial entre las formulaciones evaluadas. Por ello, se realizó su caracterización fisicoquímica mediante la determinación del contenido de humedad y la actividad de agua (aw), con la finalidad de complementar la evaluación de sus características y aportar información sobre su comportamiento fisicoquímico.

Contenido de humedad

El contenido de humedad del tratamiento T2 presentó valores entre 20,90 % y 27,11 %, con un promedio de 24,13 %. Estos valores fueron inferiores a los reportados para ñoquis frescos elaborados con otros ingredientes. En un estudio de caracterización fisicoquímica de pasta fresca tipo ñoqui elaborada con ingredientes andinos, se reportaron contenidos de humedad de 58 y 61 g/100 g para formulaciones con amaranto y quinua, respectivamente [9]. De manera similar, en ñoquis veganos de espinaca elaborados con puré de papa se registró un contenido de humedad inicial de 63,7 ± 3,5 g/100 g [10].

Las diferencias observadas pueden relacionarse con la composición de las formulaciones evaluadas. Los productos reportados en estudios previos incorporaron papa, puré de papa u otros ingredientes con un mayor contenido inicial de agua, mientras que el tratamiento T2 fue elaborado a partir de harina de trigo y harina de camote, materias primas deshidratadas. Por

tanto, la naturaleza de los ingredientes empleados puede explicar, en parte, el menor contenido de humedad observado en el producto desarrollado.

Por otra parte, la actividad de agua del tratamiento T2 presentó valores entre 0,9571 y 0,9584, con un promedio de 0,9578, determinados a una temperatura de 25 °C. Estos valores se encuentran dentro del intervalo reportado para productos de pasta fresca y ñoquis, cuyo rango de actividad de agua se sitúa aproximadamente entre 0,92 y 0,97 [10]. En este sentido, el valor obtenido para T2 se encuentra dentro de los rangos descritos para este tipo de productos.

Actividad de agua

La actividad de agua del tratamiento T2 presentó valores entre 0,9571 y 0,9584, con un promedio de 0,9578, determinados a una temperatura de 25 °C. Estos valores se encuentran dentro del intervalo reportado para productos de pasta fresca y ñoquis. En este sentido, se han reportado valores de actividad de agua comprendidos aproximadamente entre 0,92 y 0,97 para este tipo de productos [10].

El valor promedio obtenido para el tratamiento T2 (0,9578) se encuentra dentro del intervalo señalado, lo que evidencia una elevada disponibilidad de agua en el producto. Esta característica resulta relevante desde el punto de vista tecnológico, debido a que la actividad de agua constituye un parámetro importante para evaluar la estabilidad y conservación de los alimentos. Por ello, el control de las condiciones de almacenamiento y envasado constituye un aspecto relevante para mantener la calidad del producto durante su conservación [10].

En conjunto, los valores de actividad de agua obtenidos para el tratamiento T2 permiten complementar la caracterización del producto seleccionado por presentar la mayor aceptación sensorial, proporcionando información relevante sobre la disponibilidad de agua y su comportamiento durante la conservación.

IV. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote (*Ipomoea batatas*) influye significativamente en la aceptabilidad sensorial de la pasta tipo ñoqui. La aplicación de la prueba de Friedman confirmó diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados evidenciando el efecto del porcentaje de sustitución sobre la percepción de los consumidores.

El tratamiento T2, correspondiente a una sustitución del 20 % de harina de trigo por harina de camote, presentó la mayor aceptabilidad sensorial general, alcanzando una puntuación promedio de 7,00 ± 0,00, equivalente a la categoría "Me gusta muchísimo" de la escala hedónica. Este tratamiento superó a las demás formulaciones evaluadas y fue identificado como la alternativa más aceptada por los consumidores.

Por otro lado, el tratamiento con 30 % de sustitución presentó una disminución en la aceptabilidad sensorial, lo que sugiere que niveles elevados de incorporación de harina de camote pueden modificar las características organolépticas del producto y afectar su aceptación.

En conjunto, los resultados indican que la incorporación del 20 % de harina de camote constituye una alternativa tecnológica viable para la elaboración de pasta tipo ñoqui con adecuada aceptación por parte de los consumidores, contribuyendo al desarrollo de productos innovadores con mayor aprovechamiento de materias primas de origen vegetal.

REFERENCIAS

[1] M. O. Adegunwa, L. O. Sanni, and G. O. Adegoke, "Physicochemical, functional and sensory properties of bread made from cassava and sweet potato starches," Cameroon Journal of Agricultural Science, vol. 3, no. 2, pp. 29–36, 2017.

[2] V. D. Truong, R. Y. Avula, K. V. Pecota, and G. C. Yencho, "Sweetpotato production, processing and nutritional quality," in Handbook of Vegetables and Vegetable Processing, 2nd ed., 2018, pp. 811–838.

[3] S. K. Chikpah, J. K. Korese, O. Hensel, B. Sturm, and E. Pawelzik, "Dough rheological properties and bread quality characteristics influenced by wheat flour substitution with orange-fleshed sweet potato flour and baking conditions," LWT, vol. 147, Art. no. 111515, 2021.

[4] N. S. Gusque Ramírez, L. F. Arboleda Álvarez, and P. F. Arguello Hernández, "Utilización de harina de camote toquecita (Ipomoea batatas L.) para la elaboración de pasta larga," Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2022.

[5] K. A. Agua Vera, "Elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo (Genus Triticum) por harina de camote (Ipomoea batatas) y extracto de zanahoria (Daucus carota)," Trabajo de titulación, Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador, 2020.

[6] L. A. Yacila Sarango, "Elaboración de una galleta integral con adición parcial de harina de camote (Ipomoea batatas L.) y aceite de sacha inchi (Plukenetia volubilis)," Tesis de pregrado, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador, 2020.

[7] A. I. Condori Velásquez and R. Ocan Quispe, "Evaluación del efecto de los mejoradores: goma xanthan y gluten de trigo en la preparación de 'dry noodles' con reemplazo parcial de harina de papa," Tesis de pregrado, Universidad de Lima, Lima, Perú, 2021.

[8] A. K. Haro-Quiñones, S. L. Ayala-Arias, Y. A. Dextre-Flores, G. F. Velásquez-Dávila, J. L. Julca-Herrera, and Y. J. Avalos-Ramírez, "Sustitución parcial de harina de trigo (Triticum durum) por harina de camote (Ipomoea batata) y maca (Lepidium meyenii) en producto de pastelería: Alfajores," Revista Investigaciones ULCB, vol. 12, no. 2, pp. 25–40, 2025.

[9] V. E. Burgos, E. P. López, M. C. Goldner, and V. C. Del Castillo, "Physicochemical characterization and consumer response to new Andean ingredients-based fresh pasta: Gnocchi," International Journal of Gastronomy and Food Science, vol. 16, Art. no. 100142, 2019. doi: 10.1016/j.ijgfs.2019.100142.

[10] S. Zardetto, "Primary shelf-life assessment of fresh vegan spinach potato-based pasta (gnocchi) using an accelerated test approach," Foods, vol. 15, no. 6, Art. no. 1012, 2026. doi: 10.3390/foods15061012.