

Tiempo óptimo de cocción y fuerza de rotura de pastas elaboradas con almidón de garbanzo y harina de trigo

Optimal cooking time and breaking strength of pasta made with chickpea starch and wheat flour

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15427404>

Omar Martínez Mora¹

.Universidad Técnica de Machala, Ecuador
omartinez@utmachala.edu.ec

Darwin Poma Luna²

Universidad Técnica de Machala, Ecuador
dpoma@utmachala.edu.ec

Cristhian Zambrano Cabrera³

Universidad Técnica de Machala, Ecuador
czambrano@utmachala.edu.ec

María José Farías González⁴

Investigadora Independiente
mfarias@gmail.com

María Bernarda Ruilova Cueva⁵

Universidad Técnica de Bolívar, Ecuador
mbruilova@gmail.com

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: omartinez@utmachala.edu.ec

Fecha de recepción: 23 / 10 / 2024

Fecha de aceptación: 03 / 12 / 2024

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo fundamental determinar el tiempo óptimo de cocción (TOC) y fuerza de rotura (FR) de pastas cortas tipo fusilli utilizando almidón de garbanzo (*Cicer arietinum*) en sustitución parcial de harina de trigo. El aislamiento del almidón se realizó mediante el método húmedo, se obtuvo un rendimiento del 64 %. Se

estudiaron tres tratamientos con sustituciones parciales de almidón de garbanzo por harina de trigo de 5, 10 y 15 % (T1, T2 y T3), los que fueron aparejados a un tratamiento control con el 0 % (T0) de sustitución de almidón. Las pastas cortas tipo fusilli se obtuvieron por extrusión, mediante el uso de un equipo que mezcla, amasa y extruye automáticamente de una sola vez. Las pastas fueron sometidas a un secado de 50 °C por 24 horas. El TOC (min) y FR (N) para los tratamientos T0, T1, T2 y T3; fueron de: 11,67 y 2,90; 13,00 y 2,25; 15,67 y 2,11; 16,75 y 1,31; respectivamente. El TOC aumenta significativamente a partir del 10 % de sustitución y la FR a partir del 15 % de sustitución de almidón de garbanzo por harina de trigo.

PALABRAS CLAVE: *Tiempo optimo cocción, fuerza de rotura, almidón de garbanzo, pastas alimenticias.*

ABSTRACT

The main objective of the research was to determine the optimal cooking time (TOC) and breaking force (FR) of noodle using chickpea starch (*Cicer arietinum*) in partial replacement of wheat flour. Starch isolation was carried out using the wet method, obtaining a yield of 64%. Three treatments were studied with partial substitutions of chickpea starch for wheat flour of 5, 10 and 15% (T1, T2 and T3), which were paired with a control treatment with 0% (T0) starch substitution. The short fusilli-type pastas were obtained by extrusion, through the use of equipment that automatically mixes, kneads and extrudes in one go. The pastes were dried at 50 °C for 24 hours. The TOC (min) and FR (N) for treatments T0, T1, T2 and T3; They were: 11.67 and 2.90; 13.00 and 2.25; 15.67 and 2.11; 16.75 and 1.31; respectively. The TOC increases significantly from 10% substitution and the FR from 15% substitution of chickpea starch for wheat flour.

KEYWORDS: *Optimal cooking time, breaking strength, chickpea starch, noodle.*

INTRODUCCIÓN

La pasta es un alimento mundialmente consumido, con un bajo contenido en grasa y alto en proteína y almidón (Cimini Alessio & Moresi Mauro, 2017). Desde la perspectiva nutricional, el almidón posee una fracción no digerible, denominada Almidón Resistente (AR), en el trigo se encuentra entre el 0,3 y 0,6 % (Villaroel Pia, Gómez Camila, Vera Camila, & Torres Jairo, 2018), considerado favorable para una dieta saludable. La búsqueda de sustituir parcialmente la harina de trigo por sucedáneos que mejoren la

calidad nutricional de las pastas, manteniendo las características de textura y tiempo de cocción similares a las tradicionales, han dado paso a diversas investigaciones como, por ejemplo, la inclusión de almidones nativos de fruta pan (Vivanco Erik, Martínez Edison, Farías María, Zaragocin Rommel, Carolina Mackliff & Sánchez José, 2018), con elevado porcentaje de AR y betaglucanos. El almidón de garbanzo posee del 3,4 al 16,4 % de AR, mayor que los almidones de cereales, además, posee un elevado contenido en fibra dietética total que va del 8,2 al 24 % (Wood, J y Grusak, M. 2007) que lo convierten en un hidrato de carbono de notables bondades nutricionales. Investigaciones han concluido que, a medida que se aumenta la sustitución parcial de sucedáneos de la harina de trigo o adiciones de almidón en la elaboración de pastas, el TOC aumenta, como lo reportaron Criollo Juliana, Martínez Edison, Silverio Carmen & Díaz Raúl (2017), quienes demostraron que, sustituciones mayores al 30 % de almidón de banano por harina de trigo el TOC aumenta significativamente en comparación con las pastas tradicionales. En lo que respecta a la FR, la presente investigación demostró que, al aumentar la sustitución de harina de trigo por almidón de garbanzo, ésta disminuye, contrario a lo publicado por Jiahui Han, et al (2022) quienes reportaron aumentos en la dureza de las pastas al sustituir harina de frijol blanco por harina de trigo. Son abundantes las investigaciones que utilizan harinas, almidones de cereales y tubérculos, como sustitutos parciales en la elaboración de pastas alimenticias, empero, existen pocos trabajos que utilizan el almidón de leguminosas, como es el caso del garbanzo. La presente investigación tuvo como objetivo fundamental determinar el tiempo óptimo de cocción y fuerza de rotura de pastas cortas tipo fusilli utilizando almidón de garbanzo (*Cicer arietinum*) en sustitución parcial de harina de trigo.

METODOLOGÍA

Ubicación de la experimentación

El trabajo fue realizado en el laboratorio de Investigación y Desarrollo de Nuevos Productos de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, de la Universidad Técnica de Machala - Ecuador, a una altura de 4 msnm, humedad relativa del 86 % y temperatura promedio de 28 °C.

Aislamiento del almidón

Se utilizó el método de molienda húmeda, el garbanzo se remojó por 24 horas para favorecer el retiro de su cáscara. El garbanzo pelado fue sumergido en una solución de ácido ascórbico al 3 % (m/v) por 45 minutos con el propósito de evitar oxidaciones. A

continuación, se realizó el triturado de la leguminosa en una licuadora semi-industrial de marca DIMETAL provista de ½ hp de potencia, se utilizó agua potable en relación garbanzo: agua de 1:2. La solución fue filtrada a través de un lienzo y se realizaron lavados con agua potable hasta que el líquido de lavado no presentara residuos aparentes de almidón. Se separó el lodo mediante decantación, proceso que tardó cuatro horas, aproximadamente. El almidón fue secado en un horno de la marca MEMMERT con ventilación forzada a una temperatura de 45 °C por 24 horas, para posteriormente, con la ayuda de un pistilo, mortero y tamices reducir el tamaño de los gránulos de almidón, cabe mencionar que, los tamices utilizados contaron con diámetros de mallas de 0,841; 0,149 y 0,047 mm. El rendimiento en porcentaje del almidón aislado, se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento \%} = \frac{\text{Peso del almidón (g)}}{\text{peso del garbanzo entero(g)}} \times 100$$

Caracterización físico química del almidón de garbanzo y harina de trigo

Se utilizaron los métodos oficiales descritos por la OAO (1990), humedad 925.09, cenizas 923.03, proteínas 954.01, grasa 920.39, hidratos de carbono totales por diferencia del 100 % como extracto libre de nitrógeno.

Harina de trigo durum

Compuesta por 80 % semolinas + 20 % harinas de cola del trigo canadiense amber durum, adquirida en el mercado local.

Unidades experimentales

Se estudiaron tres tratamientos T1; T2 y T3; los que incluyeron en su formulación, harina de trigo durum y almidón de garbanzo, aparejadas a un tratamiento control T0, el que incluyó únicamente harina de trigo (Tabla 1). Se mantuvo constante, en todos los tratamientos estudiados, el agua, huevo y semolina.

Tratamiento	Harina de trigo (%)	Almidón de Garbanzo (%)
T0	100	0
T1	95	5
T2	90	10
T3	85	15

Tabla 1. Mezclas de harina de trigo durum/almidón de garbanzo

Proceso de elaboración de pastas

Las pastas cortas tipo fusilli se obtuvieron por extrusión, mediante el uso de un equipo marca Philips de 300 a 600 g de capacidad que, mezcla, amasa y extruye automáticamente de una sola vez. Las pastas fueron sometidas a un secado, en un horno marca MEMMERT, a 50 °C por 24 horas, según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1375, 2014.

Tiempo óptimo de cocción (TOC)

El TOC se establece como, los minutos de cocción que transcurren para que la pasta ofrezca alguna resistencia a la mordida, provocada por la presencia de una vena delgada de color blanquecina en su centro, fenómeno conocido como “Al dente”. Para su determinación, se inició vertiendo en un vaso de precipitado de 500 mL de capacidad, 300 mL de agua, llevándose a ebullición. Inmediatamente, se introdujo un puñado de pasta que, luego de cada minuto de cocción, se tomó y colocó entre dos superficies de vidrio para luego ser comprimidas y analizadas (Granito, Pérez, & Valero, 2014).

Fuerza de rotura

La textura de las pastas alimenticias se determinó mediante el uso del Texturómetro ProCT3 Brookfield con la sonda TA39, que simula a dos o más ciclos de masticación mediante la compresión de una muestra, los resultados se reportaron en unidades Newton.

RESULTADOS

Rendimiento de almidón

A partir de 3 000 g de garbanzo se obtuvo 1 920 g de almidón, lo que representa un rendimiento del 64 %

Composición química proximal

Característica	Almidón de Garbanzo %	Harina de trigo %
Humedad	16,39	12,55
Proteínas	0,15	13,25
Grasa	0,01	0,22
Cenizas	0,1	0,55
Hidratos de carbono	83,35	73,43

Tabla 2. Composición química proximal del almidón de garbanzo y harina de trigo

Tiempo Óptimo de cocción

El TOC aumentó de manera significativa ($p \leq 0,05$) a partir del 10 % de sustitución de almidón de garbanzo por harina de trigo, en la elaboración de pastas cortas tipo fusilli (Tabla 4).

Tratamiento	TOC (min)
T0	11,67 (1,53) ^a
T1	13,00 (2,10) ^{ab}
T2	15,67 (0,58) ^b
T3	16,75 (1,15) ^b

Tabla 4. Tiempo óptimo de cocción

Nota. Valores corresponde a la media y desviación estándar ($n=3$). Letras distintas en la columna presenta diferencia significativa ($p \leq 0,05$)

Fuerza de rotura

La inclusión parcial del almidón de garbanzo por la harina de trigo, en la elaboración de pastas cortas tipo fusilli, afectó su firmeza a partir del 15 % (T3) de sustitución (tabla 3).

Tratamiento	Fuerza de rotura (N)
T0	2,90 (0,55) ^a
T1	2,25 (0,40) ^a
T2	2,11 (0,51) ^a
T3	1,31 (0,35) ^b

Tabla 3. Fuerza de rotura

Nota. Valores corresponde a la media y desviación estándar ($n=3$). Letras distintas en la columna presentan diferencia significativa ($p \leq 0,05$)

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del TOC, concuerdan con la investigación de Ruihan Huang, Kai Huang, Xiao Guan, Jianhan Zhang & Ping Zhang (2022) y difieren con el trabajo reportado por Chunli Deng, Oksana Melnyk & Yanghe Luo (2023), estos últimos investigadores concluyeron que, el TOC es inversamente proporcional a la sustitución de almidón por harina de trigo en la elaboración de pastas, este fenómeno podría deberse a que las investigaciones utilizaron almidones modificados. Un factor muy importante a

tener en cuenta a la hora de cocer las pastas, es la presión atmosférica del lugar donde se lo realice, a mayor altura mayor tiempo de cocción, en la presente investigación la presión atmosférica es mínima, 4 msnm.

La amilosa es la fracción del almidón que contribuye a la gelificación y firmeza de los productos alimenticios que lo contenga. La amilosa presente en los cereales como, el maíz 24,5 % (Salinas, et al., 2003) y el trigo 24 % (Badui, S. 2006) son mayores a los que presentan otras fuentes botánicas como, la papa 21 % (Hernández-Medina, M., et al 2008) y el garbanzo 19 % (Barrera, J., 2021). El efecto dilución de proteína, sumado al menor contenido de amilosa que posee el almidón de garbanzo, pudo haber contribuido a que la firmeza de las pastas disminuya gradualmente a medida que aumenta la sustitución. Otras investigaciones han reportado resultados similares a la presente, como es la de Congzhen et al (2023) en su trabajo sobre la obtención de pastas utilizando almidón de arroz, así como también, el trabajo de Mora et., al, (2012) en su investigación sobre análisis bromatológico y sensorial de pastas alimenticias compuestas con inclusión de quinua, a pesar de que la quinua posee un elevado contenido en proteína del 12 % (Badui, S., 2006) semejante al del trigo, empero, la calidad textural que proporciona el gluten del trigo es superior a la que proporciona la quinua.

CONCLUSIONES

El tiempo óptimo de cocción y la fuerza de rotura, se ven afectadas a partir del 10 y 15 % de sustitución parcial de almidón de garbanzo por harina de trigo, en la elaboración de pastas cortas tipo fusilli, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. American Organization of Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 1990; 777.
- Badui Dergal, Salvador. (2006). Química de los alimentos. Cuarta edición. Editorial Pearson Educación. México.
- Barrera J. (2021). Obtención y caracterización de un bioplástico a partir de garbanzo (*Cicer arietinum*) para envolturas de alimentos. Tesis de grado Universidad técnica de Ambato. Página 24.
- Chunli D., Oksana, M., & Yanghe L. (2023). Substitution of wheat flour with modified potato starch affects texture properties of dough and the quality of fresh noodles. *Foods Science and Technology*. 43. 128222.

- Cimini, A., & Moresi, M. (July de 2017). Energy efficiency and carbon footprint of home pasta cooking appliances. *Journal of Food Engineering*, 204, 8-17.
- Congzhen, S., Zhencheng, W., Yan, Z. (2023), Effect of various pretreatments of potato on the cooking and texture properties of the developed potato–rice noodle. *Journal food Science*. Vol 88, Issue 7. 3063p.
- Criollo, J., Martínez, E., Silverio, C., Torres, R. (2017). Pruebas de cocción de pastas alimenticias elaboradas con harina de trigo - almidón de banano. *Revista Cumbres*. 4(1).
- Deng, C., Melnyk, O., & Luo, Y. (2023). Substitution of wheat flour with modified potato starch affects texture properties of dough and the quality of fresh noodles. *Food Science and Technology*. Vol 43.
- Granito, M., Pérez, S., & Valero, Y. (2014). Calidad de cocción, aceptabilidad e índice glicémico de pasta larga enriquecida con leguminosas. *Revista chilena de nutrición*, 1(4), 425-432.
- Hernández-Medina, M., Torruco-Uco, J., Chel-Guerrero, L., & Betancourt-Ancona, D. (2008). Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Ciencia e tecnología de alimentos*. 28(3). 718 – 726p.
- Jiahui, H., Lingiang, P., Linxin, B., Xiafang Y., & Guoquan, L. (2022). Effect of White Kidney Bean Flour on the Rheological Properties and Starch Digestion Characteristics of Noodle Dough. *Foods*. 11. 3680.
- Mora, A., Restrepo, P., Gutiérrez, B., & Hernández G. (2012). Análisis bromatológico y sensorial de pastas alimenticias compuestas con inclusión de quinua. *Vitae*, 19(1), S412-S414.
- Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN 1375:2014. (2014) Pastas Alimenticias o Fideos Secos. Requisitos.
- Ruihan, H., Kai, H., Xiao G., Jiahan Z & Ping, Z. (2022). Incorporation of defatted quinoa flour affects in vitro starch digestion, cooking and rheological properties of wheat noodles. *Journal of Cereal Science*. 108. 103542.
- Salinas, Y., Pérez, P., y Castillo, J. (2003). Relación de amilosa: amilopectina en el almidón de harina nixtamalizada de maíz y su efecto en la calidad de la tortilla. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 26 (2). 115 – 121.
- Villaroel Pia., Gomez Camila., Camila Vera., Torres Jairo. (2018). Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. *Revista Chilena de nutrición*. 45, 3.



-
- Vivanco, E., Martínez, E., Farías, M., Martínez, D., Zaragocin, R., Mackliff, C. y Sanchez, J. (2018). Cocción de pastas alimenticias elaboradas con harina de trigo y almidón de frutipan (*Artocarpus altilis*). *Talentos*, 5(2).
- Wood, J. A., & Grusak, M. A. (2007). Nutritional value of chickpea. In *Chickpea breeding and management*. Wallingford UK: CABI. (pp. 101-142).