

## INFLUENCIA DEL PROCESO DE SECADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE FIDEOS LIBRES DE GLUTEN

Chigal, Paola S.<sup>a</sup>; Aizpeolea, Natalia<sup>b</sup>; Milde, Laura B.<sup>c</sup>; Brumovsky, Luis A.<sup>c</sup>

a. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; FCEQyN. UNaM

b. Consejo Interuniversitario Nacional. FCEQyN. UNaM

c. Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales (FCEQyN). Universidad Nacional de Misiones (UNaM)  
nataliaaizpeolea@hotmail.com

### Resumen

El proceso de secado de alimentos es uno de los métodos más antiguos de conservación y en las pastas, es el responsable de la calidad final del producto. El objetivo fue evaluar la influencia del secado en fideos elaborados a base de fécula de mandioca y harina de maíz, a través del estudio de parámetros físicos. Se elaboraron fideos con: fécula de mandioca y harina de maíz, leche en polvo, sal, margarina, goma xántica y huevo. El secado se realizó con circulación de aire forzado, a 35°C y humedad relativa de 70-75%; inicialmente se realizó un shock térmico con aire húmedo. Como control se utilizaron las pastas frescas. Se determinó: tiempo óptimo de cocción, absorción de agua, pérdida de sólidos y color. El tiempo óptimo de cocción y la absorción de agua aumentaron con el secado, mientras que la pérdida de sólidos disminuyó; no se observaron diferencias estadísticas significativas en el color. La disminución de la pérdida de sólidos y la conservación del color indicaron que el proceso de secado favoreció la calidad de los fideos.

### Abstract

The drying process is one of the oldest methods of food preservation and in pastas, it is responsible for the final quality of the product. The objective was to evaluate the influence of drying in noodle made from cassava starch and corn flour, through the study of physical parameters. Noodle were elaborated with cassava starch and corn flour, powdered milk, salt, margarine, xanthan gum and egg. The drying was carried out with forced air circulation, at 35 ° C and relative humidity of 70-75%; initially a thermal shock with humid air was realized. Fresh noodle was used as control. It was determined: optimal cooking time, water absorption, cooking loss and color. Optimum cooking time and water absorption increased with drying, while cooking loss decreased; no statistically significant differences in color were observed. The decrease in the cooking loss and the preservation of color indicates that the drying process favored the quality of noodle. Decrease in cooking loss and preservation of color indicated that the drying process favored the quality of noodle.

**Palabras clave:** Conservación, Calidad de cocción, Sin TACC, Fideos secos.

## INTRODUCCIÓN

El secado se define como una operación en la que se produce una transferencia simultánea de calor y masa entre el producto y el aire de secado. Significa la remoción por evaporación de cantidades de agua relativamente pequeñas de un material [1]. En los alimentos, su uso está orientado principalmente a la preservación de los mismos, debido a que los microorganismos que provocan la descomposición de los alimentos, no pueden crecer y multiplicarse en ausencia de agua. Además, muchas de las enzimas que causan los cambios químicos en alimentos y otros

materiales biológicos, no pueden cumplir su función en ausencia de agua [2].

Los estudios acerca del secado de alimentos han determinado que es un proceso difícil de describir, debido a la complejidad de los fenómenos internos y externos que ocurren durante el mismo [3]; lo que si resulta importante medir son los efectos que podría provocar en los parámetros de calidad. En fideos algunos de ellos son: color, sabor, calidad de cocción, textura, pérdida de nutrientes, y además los daños microestructurales del tejido provocados por las altas temperaturas o por el prolongado tiempo de secado. De acuerdo a Lintas y D'Appolonia [4], la

proporción de almidón dañado en la etapa de secado debido a la acción de enzimas amilolíticas, podría provocar una menor calidad de cocción en pastas. Contrariamente, este efecto no sucede con el color, ya que según Ogawa y Adachi [5], se ve afectado positivamente por la temperatura de secado a través de la inhibición de la actividad enzimática.

Otra particularidad a tener en cuenta en este estudio es que la formulación es libre de gluten (LDG) con una elevada proporción de almidón. Al no presentar la red de gluten, el secado se vuelve una operación fundamental y las condiciones deben ser menos drásticas que en el secado tradicional. Según Larrosa [6], un secado incorrecto en este tipo de productos podría conducir a pastas frágiles, que se desintegran durante el proceso de cocción.

Una alta calidad de cocción en fideos implica que los mismos tengan una baja pérdida de sólidos al agua de cocción y un leve incremento, no excesivo, de su volumen debido a la absorción de agua [7].

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia del proceso de secado en fideos libres de gluten elaborados a base de fécula de mandioca y harina de maíz, a través del estudio de parámetros físicos.

## DESARROLLO

### Metodología

#### Preparación de los fideos

Se procedió a la elaboración de fideos de manera artesanal, partiendo de una formulación compuesta por: fécula de mandioca (Montecarlo, Misiones) y harina de maíz (Indelma, Santa Fe) en proporción 80:20, 5% de leche en polvo (Iloay, Santa Fe), 6% de materia grasa (Margadán, Buenos Aires), 12% de huevo entero y 0,6% de sal (Dos Anclas, San Luis) y 0,8% de goma xántica (Parafarm, Buenos Aires). Se agregó agua hasta formar una masa homogénea y, mediante el uso de una máquina para elaborar pastas (Pluselectric, China), fue laminada entre dos rodillos lisos de acero inoxidable hasta un espesor de 2 mm y cortada entre dos rodillos acanalados para formar tiras de 5 mm de ancho, tipo cinta. Se estandarizó el largo de las tiras en 20 cm. El proceso de secado se llevó a cabo en una cámara de secado de aire forzado con generador de vapor, diseñada y construida *ad hoc* dentro de la FCEQyN con sistema de control de

temperatura (T) y humedad relativa (HR) (BlueStar, China). Se dejó que la cámara de secado funcionara durante 30 minutos sin carga, hasta alcanzar una T de 35°C y HR de 70-75%, que fueron las condiciones estables utilizadas durante todo el proceso de secado. Estas condiciones fueron optimizadas a través de estudios previos [8], [9]. Los fideos fueron colgados en varillas de vidrio; inicialmente, se realizó un shock térmico con aire húmedo durante 5 min, cuyo objetivo fue formar una película protectora sobre la superficie de los fideos para evitar que se quiebren durante el secado. El proceso se llevó a cabo durante 3 hs y media hasta que los fideos alcanzaron una humedad menor al 14%, analizada de acuerdo a la técnica de la AOAC N°925.09 [10], valor requerido por el Código Alimentario Argentino (CAA) para ser considerado fideo seco [11].

Como muestra control, se utilizaron fideos frescos. Todas las determinaciones que se detallan a continuación se realizaron por triplicado.

#### Tiempo óptimo de cocción (TOC), absorción de agua (Aa) y pérdida de sólidos (Ps)

TOC y Aa de los fideos fue determinado de acuerdo al método 66-50 de la AACC [12]. Para TOC, se cocinaron 25 g de fideos en 300 ml de agua a ebullición y se procedió a retirar muestras cada 30 segundos hasta observar el momento en que desaparece el núcleo opaco o línea blanca, visible en el centro de la pasta, al comprimirlos entre dos placas de vidrio.

Para conocer Aa, se cocinaron 25 g de fideos en 300 ml de agua a ebullición al TOC correspondiente a cada muestra, posteriormente se enjuagaron con agua fría y se escurrieron por 30 segundos. La Aa durante la cocción de los fideos se calculó en función del incremento de peso de la misma y se expresa como g agua absorbida/100 g de pasta cruda inicial.

Para obtener Ps durante la cocción de los fideos, se utilizó la metodología descrita por Galán [13]. Se cocinaron 20 g de fideos en una cantidad necesaria de agua a ebullición de manera tal de mantener una relación de sólidos/agua de 1/10 al final de la cocción (200 ml). Transcurrido el TOC correspondiente, cada muestra fue escurrida y se realizó un lavado con 10 ml de agua, agregándose este volumen al agua de cocción recolectada y depositándola sobre placas previamente taradas. Sobre el

volumen total de agua así recolectada se determinó el contenido de sólidos, por evaporación en estufa a 105 °C por 24 h. La cantidad de sólidos secos fue expresada como g sólido seco/100 g pasta cruda inicial.

### Color

Se evaluó en forma instrumental con el colorímetro Hunter Lab Miniscan, calibrado mediante el uso de estándares blancos y negros, en fideos crudos y cocidos al TOC, en ambas muestras (frescas y secas). Cada muestra fue colocada en una placa de vidrio de 5 cm de diámetro cuyos bordes se cubrieron con cinta negra para evitar el ingreso de la luz; la muestra debe ocupar toda la superficie de la placa. Se determinaron los parámetros: L\*, que representa la luminosidad (0= negro, 100= blanco); a\* representa la posición entre el rojo y el verde (+a= rojo, -a= verde) y b\* la posición entre el amarillo y el azul (+b= amarillo, -b= azul) en el espacio de CIE-LAB. Además, se valuó la diferencia de color ( $\Delta E$ ) con el proceso de secado para determinar si la diferencia es o no perceptible para el ojo humano.

### Análisis estadístico

Las respuestas de las determinaciones fueron expresadas como valores medios y sus desvíos estándares; para Aa, Ps y color se comprobó a través de análisis de varianza (ANOVA), por medio del software "Statgraphics plus 5.1", si existían diferencias estadísticas significativas entre las muestras evaluadas, mediante test de Fisher, con un nivel de confianza del 95%.

### Resultados y discusión

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos para el TOC, Aa y Ps, expresados como valores medios y desvíos estándares.

**Tabla 1: Resultados tiempo óptimo de cocción, absorción de agua y pérdida de sólidos en ambas muestras.**

FIDEOS	TOC Min	Aa <sup>+</sup> g/100 g	Ps <sup>+</sup> g/100 g
Fresco	7	101,3 ± 4,6 <sup>a</sup>	4,0 ± 0,1 <sup>a</sup>
Secos	10	142,4 ± 8,9 <sup>b</sup>	2,6 ± 0,2 <sup>b</sup>

\*Diferentes letras en la misma columna indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). TOC: tiempo óptimo de cocción; Aa: absorción de agua; Ps: pérdida de sólidos.

y Ps. Se puede observar que el TOC aumentó con el proceso de secado, tal como era de esperarse al tratarse de pastas secas ya que éstas deben rehidratarse. También se observa un aumento en los valores de Aa con diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre la pasta fresca y seca, lo cual es lógico ya que las pastas secas necesitan incorporar más agua a su matriz para alcanzar el punto "al dente". Sin embargo, la Ps disminuyó con el proceso de secado, con diferencias significativas entre ambas muestras ( $p < 0,05$ ). Esto resulta un aspecto positivo en las muestras analizadas debido a que, como se mencionó anteriormente, pastas de buena calidad son aquellas que presentan índices bajos de pérdida de sólidos.

Yue y col. [14] evaluaron los efectos de la temperatura de secado (desde 25 a 90 °C) sobre las propiedades fisicoquímicas del almidón aislado de pasta de semolín e informaron que se producían cambios pequeños pero significativos en las propiedades del almidón durante el secado. Debido a los altos niveles de almidón en los fideos en estudio, se podría suponer que estos cambios serían los responsables de las diferencias encontradas entre los fideos frescos y secos. Además, Muhandri y col. [2] establecieron que el proceso convencional de secado de pastas LDG con harina de maíz (por aire caliente), produjo una matriz de gelatinización más cohesiva capaz de evitar las Ps; resultados observados en el presente trabajo.

Sin embargo, otros autores [15] encontraron resultados contrarios al elaborar fideos con harina de trigo que secaron a 55 °C por 2 h; no observaron diferencias en Aa ni en Ps al investigar fideos frescos y secos cocidos. Es decir, el proceso de secado no tuvo influencia en dichos parámetros.

En cuanto al color, su importancia radica en el hecho de que es el primer atributo sensorial que afecta la decisión de compra de los consumidores [16]. Los resultados de los parámetros de color se presentan en la tabla 2; se muestran los valores medios y sus respectivos desvíos estándares para cada una de las muestras, además de los valores obtenidos antes y después de la cocción.

En la tabla 1 se muestra que el proceso de secado tuvo influencia en los parámetros TOC, Aa

**Tabla 2: Resultados de los parámetros de color para ambas muestras, antes y después de la cocción.**

FIDEOS	FIDEOS CRUDOS		
	L <sup>+</sup>	a <sup>**</sup>	b <sup>**</sup>
Fresco	75,8 ± 0,2 <sup>a</sup>	5,4 ± 0,1 <sup>a</sup>	31,4 ± 0,2 <sup>a</sup>
Secos	80,1 ± 0,4 <sup>b</sup>	4,4 ± 0,3 <sup>b</sup>	28,1 ± 0,5 <sup>b</sup>
	FIDEOS COCIDOS		
	L <sup>+</sup>	a <sup>**</sup>	b <sup>**</sup>
Fresco	65,8 ± 1,2 <sup>a</sup>	2,7 ± 0,2 <sup>a</sup>	25,0 ± 0,4 <sup>a</sup>
Secos	66,7 ± 0,5 <sup>a</sup>	3,3 ± 0,2 <sup>b</sup>	25,7 ± 0,5 <sup>a</sup>

\*Diferentes letras en la misma columna indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).

Para los fideos crudos, se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en los tres parámetros de color entre fideos frescos y secos, con aumento de la luminosidad y disminución de  $a^*$  y  $b^*$  entre ambas muestras. Sin embargo, en los fideos cocidos, solo se evidenció diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en el parámetro  $a^*$ , con un leve aumento entre los fideos frescos y secos. Según Martínez [17], para las pastas elaboradas con huevo, los parámetros  $L^*$  y  $b^*$  se consideran más importantes como atributos de color.

Un resultado interesante para destacar, es la disminución de los valores obtenidos para todas las muestras antes y después de la cocción en los tres parámetros.

Kumar y Prabhasankar [15] compararon color de fideos frescos y secos cocidos elaborados con harina de trigo; sus resultados fueron diferentes en  $L^*$  (disminuyó) y en  $a^*$  (no presentó diferencias) al obtenido en el trabajo que se presenta en las mismas condiciones.

Jayasena y Nasar-Abbas [18], estudiaron pastas secas (crudas y cocidas) elaboradas con harina de trigo, observaron aumento en el valor  $L^*$  y disminución de los parámetros de  $a^*$  y  $b^*$ .

Según Giuberti y col. [19], la disminución principalmente en el grado de amarillez (valores de  $b^*$ ) después de la cocción de los fideos, podría estar relacionada con la lixiviación y la degradación térmica de algunos de los pigmentos, resultados que concuerdan con los obtenidos en el presente trabajo.

Para comparar la diferencia de color entre ambas muestras como resultado del proceso de secado, se calculó el valor del  $\Delta E$  para las muestras crudas y cocidas. Se obtuvo un valor de 14,8 y 0,7 para las muestras crudas y cocidas

respectivamente. Los valores de  $\Delta E$  considerados admisibles por las normas ISO 12647-2 [19] son muy bajos; cercanos a 1, indican que no son perceptibles al ojo humano por lo que la diferencia obtenida por el proceso con las muestras cocidas fue de buena calidad. En cambio, valores superiores a 5 indican que la diferencia de color es especialmente visible, resultado observado en las muestras crudas.

## CONCLUSIONES

A partir de este trabajo, se pudo elaborar fideos secos LDG a partir de fécula de mandioca y harina de maíz de calidad aceptable en función a sus propiedades físicas. Esto resulta de gran importancia a la hora de diversificar la oferta de este tipo de productos para los consumidores, además de dar valor agregado a la materia prima de producción regional. El secado de las pastas contribuyó a obtener pastas que conservan su integridad durante el proceso de cocción, con valores de pérdida de sólidos muy bajos. Además, los fideos cocidos conservaron su color luego del proceso de secado, lo que podría deberse principalmente a las bajas temperaturas de secado utilizadas en el presente trabajo. El estudio continúa con el proceso de fortificación de los fideos y su evaluación de la calidad.

## REFERENCIAS

- [1] Berk, Z. (2009). Food Process Engineering and Technology. 1era ed. Academic Press. Oxford, UK.
- [2] Muhandri, T.; Agista, A.Z.; Hariyadi, P. (2019). Optimization of drying process of corn noodles using fluidized bed dryer. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 20(1), 43-52.
- [3] Sandoval, S.; Rodriguez, J.; Méndez, L.; Sánchez, J. (2006). Rapidez de secado reducida: Una aplicación al secado convectivo de plátano Roatán. *Revista Mexicana de Ingeniería química*, 5(1), 35-38.
- [4] Lintas, C.; D'Appolonia, B.D. (1973) Effects of spaghetti processing on semolina carbohydrates. *Cereal Chemistry*, 50, 563-570.
- [5] Ogawa, T.; Adachi, S. (2017). Drying and rehydration of pasta. *Drying Technology*, 35(16), 1919-1949.
- [6] Larrosa, V.J.; Lorenzo, G.; Zaritzky, N.E.; Califano, A.N. (2016). Modelado matemático del secado de pastas libres de gluten en

relación a la temperatura y humedad relativa del aire. *Innotec*, 11, 54-58.

- [7] D'Amico, S.; Mäschle, J.; Jekle, M.; Tömösközi, S.; Langó, B.; Schoenlechner, R. (2015). Effect of high temperature drying on gluten-free pasta properties. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1), 391-399.
- [8] Chigal, P.S.; Milde, L.B.; Brumovsky, L.A. (2019). Modelado matemático del secado de fideos libres de gluten, influencia de la velocidad del aire. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 21(32), 71-75.
- [9] Milde, L.B.; Rivero, D.A.; Chigal, P.S.; Zubreski, E.; Chade, M.; Brumovsky, L.A. (2021). Changes in the physical, textural and chemical properties of the enriched pasta elaborated with cassava starch. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25, 100396.
- [10] Association of Official Analytical Chemists, AOAC (2005). Official Methods 925.09: Moisture. Air Oven Methods: Official Methods of Analysis of AOAC International.
- [11] Código Alimentario Argentino (2020). Capítulo IX: Alimentos farináceos – Cereales, harinas y derivados, Artículo 707.
- [12] AACC International Approved Methods of Analysis (1999). Methods 66.50: Pasta and Noodle Cooking Quality. Edición N°11. AACC International, St. Paul, MN, U.S.A.
- [13] Galán, M.G.; Llopart, E.; Tissera, E.; Alladio, A.; Drago, S.R. (2014). Bioaccesibilidad de hierro de fortificación y zinc endógeno de fideos comerciales tipo spaghetti. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 18(2), 74-80.
- [14] Yue, P.; Rayas-Duarte, P.; Elias, E. (1999). Effect of drying temperature on physicochemical properties of starch isolated from pasta. *Cereal Chemistry*, 76(4), 541-547.
- [15] Kumar, S.B.; Prabhasankar, P. (2015). A study on noodle dough rheology and product quality characteristics of fresh and dried noodles as influenced by low glycemic index ingredient. *Journal of Food Science and Technology*, 52(3), 1404-1413.
- [16] Pongpichaiudom, A.; Songsermpong, S. (2018). Characterization of frying, microwave-drying, infrared-drying, and hot-air drying on protein-enriched, instant noodle microstructure, and qualities. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(3), e13560.
- [17] Martínez, C.S.; Ribotta, P.D.; Leon, A.E.; Anon, M.C. (2007). Physical, sensory and chemical evaluation of cooked spaghetti. *Journal of Texture Studies*, 38(6), 666-683.
- [18] Jayasena, V.; Nasar-Abbas, S.M. (2012). Development and quality evaluation of high-protein and high-dietary-fiber pasta using lupin flour. *Journal of Texture Studies*, 43(2), 153-163.
- [19] Giuberti, G.; Gallo, A.; Cerioli, C.; Fortunati, P.; Masoero, F. (2015). Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour. *Food Chemistry*, 175, 43-49.
- [20] Normas ISO 12647-2 (2004). International Standard for the Production of Half-Tone Colour.