

## EFFECTO SOBRE EL ÍNDICE GLUCÉMICO DE PASTAS ADICIONADAS CON GARBANZO Y DESHIDRATADAS POR MICROONDAS.

Rincón Reyna P. G.<sup>a\*</sup>, Angelo Sicignano<sup>b</sup>, Rossella di Monaco<sup>b</sup>, Cavella Silvana<sup>b</sup>, Calzada Ramírez C.<sup>a</sup>, Rincón Reyna J. F.<sup>a</sup>, Jiménez García E.<sup>a</sup>, Sánchez Pardo M. E.<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Depto. Ingeniería Bioquímica. Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Colonia Santo Tomás, Del. Miguel Hidalgo, CP 11340, México, D.F., México.

<sup>b</sup>Food Science and Agricultural Department, University of Naples-Federico II. Building H-Gussone Park, 80055 Portici (NA) Italy. Phone +39 0812539328. \*priz\_2\_violeta@hotmail.com

### RESUMEN:

Las condiciones de secado influyen en la digestibilidad *in vitro* de la pasta, en este trabajo se investigó el efecto de incorporación de harinas de garbanzo en pasta y evaluó su efecto en fracciones de almidón de pasta y el índice glucémico cuando se seca con microondas. Una sustitución de 20% de harina de garbanzo se hizo con respecto a la muestra de referencia (100% de sémola). Seis muestras de pasta se prepararon a partir de 100% de sémola, sémola (80%) y harina de garbanzo crudo (20%), sémola (80%) y harina de garbanzo cocido; cada muestra fue sometida a secado tradicional (40°C; 80% RH) y un secado por microondas optimizado. Los resultados mostraron efecto significativo en almidón total (AT), el almidón resistente (AR) y el índice glucémico (IG) debido a la formulación, mientras que el método de secado no mostró ningún efecto significativo. El valor de (AT) informados en muestras de referencia fue significativamente superior a la observada en las dos pastas con harina de garbanzos crudos y cocidos que no difirió significativamente entre sí. El índice glucémico fue menor en las pastas con harina de garbanzos añadido que en las pastas de sémola de control, lo que refleja la digestión lenta y baja de almidón en el ingrediente leguminosas.

### ABSTRACT:

Drying temperature has been demonstrated that influences pasta *in vitro* pasta digestibility; the object of this work was to investigate the effect of incorporation of chickpea flours as nutritional additives in pasta and evaluate the effect of chickpea flours and microwave drying on pasta starch fractions and glycemic index. A substitution of 20% chickpea flour was made with respect to the reference sample (100% semolina). Six pasta samples were prepared from 100% semolina, semolina (80%) and raw chickpea flour (20%), semolina (80%) and cooked chickpea flour; each sample was than subjected to traditional drying (40°C; 80% RH) and an optimized microwave drying. Results showed a significant effect of formulation on total starch (TS), resistant starch (RS) and glycemic index (GI) while the drying method showed no significant effect. The value of TS reported in reference samples was significantly higher to that observed in both, pasta with raw and cooked chickpea flour which did not differ significantly from each other. Glycemic index was lower in pasta added with chickpea flour than in semolina control pasta, reflecting the slow and low digestion of the starch in the leguminous ingredient.

### Palabras clave:

Digestibilidad *in vitro*, harinas de garbanzo, índice glucémico.

### Keyword:

*In vitro* digestibility, chickpea flour, glycemic index.

**Área:** Alimentos funcionales.

## INTRODUCCIÓN

La pasta es un alimento a base de trigo que se consume en grandes cantidades en todo el mundo por su sabor, de bajo costo y el valor nutritivo. Sémola de trigo duro (*Triticum turgidum* ssp. *Durum*) es la materia prima preferida para la producción de pastas de buena calidad. En años más recientes, la pasta ha sido reconocido como un alimento saludable, con bajo contenido de grasa, colesterol y un bajo índice glucémico (Cleary and Brennan, 2006). Para mejorar la calidad nutricional y/o hacer pastas especiales algún ingrediente puede ser añadido a la sémola (Padalino *et al.*, 2014). Otros ejemplos de materiales añadidos a la pasta son salvados de trigo y otro tipo de fibra utilizada para el propósito de aumento de contenido de fibra dietética. Varios estudios han indicado la posibilidad de añadir a la harina de sémola harina de leguminosas en la preparación de la pasta, aunque los resultados son controvertidos en relación con los efectos de tales adiciones sobre las propiedades sensoriales de las pastas (Wood, 2009; Gallegos-Infante *et al.*, 2010). Las leguminosas pueden ser un sistema simple de obtener varios objetivos: mejorar el valor nutritivo de la pasta de trigo duro, para mejorar el cultivo de productos típicos de la zona mediterránea y aumentar la oferta en el mercado de nuevos alimentos para los consumidores. El número de alimentos de IG bajo es muy limitado, por lo que será necesaria una gama mucho más amplia de productos con IG bajo para hacer una dieta con alimentos de IG bajo posible (Björck *et al.*, 2000). Debido a la presencia de una alta porción de hidratos de carbono no digeribles, semillas de leguminosas generalmente promueven un aumento de glucosa en sangre postprandial lento (García-Alonso *et al.*, 1998; Björck *et al.*, 2000). Entre las legumbres, los garbanzos son un ingrediente preferido para la mejora de la pasta valor nutricional. Goni y Valentín-Gamazo (2003) mostró que las pastas con 25% de harina de garbanzo tiene un índice glucémico más bajo respecto a la pasta de trigo duro; varios estudios también han demostrado que el tratamiento térmico de las legumbres (remojo, cocción y deshidratación) puede producir cambios en su composición de carbohidratos afectan fracciones de almidón y la digestibilidad de pasta (Aguilera *et al.*, 2009; Hoover y Ratnayake, 2002; Martín-Cabrejas *et al.*, 2006). Sin embargo, la producción industrial puede modificar la estructura de la pasta, que influyen en la digestibilidad del almidón y la hidrólisis de proteínas (De Zorzi *et al.*, 2007; Petitot *et al.*, 2009).

Cuando las temperaturas de secado de la pasta superan 90°C, todos los grupos SH de glutenina pueden inducir una unión covalente con gliadina a través de un mecanismo de intercambio de SH-SS-inducida por calor catalizada por grupos SH (Lagrain *et al.*, 2006). Una estructura más compacta de la pasta con los gránulos de almidón atrapados en una red de proteína fuerte puede reducir o retrasar el acceso de las enzimas amilolíticas, retrasando así la digestión del almidón (Fardet *et al.*, 1999). Por otro secado al aire convencional mano (especialmente altas temperaturas) puede causar graves daños a sabor, el color y los nutrientes y puede reducir la capacidad de rehidratación de pasta seca. El deseo de eliminar estos problemas, para evitar la pérdida significativa de la calidad y para lograr el procesamiento térmico rápido, resultado de hoy en el creciente uso de microondas para alimentos secos (Altan *et al.*, 2005). El secado por microondas se ha ganado popularidad en los últimos años como método de secado alternativa para una amplia

variedad de productos alimenticios como verduras (Sharma and Parasad, 2001), las frutas (Maskan, 2000; Maskan, 2001), productos de aperitivo y pasta (Berteli and Marsaioli Jr., 2005; Goksu *et al.*, 2005). Propiedades físicas y textura de pasta seca con combinado de aire/microondas caliente resultado igual o mejor que la que convencionalmente se secaron (Altan and Maskan, 2004). Generalmente, un aumento en la firmeza de la pasta y una pérdida de cocción reducida se observa con la aplicación de microondas. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de la harina de garbanzos y operación de secado de microondas sobre la digestibilidad del almidón y el índice glucémico de compuesto de pasta de leguminosas y trigo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Composición química de los garbanzos y las harinas de *Triticum durum*.** Sémola fue agradecido donado por "Italpasta" (Puebla, México), mientras que el garbanzo fue comprado en un supermercado local. Características proximales químicos como se indica en las hojas de datos fueron:

- Sémola: agua, 10,5 g / 100 g; proteínas, 11,5 g / 100 g; hidratos de carbono, 73,1 g / 100 g, cenizas, 0,83 g / 100 g; lípidos, 0,47 g / 100 g, fibra: 3,6 g / 100 g.
- Garbanzo: agua, 10,4 g/100 g; proteína 19 g 100 g/carbohidratos 47 g/100 g; cenizas, 2 g/100 g; lípidos, 6 g/100 g; fibra, 15,5 g/100 g.

### Preparación de muestras.

Tres masas de pasta diferentes se produjeron A, B y C. La masa de control (A) a partir de sémola de trigo duro y el agua; B y C se produjeron con la sustitución de harinas de garbanzo (20%). Masa B y C fueron preparados con harina de garbanzo crudo y harina de garbanzos cocidos, respectivamente. Harina de garbanzos crudos se obtuvo moliendo garbanzos en un procesador de alimentos nacionales (Moulinex, AR6838, México, D. F.) y tamizado (malla de 0.180 mm). Para la producción de harina de garbanzos cocidos, garbanzos se limpiaron y se cocinan, con una proporción de agua de 1:4 durante 120 minutos. Para cada formulación, sémola, harinas de garbanzo y diferente cantidad de agua se mezclaron usando un mezclador interno (Kitchen Aid, Mod K5SSWH) durante 15 minutos, para obtener la masa homogénea. La masa era de laminado (espesor 1,7 mm) y corte en una máquina de pasta (Multipast 98-087, Italia) en forma de tallarines. Diferentes proporciones de materiales, agua preliminar se puso a prueba para obtener la formulación de base de las 3 masas diferentes y por lo tanto fueron seleccionados como una función de las características realizadas en amasado, laminación y el proceso de cocción. Dos operaciones de secado se realizaron: secado tradicional y secado por microondas. Operación de secado tradicional se llevó a cabo en una planta piloto de secado (Yautepec, México), utilizando parámetros de proceso optimizadas previamente (40°C; 80% de humedad relativa). El ciclo de secado se llevó a cabo en 100 g de pasta fresca hasta que las muestras alcanzaron a nivel de humedad de 11 (g/100 g). El secado por microondas fue realizada por un horno SHARP R-530ES. Para cumplir con las mejores condiciones para el secado por microondas era necesaria la optimización de procesos mediante el uso de la metodología de superficie de respuesta; para este diseño experimental central

compuesto (DCC) a través de software de diseño experimentos (versión 7.1.5, Estado-Facilidad Corporation, Minneapolis).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las figuras y tablas deberán de incluirse en el texto; Para la selección de la muestra A formulación adecuada, diferentes experimentos se llevaron a cabo con una base constante de semolina (200 g) y una cantidad variable de agua. En la Tabla I, estuvieron representados los resultados de estos experimentos de acuerdo con una escala de estimación, donde un mayor número de cruces corresponden a una mayor calidad del producto cada proceso.

Por otro lado la masa de la mezcla 3 proporciona generalmente una calidad de producto aceptable en cada fase, pero se pega en los rodillos durante la laminación. La masa de la mezcla 4 en vez estira excesivamente, fue demasiado dura y pegajosa. De la misma manera se obtuvieron las mejores formulaciones para la muestra B y C. Los Resultados se muestran en la tabla II.

Tabla I. Evaluación de la calidad de diferentes formulaciones de pasta.

Mezcla	Semolina (g)	Agua (g)	Amasado	Laminación	Elaboración
1	200	79	++	++	++
2	200	82	+++++	+++++	+++++
3	200	84	++++	++++	++++
4	200	86	++++	++	++

Tabla II. Mejor formulación para masas de pasta.

Mix	Semolina (g)	Agua (g)	Harina de garbanzo g	Harina de garbanzo cocido g
A	200	82	-	-
B	160	79	40	-
C	160	84	-	40

Secado tradicional. Pasta con la masa A alcanza a un contenido de humedad de  $11 \pm 0,2$  g / 100 g en 3 horas; muestra B alcanza al mismo contenido de humedad en 200 min, mientras que la muestra C necesitaba 222 min. Para de la muestra B necesitaba más tiempo para reaccionar a nivel de humedad final en comparación con la referencia (A) a pesar de la masa B humedad inicial fue menor. Del mismo modo las muestras C necesitan 23,33% el tiempo de secado más de muestra de referencia a pesar tenía sólo un 1% más de agua. Probablemente, debido a la formación de estructura diferente cuando se añadió harina de garbanzo, causando una migración más lenta de agua dentro del producto y que se extiende el tiempo de secado.

El secado por microondas. Por análisis estadístico se obtuvieron la ecuación que describe el efecto de las variables independientes sobre las variables de respuesta, así mismo se generaron sus gráficas de superficie de respuesta.

### **Tiempos de cocción óptimos.**

Los tiempos óptimos de cocción, determinado por la observación de la desaparición del núcleo blanco crudo en muestras de pasta, eran 8 min para todas las muestras secadas por aire caliente y 9 minutos para aquellos secados por microondas. No se encontraron diferencias entre las diferentes formulaciones de pasta. De acuerdo con los hallazgos de De Pilli *et al.* (2009), la pasta seca por microondas requiere un tiempo más largo debido a la demora de la hinchazón de almidón y, posteriormente, se requiere un tiempo más largo para la gelatinización (De Pilli *et al.*, 2009).

Almidón total, almidón resistente y el índice glucémico. Como puede verse en el cuadro 8 se observó el mayor porcentaje de TS en la muestra producida exclusivamente a partir de sémola de trigo duro (A) en ambas condiciones de secado. El valor de AT informó en la muestra A fue significativamente mayor a la observada en las muestras B y C que no difirió significativamente entre sí. Esto es debido a que la adición de harina de garbanzo con otras muestras aumentó el porcentaje de fibra y proteínas en la masa de la reducción de los hidratos de carbono. Además, la adición de harina de garbanzo resultó en un aumento significativo de la (RS). Un aumento del contenido de RS no debe ser tenida en cuenta, teniendo en cuenta los efectos beneficiosos asociados con el consumo de RS (Hallert *et al.*, 2003). Se observó que el mayor porcentaje de almidón resistente en la muestra C; esto podría ser debido a la presencia de suelo garbanzo cocido. Almidones de leguminosas cocidas tienen una marcada tendencia a recristalizar tras el enfriamiento, formando fracciones indigeribles retrogradados (Peñalver *et al.*, 2007; Tovar *et al.*, 1990) que está asociado a los residuos de fibra dietética (Saura-Calixto *et al.*, 1993; Tovar, 2001). La adición de harina de garbanzo mostró efectos positivos al reducir el índice glucémico y el aumento de almidón resistente. Estos resultados están de acuerdo con estudios previos (Goni *et al.*, 2003; Osorio Perla *et al.*, 2008).

### **CONCLUSIONES**

El secado por microondas fue más eficiente que el convencional, respecto a un tiempo de secado más corto y también porque es posible tener un producto final sin fisuras. La adición de harina de garbanzo mostró efectos positivos al reducir el índice glucémico y el aumento de almidón resistente, sugiriendo que la pasta añadida con harina de garbanzo. La adición de harina de garbanzo cocido aumentó significativamente el contenido de Almidón resistente.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Aguilera Y, Martín-Cabrejas MA, Benitez V, Molla E, Lopez-Andreu FJ, Esteban R. 2009. Changes in carbohydrate fraction during dehydration process of common legumes. *Journal of Food Composition and Analysis*. 22:678–683.

- Altan A, Medeni M. 2005. Microwave assisted drying of short-cut (ditalini) macaroni: Drying characteristics and effect of drying processes on starch properties. *Food Research International*. 38:787-796.
- Berteli M, Marsaioli Jr A. 2005. Evaluation of short cut pasta air dehydration assisted by microwaves as compared to the conventional drying process. *Journal of Food Engineering*. 68:175-183.
- Björck I, Liljeberg H, Östman E. 2000. Low glycaemic-index foods. *British Journal of Nutrition*.83:S149–S155.
- Cleary LJ, Brennan CS. 2006. Effect of beta-glucan on pasta quality. *International Journal of Food Science & Technology* 41:910–918.
- De Pilli T, Giuliani R, Derossi A, Severini C. 2009. Study of cooking quality of spaghetti dried through microwaves and comparison with hot air dried pasta. *Journal of Food Engineering*. 95:453-459.
- De Zorzi M, Curioni A, Simonato B, Giannattasio M, Pasini G. 2007. Effect of pasta drying temperature on gastrointestinal digestibility and allergenicity of durum wheat proteins. *Food Chemistry*. 104: 353–363.
- Fardet A, Abecassis J, Hoebler C, Baldwin PM, Buleon A, Berot S. 1999. Influence of technological modifications of the protein network from pasta on in vitro starch degradation. *Journal of Cereal Science*. 30: 133–145.
- Gallegos-Infante JA, Rocha-Guzman NE, Gonzalez-Laredo RF, Corzo N, Bello-Perez LA, Medina-Torres L, Peralta Alvarez LE. 2010. Quality of spaghetti pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*. 119:1544–1549.
- Garcia-Alonso A, Goñi I, Saura-Calixto F. 1998. Resistant starch and potential glycaemic index of raw and cooked legumes (lentils, chickpeas and beans). *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und -Forschung A*. 206: 284–287.
- Goksu EI, Sumnu G, Esin A. 2005. Effect of microwave on fluidized bed drying of macaroni beads. *Journal of Food Engineering*. 66: 463–468.
- Goñi I, Valentín-Gamazo C. 2003. Chickpea flour ingredient slows glycemic response to pasta in healthy volunteers. *Food Chemistry*. 81: 511-515.
- Hoover R, Ratnayake WS. 2002. Starch characteristics of black bean, chickpea, lentil, navy bean and pinto bean cultivars grown in Canada. *Food Chemistry*. 78: 489–498.
- Lagrain B, Brijs K, Delcour JA. 2006. Impact of redox agents on the physico-chemistry of wheat gluten proteins during hydrothermal treatment. *Journal of Cereal Science*. 44:49-53
- Martin-Cabrejas MA, Aguilera Y, Benitez V, Molla E, Lopez-Andreu FJ, Esteban RM. 2006. Effect of industrial dehydration on the soluble carbohydrates and dietary fiber fraction in legumes. *Journal of Agriculture Food Chemistry*. 54: 7652–7657.
- Maskan M. 2000. Microwave/air and microwave finish drying of banana. *Journal of Food Engineering*. 44: 71–78.
- Osorio-Díaz P, Agama-Acevedo E, Mendoza-Vinalay M, Tovar J, Bello-Pérez LA. 2008. Pasta added with chickpea flour: chemical composition, in vitro starch digestibility and predicted glycemic index. *CYTA Journal of Food*. 6: 6-12.
- Padalino L, Mastromatteo M, Lecce L, Spinelli S, Conte A, Del Nobile M. 2014.
- Petitot M, Brossard C, Barron C, Larré C, Morel M, Micard V. 2009. Modification of pasta structure induced by high drying temperatures. Effects on the in vitro

digestibility of protein and starch fractions and the potential allergenicity of protein hydrolysates. *Food Chemistry*. 116: 401–412.

Saura-Calixto F, Goñi I, Bravo L, Mañas E. 1993. Resistant starch in foods: modified method for dietary fiber residues. *Journal of Food Science*. 58: 642-643.

Sharma GP, Parasad S. 2001. Drying of garlic (*Allium sativum*) cloves by microwave-hot air combination. *Journal of Food Engineering*. 50: 99–105.

Wood A. 2009. Texture, processing and organoleptic properties of chickpea fortified spaghetti with insights to the underlying mechanisms of traditional durum pasta quality. *Journal of Cereal Science*. 49: 128–133.