

Uso de la harina de okara como sustituto parcial de la harina de trigo en un pan típico regional

Use of Okara flour as a partial substitute for wheat flour in regional typical bread

Hernández O. Mariela^{1*}, Pinzón Bedoya Martha Lucía², Carvajal T. Diana C.³

¹Grupo de Investigación en Ingeniería y Tecnología de Alimentos (GINTAL),

²Grupo de Investigación en Recursos Naturales,

³Programa de Ingeniería de Alimentos,
Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia

Recibido 03 de Septiembre 2012; aceptado 10 de Noviembre de 2012

RESUMEN

El pan es un producto de la dieta diaria y de consumo masivo. Para la elaboración de este, se utilizan: harina de trigo, sal, agua, levadura (saccharomyces cerevisiae) y azúcar. El aporte nutricional de este producto, está dado mayoritariamente por carbohidratos. Una de las tendencias alimentarias actuales es la sustitución de materias primas por subproductos que aporten valor nutricional y funcionalidad, como en el caso de las fibras provenientes de la soja. Del procesamiento de esta se obtiene un subproducto denominado okara, con un alto contenido de fibra, compuesta por celulosa, hemicelulosas y lignina. Por esta razón, se puede utilizar para el enriquecimiento de distintos productos alimenticios. De acuerdo con lo anterior, el objetivo del presente trabajo de investigación fue sustituir parcialmente la harina de trigo por harina de okara en un pan típico de la región. Una vez obtenida la harina de okara mediante una serie de operaciones unitarias, y empacada al vacío, se evaluaron las propiedades fisicoquímicas del pan típico regional objeto de este estudio con porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de okara en: 0%, 10%, 20%, 25% y 50%. El tratamiento de los datos experimentales, obtenidos por triplicado, se realizó haciendo uso del Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) v.14, utilizando para ello un análisis de varianza con un nivel de significancia del 5%. Para determinar las diferencias mínimas significativas entre las medias se empleó la prueba de comparación múltiple Duncan, encontrándose que el pan con el 10% de proporción de harina de trigo sustituida por harina de okara, es el que no presenta afectación en sus características tanto en la corteza como en la miga.

Palabras clave: *harina de trigo, okara, pan típico.*

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia. E-mail: mhernandez@unipamplona.edu.co

ABSTRACT

*Bread is a product of the daily diet and mass consumption. For the preparation of this are used: wheat flour, salt, water, yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and sugar. The nutritional value of this product is given mainly by carbohydrates. A current food trend is to replace dietary raw materials for products that provide nutritional value and functionality, as in the case of fibers derived from soy. From its processing is obtained a product called Okara, with a high content of fiber, composed of cellulose, hemicellulose and lignin. For this reason, it can be used for the enrichment of various food products. According to the above, the objective of the present research was to partially substitute wheat flour for okara flour in regional typical bread. Once obtained flour of okara, through a series of operations unit, and packed vacuum, its physicochemical properties were evaluated of the typical bread regional object of this study with percentages of replacement of wheat flour by flour of okara in: 0%, 10%, 20%, 25% and 50%. The treatment of experimental data, obtained in triplicate, was conducted using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) v. 14, using an analysis of variance with a significance level of 5%. To determine the minimum differences significant differences between means was used multiple test Duncan, found that bread with the 10% proportion of replaced by okara flour wheat flour, is which does not present involvement in both the crust and Crumb characteristics.*

Keywords: *wheat flour, Okara, typical bread.*

INTRODUCCIÓN

La necesidad de introducir alimentos innovadores y diferentes que cubran las carencias de los consumidores y que aporten algún beneficio para la salud, hace parte de las tendencias alimentarias actuales. La industria se encuentra en la búsqueda de alimentos funcionales que aporten algún tipo de efecto beneficioso para el organismo humano (American Dietetic Association, 2004). Los alimentos funcionales pueden ser provenientes de productos principales o subproductos (Hermida, 1993). Algunos subproductos son desaprovechados industrialmente, empleándose en nutrición animal, fertilizantes, sustratos agrícolas y otros fines. El aprovechamiento de los subproductos generados en la producción de otros alimentos, es una alternativa interesante como es el caso de la extracción de leche de soya

que genera gran cantidad de un residuo denominado okara. Esta contiene proteínas, isoflavonas, grasa y polisacáridos (fibra alimentaria). Entre las funciones de esta fibra se destaca: que es potencialmente prebiótica, es decir favorecedor de la flora intestinal (Gibson y Roberfroid, 1995; Crittenden y Playne, 1996; Martínez-Villaluenga y *et al.*, 2005); reduce los niveles de colesterol en individuos hiperlipidémicos (Anderson y *et al.*, 1995; Anderson y *et al.*, 1999; Kushi y *et al.*, 1999, Lukaczer y *et al.*, 2006; Reynolds y *et al.*, 2006; Gray, 2006); puede usarse en individuos diabéticos para mejorar la tolerancia a la glucosa (Messina, 1999; Chandalia y *et al.*, 2000; Jenkins y *et al.*, 2003; Gray, 2006) e incrementa el peso de la materia fecal y reduce la densidad calórica en algunos alimentos (Liu, 1997; Gray, 2006).

El objeto en este trabajo de investigación fue estudiar la harina de okara como sustituto parcial de la harina de trigo en la elaboración de un pan típico regional (Hernández *et al.*, 2006) para aprovechar la composición química de este subproducto, brindando una alternativa de aplicación y desarrollo de alimentos innovadores, supliendo las necesidades actuales del consumidor sobre alimentos que beneficien su salud.

El uso de la fibra alimentaria contenida en la okara, considerada un alimento funcional, brinda una alternativa como sustituto parcial de la harina de trigo en la elaboración del pan,

teniendo en cuenta que el consumo de este producto asciende a 24 kg anuales por persona. El aporte nutricional actualmente de este producto es solamente energético por su alto contenido en carbohidratos complejos (almidón). Además posee un bajo contenido en vitaminas (B1, B2, B6 y niacina), minerales (sodio, potasio, magnesio), grasa (1 g por 100 g) y el aporte proteico procedente de la harina de trigo es de bajo valor biológico. En este contexto es interesante desde el punto de vista nutricional darle un valor agregado a este producto, con la adición de la harina de okara.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de la harina de okara

Se dio inicio al proceso mediante un prensado manual, determinando el contenido de humedad de la okara antes y después del mismo. Para ello se tomaron 3 g de okara en una balanza de humedad durante 60 minutos a una temperatura de 110°C (Mb35 Halogen - Ohaus).

Para el secado de la muestra prensada se empleó un secador de bandejas (Tray Drier Unit SBANC), a una temperatura de 70°C por un tiempo de 3,5 h hasta obtener una humedad final máxima del 15,5 % m/m de acuerdo al CODEX STAN 152-1985, Rev. 1-1995. Durante el tiempo de secado se tomaron muestras a fin de construir la curva de secado correspondiente. Obtenida la harina, ésta se sometió a las operaciones de molienda, tamizado (tamiz ASTM: malla 140, abertura 106 mm) y empacado al 50 % de vacío en bolsas de polietileno de cierre fácil, hasta su posterior análisis.

Características fisicoquímicas

Las características fisicoquímicas se determinaron de acuerdo a la metodología descrita por Mateos (2008), y a la norma

CODEX STAN 152-1985 (Rev. 1-1995), para harina de trigo. El contenido de grasa se evaluó por el método de determinación del extracto etéreo y lípidos libres utilizando un sistema Soxhlet con éter de petróleo. Para la humedad se utilizó una balanza de humedad Mb35 Halogen Ohaus por 60 minutos a una temperatura de 110°C. La determinación del contenido de cenizas totales se realizó utilizando el método AOAC, 1995c, destruyendo toda la materia orgánica por incineración a 550°C. El contenido de fibra bruta se determinó de acuerdo con lo estipulado en el método gravimétrico AOAC 962.09, 2000 y para la determinación de proteína se utilizó el método Kjeldahl contemplado en la AOAC, 1995b, utilizando como factor F 5,71.

Propiedades funcionales

En el Laboratorio de Control de Calidad de la Universidad de Pamplona se evaluaron las propiedades funcionales, el contenido de grasa, humedad, cenizas y contenido de fibra y en el Laboratorio Químico de consultas industriales de la Universidad Industrial de Santander en la ciudad de Bucaramanga, se determinó el contenido de proteína de las muestras en estudio.

Capacidad de hinchamiento (CH). Se determinó utilizando la técnica citada por Chau, (1997), y citado por García, (2003), que consiste en disponer 0,5 g. del producto en una probeta graduada de 10 ml y se mide el volumen ocupado por el producto (V_0), adicionando 5 ml de agua destilada agitando manualmente. Se deja en reposo durante 24 horas y se mide el volumen final (V_f) de la muestra.

La capacidad de hinchamiento (ml/g) se calculó mediante la fórmula:

$$CH = \frac{V_f - V_0}{\text{Peso muestra}}$$

Capacidad de retención de agua (CRA). En tubos de centrífuga de 50 mL se pesan 500 mg de harina de okara, se añade 30 mL de agua destilada y se agita. La muestra se deja en reposo a temperatura ambiente durante 18 horas y se centrifuga a 3000g durante 20 minutos, se separa el sobrenadante y se pesa el residuo. Los residuos se disponen en estufa Memmert con ventilación a 40°C hasta sequedad y se vuelven a pesar. La capacidad de retención de agua se expresa en g de agua/g peso seco.

Análisis granulométrico. Se determinó según la norma AOAC 965.22, utilizando una muestra representativa, previamente cuarteada, de 50 g de harina de okara obtenida de acuerdo con el procedimiento descrito con anterioridad. Esta muestra se tamiza en un Ro-tap haciendo uso de tamices normalizados ASTM de las siguientes especificaciones: malla 10, 12, 35, 45, 70, 100, 140, 230 y plato recolector. Esta operación se realizó por 20 minutos, en el ciclo y potencia 9. Finalizada la misma, se pesaron los rechazos y cernidos en cada tamiz para determinar el tamaño de distribución de las partículas.

Formulaciones y obtención del producto

Teniendo en cuenta que las materias primas empleadas en la elaboración del pan típico

objeto de este trabajo de investigación se encuentran distribuidas en forma porcentual de la siguiente manera: harina de trigo 38,76 %, levadura (*saccharomyces cerevisiae*) 5,6%, azúcar morena 16,67%, sal 1,47% y agua 37,5%; para la sustitución parcial de un porcentaje de la harina de trigo por harina de okara se plantearon las formulaciones 1, 2, 3, 4 y 5 correspondientes al 0, 10, 20, 25 y 50%, respectivamente (Gómez *et al.*, 1998).

Una vez establecidas las formulaciones se procedió al logro de las características de la masa (elasticidad, tenacidad, extensibilidad y plasticidad), a su horneado, empaquetado y rotulado para su posterior almacenamiento.

Una vez obtenidos los productos correspondientes a las formulaciones anteriormente descritas, se determinó el contenido de fibra de cada uno de ellos para lo cual se tomó una muestra de pan sin corteza, la cual se maceró. De la muestra macerada se tomaron 3 g, los cuales se sometieron a un proceso de desengrasado por el método de Soxhlet, para su posterior digestión ácida con ácido sulfúrico y digestión básica con hidróxido de sodio. Una vez realizada esta se llevó a secado (Mufla Equifar a 110°C) y calcinado (Horno a 550°C) hasta peso constante.

Evaluación sensorial

El proceso para la evaluación sensorial se realizó como se muestra en la Figura 1.

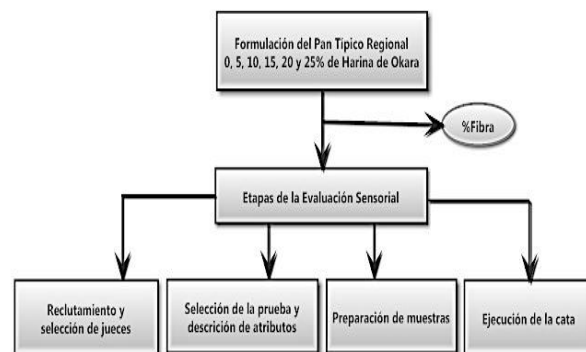


Figura 1. Flujograma del diseño del proceso de evaluación sensorial

Se conformó un panel de 10 jueces entrenados, con el fin de evaluar las propiedades sensoriales del pan tipo dulce mojicón con sustitución parcial de harina de trigo por harina de okara. Por medio de una prueba discriminativa de comparación por

parejas, según la norma UNE 87-005-92, se evaluaron los atributos de corteza: color y dureza; para la miga: el olor, cohesividad, elasticidad, dureza, adhesividad, sabor, gomosidad, masticabilidad y calificación global.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó el porcentaje de humedad de la okara antes y después de la operación de prensado manual, obteniéndose un 86% y 77% respectivamente. Lo anterior indica que hubo un porcentaje de reducción de la humedad de 9%. Una vez realizado el prensado manual, se obtuvo un rendimiento del 72%. Las operaciones realizadas con anterioridad se llevaron a cabo con el objeto de disminuir el porcentaje de humedad de la materia prima original y facilitar el secado de la harina de okara.

Posteriormente se llevó a cabo el secado de la muestra, las mediciones fueron realizadas por triplicado. En la figura 2 se presenta la curva de secado resultante del tratamiento térmico aplicado a 70°C durante un tiempo de 210 minutos. El secado permitió eliminar la mayor cantidad de agua libre del alimento, obteniéndose finalmente una humedad de 5,72%, correspondiendo esto a un rendimiento promedio en la operación de secado del 76,24%.

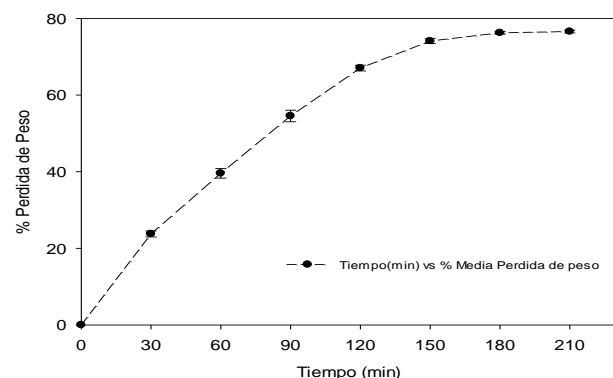


Figura 2. Curva de secado de la okara prensada. n=3, Media \pm error estándar, p-valor \leq 0,05.

El porcentaje de rendimiento del proceso de molienda y tamizado fue de 86,45%. En general el rendimiento del proceso de obtención de la harina de okara fue del 14,89% con un porcentaje de humedad inicial de 86% y final de 5,72%.

Los resultados correspondientes a las características fisicoquímicas de la harina de okara obtenida se presentan en la tabla 1.

Tabla 1
Características fisicoquímicas de la harina de okara

Característica	Media \pm Error Est.
Grasa (%)	12,627 \pm 0,093
Humedad (%)	5,723 \pm 0,029
Cenizas (%)	2,669 \pm 0,010
Fibra (%)	48,243 \pm 0,286
Proteína (%)	36,62 \pm 0,393

n=3, Media \pm error estándar, p-valor \leq 0,05.

A pesar que Mateos (2008), realizó procedimientos diferentes para obtener el mismo producto, los resultados de porcentaje en grasa, porcentaje de cenizas, porcentaje de fibra y proteína obtenida en la presente investigación, se encuentran en el mismo rango. El valor de porcentaje de humedad cumple con la normatividad establecida por el CODEX STAN 152-1985 (Rev. 1-1995) para harina de trigo como un límite máximo de humedad de 15%.

En la tabla 2 se observa que tanto la capacidad de hinchamiento como la capacidad de retención de agua, difieren de los

resultados presentados por Mateos (2008), quien reporta $9,44 \pm 0,11$ ml/g y $8,33 \pm 0,24$ g/g respectivamente, lo cual puede ser debido a la diferencia de las características fisiológicas del alimento vegetal.

Tabla 2

Propiedades funcionales de la harina de okara obtenida

Propiedad	Media \pm 2 Desv. Est.
Capacidad de Hinchamiento (ml/g)	$7,867 \pm 0,133$
Capacidad de retención de agua (g/g)	$7,350 \pm 0,087$

n=3, Media \pm error estándar, p-valor $\leq 0,05$.

En la figura 3 se presenta el porcentaje de cernido y rechazo acumulado en cada uno de los tamices vibratorios, donde se identifica en el tamiz 10 con luz de malla de 2mm un porcentaje de cernido del 98,34 cumpliendo con la norma AOAC 965.22 la cual establece que el 98% de la harina debe pasar por un tamiz de 2,12 mm o 212 μ m.

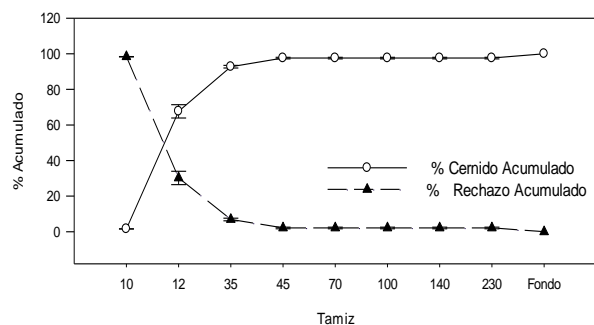


Figura 3. Granulometría de la harina de okara
n=3, Media \pm error estándar, p-valor $\leq 0,05$.

El tamaño de la partícula, la porosidad, la superficie disponible y la capa superficial de la harina de okara por su alto contenido en fibra alimentaria, son algunas de sus características principales puesto que pueden influir en las propiedades fisiológicas de la misma. La elaboración del pan dulce tipo mojiçón mediante la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de okara, se llevó a cabo mediante las operaciones establecidas en la figura 4.

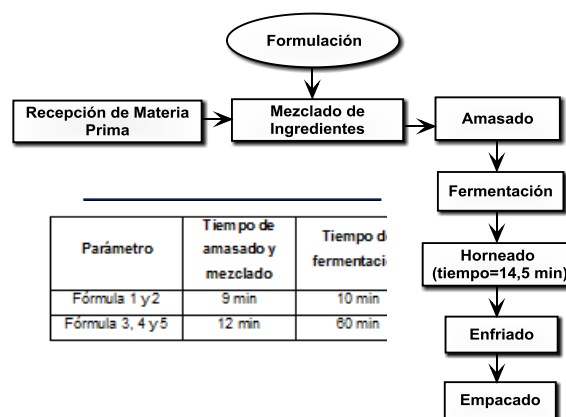


Figura 4. Elaboración del pan autóctono

El porcentaje de fibra bruta final de las 5 formulaciones de pan dulce tipo mojiçón, presenta un aumento progresivo en su contenido, proporcional al aumento de la sustitución de harina de okara por harina de trigo, ya que la formulación 1 presentó un promedio 3.18%, la formulación 2 5.685%, la formulación 3 10.056%, la formulación 4, 12.57% y finalmente la formulación 5, 25.1446%.

Los resultados de la evaluación sensorial para la formulación de pan dulce tipo mojiçón que mejor conservó las propiedades sensoriales tanto en la corteza como en la miga es la se presenta en la tabla 3.

Tabla 3

Resultados Evaluación sensorial, método comparación apareada

Propiedad sensorial	R- Formulación 2			
	Mejor	Peor	Igual	Total
Con corteza				
Color	5	0	5	10
Dureza	0	2	8	10
Olor característico	3	1	6	10
Sin corteza				
Cohesividad	3	0	7	10
Elasticidad	2	3	5	10
Dureza	3	2	5	10
Adherencia	2	0	8	10
Gomosidad	2	2	6	10
Masticabilidad	3	2	5	10
Sabor característico	1	3	6	10
Calificación global	6	0	4	10
Total	30	15	65	110

En la tabla anterior se puede observar que el 59.1% de los jueces calificaron las propiedades sensoriales del pan dulce tipo mojiçón (corteza y miga) como iguales al pan de referencia, indicando que al sustituir 10%

de harina de trigo por harina de okara no afecta las propiedades sensoriales.

CONCLUSIONES

El tratamiento de los resultados indica que el rendimiento del proceso de obtención de la harina de okara fue del 14,89% con un porcentaje de humedad inicial de 86% y final de 5,72%. La harina de okara presentó una composición química constituida por 12,627 ± 0,093 % de materia grasa, 5,723 ± 0,029% de humedad, 2,66 ± 0,010 % de cenizas, 48,243 ± 0,286 % de fibra bruta y 36,62 ± 0,393 % de proteína. La harina de okara presentó como propiedades funcionales una elevada capacidad de retención de agua 7,350 g/g, una

capacidad de hinchamiento de 7,867 ml/g y 98,34% de índice de cernido pasado por un tamiz con una abertura de 212 µm cumpliendo lo establecido por la norma AOAC 965.22.

Con la sustitución del 10 % de harina de trigo por harina de okara en la elaboración del pan autóctono, se conservan mejor las características sensoriales tanto en la corteza como en la miga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Dietetic Association (ADA). Position of the American Dietetic Association: Functional Foods. (2004). *J Am Diet Assoc*, 104:814-826.

Anderson, J.W.; Johnstone, B.M. y Cook-Newell, M.E. Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. (1995). *New Eng J Med*, 333:276-282.

Anderson, J.W.; Smith, B.M. y Washnock, C.S. Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean intake. (1999). *Am J Clin Nutr*, 70:464-474.

Association of Official Analytical Chemists. (1995b). Method 993.19. Official Methods of Analysis, 16th Edition. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

Association of Official Analytical Chemists. (1995c). Method 955.04. Official Methods of Analysis, 16th Edition. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

Chandalia, M.; Garg, A.; Lutjohann, D.; Von Bergmann, K.; Grundy, S.M. y Brinkley, L.J. Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 Diabetes Mellitus. (2000). *New Engl J Med*, 342:1392-1398.

Crittenden, R. y Playne, M. Production, properties and applications of food-grade oligosaccharides. (1996). *Trends Food Sci Technol*, 7:353-361.

García, I. Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos fibrosos de mango criollo (*Mangifera indica L.*) y su incorporación en galletas. Tesis Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León, Oax, México. (2003).

Gibson, G. y Roberfroid, M. Dietary modul colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. (1995). *J Nutr*, 125:1401-1412.

- Gómez, C.; Castellanos, R.; Salazar, A. Evaluación de las características reológicas y sensoriales de panes elaborados a base de una mezcla de concentrado proteico de girasol y proteína texturizada de soya. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, vol. 42, N° 2, México. (1998).
- Gray, J. Dietary Fibre. Definition, Analysis, Physiology and Health. ILSI Europe Concise Monograph Series. Brussels: ILSI. (2006).
- Hermida, J.R. Tratamiento y aprovechamiento del orujo de aceituna. *Tecnologías complementarias en la industria alimentaria*. (1993). p.137-148.
- Hernández, M.; Caballero, L. A.; Maldonado, Y.; Pabón, C. Diagnóstico del proceso productivo del pan tipo dulce más consumido en la Ciudad de Pamplona-Norte de Santander. Pamplona: Grupo de Investigación en Ingeniería y Tecnología de Alimentos, Universidad de Pamplona. (2006). @limentech, *Ciencai y Tecnología Alimentaria*. 4(2):34-39.
- Jenkins, D.J.; Wolever, T.M.; Rao, A.V.; Hegele, R.A.; Mitchell, S.J.; Ranson, T.P. Effect of blood lipids of very high intakes of fiber in diets low in saturated fat and cholesterol. *N* (1993). *Engl J Med*, 329:21-26.
- Kushi, L.H.; Meyer, K.M. y Jacobs, D.R. Cereals, legumes, and chronic disease risk reduction: evidence from epidemiologic studies. (1999). *Am J Clin Nutr.*, 70:451-458.
- Liu, K. (1997). Agronomic characteristics, production and marketing chemistry and nutritional value of Soybean Components. En: Keshun.
- Lukacazer, D.; Liska, D. J.; Lerman, R.H.; Darland, G.; Schiltz, B.; Tripp, M. and Bland, J. S. (2006). Effect of a low glycemic index diet with soy protein and phytosterols on CVD risk factors in postmenopausal women. *Nutrition*, 22:104-113.
- Martínez-Villaluenga, C.; Frías, J. y Vidal-Valverde, C. Raffinose family oligosaccharides and sucrose contents in 13 Spanish lupin cultivars. (2005). *Food Chemistry*, 91:645-649.
- Mateos, I. (2008). Aprovechamiento de subproductos de leguminosas para la obtención de productos funcionales: comparación de metodologías para la caracterización de la fibra alimentaria. Tesis doctoral. Madrid, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Farmacia, Departamento de nutrición y Bromatología. [En línea] <http://eprints.ucm.es/8175/1/T30419.pdf> Consultado Junio 1, 2009.
- Messina, M.J. (1999). Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *Am J Clin Nutr.*, 70:439-450.
- Reynold, K.; Chin, A.; Lees, K.; Nguyen, A.; Bujnowski, D. and He, J. A Meta-Analysis of the Effect of Soy Protein Supplementation on Serum Lipids. (2006). *Am J cardio*, 98:633-640.