

## DETERMINACIÓN DE CALCIO, HIERRO Y FÓSFORO EN UN PRODUCTO FERMENTADO DE SOJA OBTENIDO POR ULTRAFILTRACIÓN

### DETERMINATION OF CALCIUM, IRON AND PHOSPHORUS IN FERMENTED SOY PRODUCT OBTAINED BY ULTRAFILTRATION

**Ana N. Rinaldoni<sup>1</sup>, Ernesto Perino<sup>2</sup>, Mercedes E. Campderrós<sup>1</sup> y Antonio Pérez<sup>1</sup>**

(1) Instituto de Investigación en Tecnología Química (INTEQUI) – CONICET.

(2) Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia,  
Área de Química Analítica, Chacabuco 915, 5700 San Luis - Argentina  
(e-mail: apadilla@unsl.edu.ar; anrinald@unsl.edu.ar)

*Recibido: 27/08/2010 - Evaluado: 15/10/2010 - Aceptado: 02/11/2010*

#### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue obtener un producto fermentado de soja a partir de un concentrado de leche de soja, empleando la ultrafiltración para alcanzar el contenido de sólidos totales requerido para la producción de yogur (12-14% p/p). Además, se propuso evaluar el empleo de la Fluorescencia de rayos X como técnica para cuantificar el contenido de Ca, Fe y P y su distribución final por el proceso ensayado. Las determinaciones analíticas se realizaron sobre la leche de soja, concentrado, permeado y producto fermentado, empleando fluorescencia de rayos X dispersiva en longitud de onda (WDXRF). Los resultados mostraron que estos elementos son concentrados por la membrana a través de asociaciones con las proteínas, conservando el aporte de minerales del producto. Además, se demostró que la herramienta analítica empleada permite una determinación directa sobre las muestras, evitando el pre-tratamiento requerido por otras técnicas convencionales.

#### ABSTRACT

The aim of this study was to obtain a fermented soy product from a concentrate of soy milk, using ultra filtration to achieve the total solids content required for yoghurt production of (12-14 % w /w). Another proposal was to evaluate the use of X-ray fluorescence as a technique to quantify the content of Ca, Fe and P and the final distribution by the tested process. The analytical determinations were conducted on soy milk, concentrate, permeate and fermented product using X-ray fluorescence wavelength dispersive (WDXRF). Results showed that these elements are concentrated by the membrane through association with proteins, maintaining the contribution of minerals of the product. In addition, it was shown that the analytical tool used allows a direct determination on the samples, avoiding the pre-treatment required by other conventional techniques.

Palabras clave: ultrafiltración; producto fermentado; soja; contenido mineral

Keywords: ultrafiltration; fermented product; soy; mineral content

## INTRODUCCIÓN

El alimento líquido a base de soja, conocido como leche de soja, se utiliza en la actualidad como alternativa para aquellas personas que presentan intolerancia a la lactosa, o tienen alergia a algunas de las proteínas de la leche de vaca. Este alimento tiene importantes propiedades nutritivas, ya que es fuente de vitaminas, minerales, proteínas y no tiene colesterol. Cabe destacar que la relación calcio/fósforo (Ca/P), es alta y resulta útil en periodos de crecimiento y adolescencia, en mujeres gestantes o durante la lactancia y en personas de avanzada edad. Además es rica en magnesio, que interviene en la asimilación del calcio y presenta un alto contenido de hierro y zinc, los cuales contribuyen a mejorar la asimilación de las proteínas. Por lo tanto, la leche de soja es un sustituto válido de la leche de vaca (Chove et al., 2007; Rinaldoni, et al., 2010, Canabady-Rochelle y Mellema, 2010).

El yogur natural es un derivado de la leche fermentada producido por el crecimiento de bacterias lácticas, que al reproducirse dan lugar al ácido láctico. Como parte del proceso de fermentación, las grasas y proteínas se transforman en sustancias más digeribles. Por ello, el yogur es considerado un producto de fácil digestión y de alto valor nutritivo con un sabor y aroma particular. Dentro de sus propiedades tiene la capacidad de estabilizar la flora intestinal por la presencia de bacterias vivas inoñas, que además potencian el sistema inmune contra infecciones y otras enfermedades (Mattos et al., 2009). Por estas razones es considerado un alimento probiótico, incluido dentro del grupo de los alimentos funcionales (Farnworth et al., 2007; Cruz et al., 2010).

El producto fermentado de soja combina, entonces, las propiedades nutricionales de la soja con las ventajas que presenta el yogur, siendo un alimento muy nutritivo por su aporte de vitaminas, proteínas, la alta biodisponibilidad de calcio y otros nutrientes esenciales para el organismo.

La producción de yogur requiere un aumento del contenido de sólidos totales a partir de la materia prima empleada. Esto puede realizarse a través de una concentración de sólidos empleando tecnología de membranas principalmente la microfiltración y ultrafiltración. La técnica consiste en la separación de una corriente en dos fracciones sobre la base del tamaño molecular o de partícula, que permite pasar a través de la membrana las especies pequeñas, mientras que las más grandes son retenidas (Cheryan, 1986; Brans et al., 2004). Mediante este proceso se ha logrado obtener un concentrado con el contenido de sólidos requeridos para la elaboración de yogures con características especiales, donde se produce una partición y redistribución de minerales en las corrientes de permeado y concentrado (Krishna Kumar et al., 2004; Alibhai et al., 2005; Rinaldoni et al., 2009).

Experiencias previas indican que en el caso del alimento de soja la ultrafiltración permite la concentración de proteínas de alta calidad, también se concentran las grasas que contienen ácidos grasos poliinsaturados esenciales (Genovese y Lajolo 2002; Messina et al., 2002). Por otra parte la membrana no retiene oligosacáridos, y anti-nutrientes de la soja, como el ácido fítico los cuales son eliminados en la corriente de permeado. El hecho que el ácido fítico no sea concentrado por la membrana es importante ya que este compuesto se une a los minerales impidiendo su absorción (especialmente zinc, calcio y magnesio) y disminuye la solubilidad de las proteínas. Si bien pequeñas cantidades de estos anti-nutrientes quedan en el concentrado, luego son desactivados por la fermentación, esto es independiente del modo en que se realiza la concentración de proteínas (Omosaiye y Cheryan, 1979; Krishna Kumar et al., 2004; Ali et al., 2010).

El objetivo de este trabajo fue obtener un producto fermentado de soja a partir de un concentrado de alimento a base de soja, "leche de soja", empleando la ultrafiltración. Además se propuso evaluar el empleo de la espectrometría de Fluorescencia de rayos X, dispersiva en longitud de onda (WDXRF), como técnica para cuantificar el contenido de los principales minerales presentes: calcio, hierro y fósforo y la distribución final por el proceso de membrana ensayado.

## METODOLOGÍA

### Materia prima

Se utilizó alimento de soja líquido de marca comercial *AdeS* (Industria Argentina) "leche de soja", (3% p/v azúcares, 1 % p/v de grasas, 3,2 % p/v proteínas, 8,9 % p/p sólidos totales y 0,6 % p/v cenizas).

Se emplearon yogures descremados comerciales como patrones de referencias para comparar su composición con el producto fermentado de soja obtenido en el trabajo (ver Tabla 1).

### Filtración con membrana: Microfiltración- Ultrafiltración

La solución de entrada al equipo (leche de soja) se encuentra en un recipiente dentro de un baño termostático (Haake, USA), asegurando la estabilidad de la temperatura seleccionada, es impulsada por medio de una bomba de velocidad variable (General Electric, USA).

La solución pasa a través de un filtro frontal de microfiltración de polipropileno (Pall Corporation, USA), de 5-10  $\mu\text{m}$ . Esta operación reduce la cantidad de bacterias y esporas, actuando como una pasteurización en frío de la muestra. Además, protege a la membrana de ultrafiltración del ensuciamiento dado que las grasas son parcialmente retenidas por el filtro, siendo éstas una de las principales causantes del ensuciamiento de la membrana (Brans et al., 2004; Rinaldoni et al., 2009). El filtro fue limpiado y desinfectado después de cada experimento e intercambiado periódicamente.

El módulo de ultrafiltración consta de un sistema Millipore Pellicon, compuesto de capas de membranas de polisulfona, presentadas en forma de láminas apiladas con un tamiz separador de polipropileno. El área superficial efectiva de membrana es de 0.47  $\text{m}^2$ , tiene la ventaja de un gran área de transferencia en un pequeño volumen. El corte de peso molecular es de 10 kD, el cual produce un concentrado tanto de materia grasa, como de proteínas, ambos componentes necesarios para obtener la textura y viscosidad apropiada del yogur (Domagala y Kupiec, 2003; Krishna Kumar et al., 2004; Mondor et al., 2010). El equipo consta de dos sensores de presión. La presión experimental está determinada por la presión de transmembra (PTM) definida por la ecuación 1:

$$PTM = \frac{P_{(ent)} + P_{(conc)}}{2} - P_{(perm)} \quad (1)$$

donde ( $P_{(ent)}$ ) presión a la entrada y ( $P_{(conc)}$ ) a la salida del concentrado y ( $P_{(perm)}$ ) es la presión a la salida del permeado, la cual se considera cero a menos que el permeado sea controlado por una segunda bomba.

Las condiciones operacionales fueron  $P_{(ent)} = 2,5$  bar y  $P_{(conc)} = 0,5$  bar obteniendo por la (ec. 1) una  $PTM = 1,5$  bar y la temperatura se mantuvo constante en  $25 \pm 1$  °C. Con estas condiciones experimentales, se obtuvo una velocidad de flujo adecuada.

Después de cada filtración la membrana se limpió en línea de acuerdo con las instrucciones proporcionadas por el fabricante. El protocolo utilizado fue agua destilada - NaOH (pH:  $11,5 \pm 0,5$ ) - agua destilada, cada paso se realizó a  $40 \pm 1$  °C durante 30 minutos, se llevó a cabo una etapa de limpieza con NaClO 300 ppm a la misma temperatura y presión para garantizar la desinfección y un último enjuague de agua. La permeabilidad hidráulica de la membrana siempre fue recuperada, con la cual se comprobó que el procedimiento de limpieza fue realizado correctamente.

La concentración de la materia prima por UF se llevó a cabo recirculando el concentrado, y el proceso se detuvo cuando se logró la concentración deseada.

### Etapa de fermentación

Los concentrados obtenidos a partir de la UF de leche de soja fueron fermentados empleando los microorganismos *Lactobacillus delbrückii* subespecie *Bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* subespecie *Thermophilus* (Yo - Flex, YF-L702, Argentina). Las muestras se pausterizaron colocándolas en frascos esterilizados calentados a  $90 \pm 1^\circ \text{C}$  durante 30 segundos, luego se homogeneizaron, se enfriaron a  $38 \pm 0,2^\circ \text{C}$ , fueron inoculadas con 4%v/v del fermento y se mantuvieron a  $40 \pm 1^\circ \text{C}$ .

Durante la etapa de fermentación se estudió el desarrollo de la acidez (en términos de pH y acidez titulable). Cuando el producto alcanzó un pH entre 4,2 y 4,6, el proceso se detuvo por refrigeración a  $4-8^\circ \text{C}$ .

### Análisis

Los yogures de soja obtenidos fueron analizados por duplicado, de acuerdo a métodos estándar (CAA, 2006) se midió: pH utilizando un peachímetro digital (Orion modelo 720A, EE.UU). La acidez fue determinada de acuerdo al método oficial (AOAC, 1995), por titulación con NaOH 0,1 N y expresada como por ciento del ácido láctico. El contenido de sólidos totales se determinó por diferencia de peso, empleando una estufa de secado a  $70 \pm 1^\circ \text{C}$ , (AOAC, 1995). El contenido proteico total fue calculado por la determinación del nitrógeno total por el método de Kjeldahl usando un Digestor de 6 Plazas (Selecta S.A, España), y un Destilador Kjeldahl Semiautomático (Selecta S.A, España), (AOAC, 1995). La proporción de grasas fue medida con el método de Rosse-Gottlieb (AOAC, 1995). El contenido de lactosa se determinó por el método de Cloramina-T (IRAM, 2004). La viscosidad se midió con un viscosímetro rotacional Haake VT02, (Alemania), (con tres rotores intercambiables, a  $22 \pm 2^\circ \text{C}$ ).

### Determinación analítica de Ca, Fe y P

Las determinaciones cuantitativas se realizaron mediante la técnica de Fluorescencia de rayos X (FRX). Se utilizó un espectrómetro dispersivo en longitud de onda (WDS) Philips - PW 1400, bajo las siguientes condiciones: tubo de rayos X con ánodo de Rh, colimador de alta resolución ( $150 \mu\text{m}$  entre líneas). Para Ca y Fe se utilizó el cristal analizador LiF 200 ( $2d = 4,028 \text{ \AA}$ ), detector proporcional de flujo de gas (P10, argón-metano), ancho de ventana 75-25, camino de aire (por la naturaleza líquida de las muestras). El análisis se realizó aplicando el método del agregado patrón, permitiendo en este caso particular dada la baja concentración de los elementos, mantener la matriz de las muestras y realizar las medidas en su estado original. En el caso de P, es necesario trabajar en condiciones de vacío para lograr la sensibilidad adecuada, por lo que no se puede realizar sobre muestras líquidas. Por esta razón, las muestras se trabajaron en condiciones sólidas mediante el calcinado de las mismas (cenizas). Se aplicó una metodología que requiere poca cantidad de muestra pulverizada (150 mg), soportada en una pastilla de ácido bórico o celulosa. Estos materiales son de matriz sumamente liviana y se comportan como blanco frente a las radiaciones X, sin provocar interferencias significativas sobre los especímenes (D'Angelo et al., 2002; Deluigi et al., 2003). El mismo fue detectado y analizado con el cristal de Ge ( $2d = 5.5320 \text{ \AA}$ ). Para la cuantificación de dicho elemento se aplicó también la metodología de agregado patrón.

Cada porción analítica se procesó por triplicado y los valores fueron promediados, cuando las replicas se desviaron en más de un 2% con respecto al valor promedio, se repitió el ensayo.

## RESULTADOS

### Concentrados por MF-UF

Con el objeto de obtener concentrados que contengan los sólidos totales aptos para la elaboración del yogur, se llevaron a cabo experiencias a distintos factores de concentración (VCR), definido por la ecuación 2 (Cheryan, 1986):

$$VCR = \frac{\text{Volumen inicial}}{\text{Volumen del concentrado}} \quad (2)$$

Los resultados mostraron que el tratamiento por UF permite concentrar adecuadamente la leche de soja. Se determinó que operando a un VCR entre 1,5-2,5, se obtienen concentrados adecuados para la producción de yogur (con un contenido de sólidos totales entre 12- 14% p/p, lo cual está adecuado a lo estipulado en el CAA, 2006), lo que determina el punto final del proceso de concentración por UF. Estos resultados son consistentes con los previamente encontrados por Rinaldoni et al. (2009) en leche bovina descremada, trabajando con membranas de 10 kD, para valores de VCR comprendidos entre 1,25 y 2,5.

En base a los resultados, se detuvo el proceso de MF y UF cuando se llega a un VCR de 2,5 aproximadamente, obteniendo un concentrado con 14,5% (p/p) de sólidos totales y adecuada viscosidad. Las propiedades fisicoquímicas del producto obtenido se pueden observar en la Tabla 1, los cuales se compararon con los parámetros determinados en yogures descremados comerciales, proveniente de leche bovina.

Tabla1: Propiedades fisicoquímicas del producto final. (medias  $\pm$  DS).

Muestra	pH	Acidez (% Ac. Láctico)	Proteínas (% p/p)	Grasas (% p/p)	Lactosa (% p/p)	Sólidos Totales (%p/p)	Viscosidad (cP) T=22 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C
<b>Producto fermentado de soja UF *</b>	4,5	0,63	5	1,7	0	14,5	680
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
	0,10	0,16	0,07	0,03	0,01	0,2	5
<b>Yogur descremando commercial **</b>	3,74	0,96	4,36	0	7,5	13,5	1000
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
	0,12	0,15	0,06	0,01	0,09	0,1	5

\* Valor promedio de análisis por duplicado. \*\*Valor promedio de tres marcas comerciales.

El análisis de los datos muestra que el producto fermentado de soja obtenido presenta un mayor pH y una acidez más baja que el yogur comercial, esto se debe a que contiene menos cantidad de azúcar, por lo tanto es menor la producción de ácido láctico. El contenido de proteínas aumentó aproximadamente un 14 % (p/v) y el de grasas un 1,65 % (p/v). Estas características hacen que el producto sea interesante dado que es una fuente de proteína con alto valor biológico similar a las de la carne, pescado o huevos y el contenido graso es de origen vegetal. Por otra parte este alimento no contiene lactosa, por esta razón estos yogures resultan aptos para personas con intolerancia al mencionado azúcar.

#### Análisis del contenido de Ca, Fe y P

Los patrones adicionados y las muestras se prepararon por triplicado, efectuando tres ciclos de medidas. Los resultados son el promedio del total de las mediciones. La determinación del contenido de calcio, hierro y fósforo por WDXRF en el alimento de soja se realizó aplicando la metodología de agregado patrón. La medición cuantitativa de dichos elementos en el permeado, concentrado y fermento de soja se efectuó por comparación contra la curva de calibrado realizada con el valor real que posee la muestra (obtenido de la curva de adición estándar) más los agregados adicionados. Los resultados se muestran en las Figuras 1, 2 y 3.

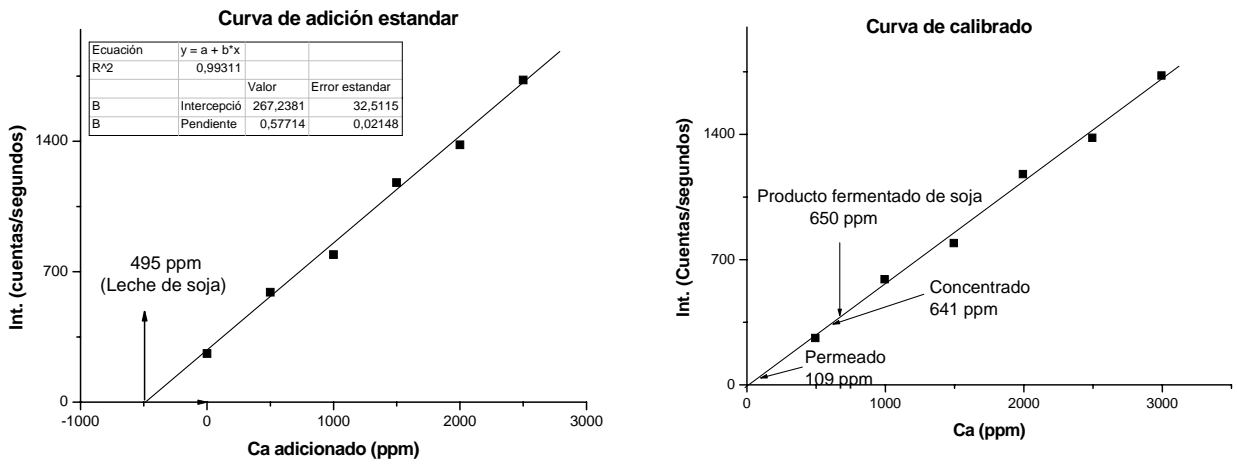


Fig. 1: Determinación de Ca por WDXRF. Aplicando el método de adición estándar y su correspondiente curva de calibrado en muestras líquidas.

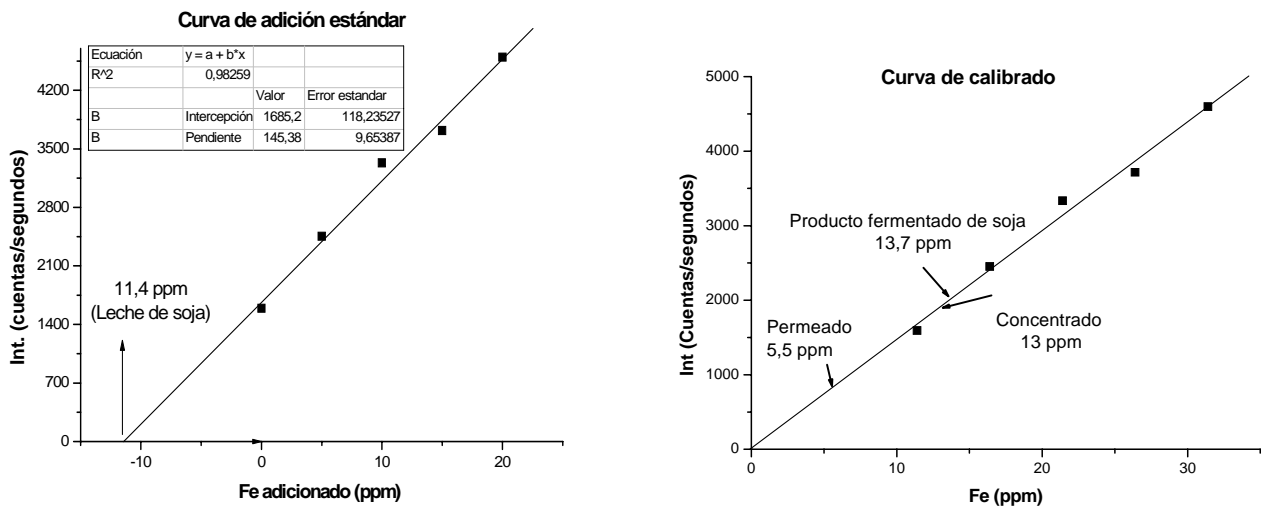


Fig. 2: Determinación de Fe por WDXRF. Aplicando el método de adición estándar y su correspondiente curva de calibrado en muestras líquidas.

Los resultados mostraron que el ión Ca se concentra un 30% respecto al contenido en la materia prima, el Fe se concentra un 15%, mientras que el P un 5%, ya que parte de su contenido se pierde en el permeado como ácido fítico o derivados. De esta forma se demuestra que los elementos minerales son concentrados en distintas proporciones, de manera análoga que las proteínas y grasas, lo cual confirma que estos iones forman asociaciones fuertes con las proteínas a través de complejos y por lo tanto son retenidos por la membrana. Este comportamiento está en concordancia con los estudios de Martínez Domínguez et al. (2002).

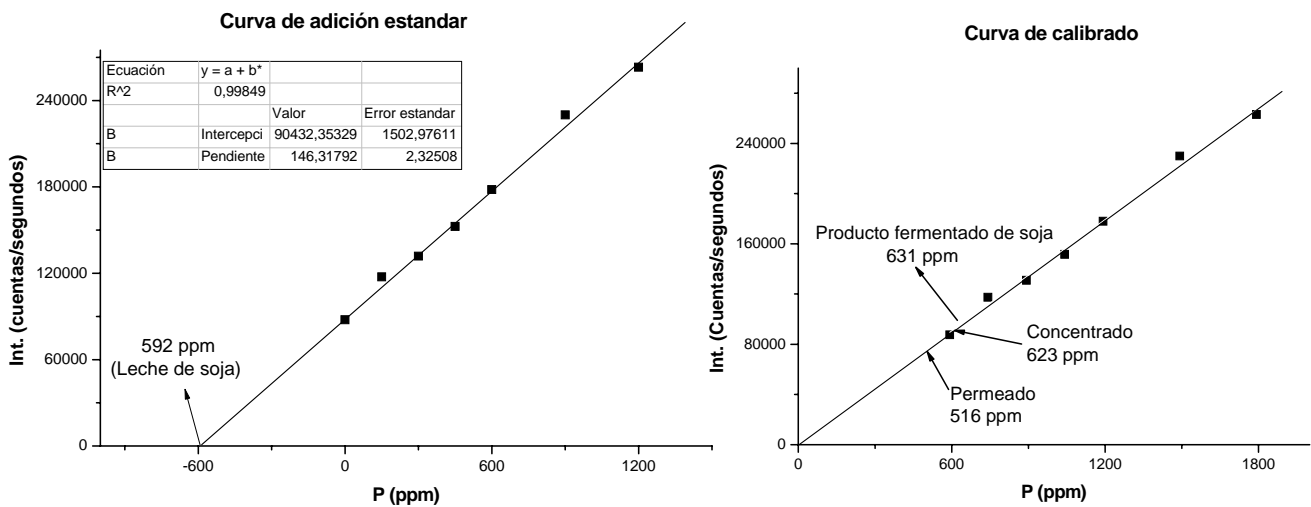


Fig. 3: Determinación de P por WDXRF. Aplicando el método de adición estándar y su correspondiente curva de calibrado en cenizas.

La cantidad de minerales sigue siendo constante después de la fermentación, por lo tanto, el contenido de estos elementos se encuentra aumentado naturalmente en comparación con los productos comerciales. Además, teniendo en cuenta estudios realizados por De la Fuente et al. (2003) y Closa et al. (2003), en minerales contenidos en yogures de leche, los productos obtenidos en este estudio presentarían una mejor biodisponibilidad de calcio y podrían favorecer la absorción de estos nutrientes en el tracto gastrointestinal.

**CONCLUSIONES**

Se logró la obtención de un concentrado de soja por UF con un contenido de sólidos totales de 14,5 ± 0,1 para producir el yogur sin el agregado de agentes espesantes (como leche en polvo). El contenido de proteínas se incrementa respecto a los productos comerciales lo que produce un efecto de amortiguación, suavizando la acidez. La concentración de grasas mejora la palatabilidad y consistencia presentando un aroma agradable. Por otra parte, no contiene lactosa, obteniendo un producto fermentado de soja con características especiales para personas con intolerancia a la lactosa.

En este trabajo se ha aplicado espectrometría de fluorescencia de rayos X dispersiva en longitud de onda (WDXRF) para dar información del contenido mineral en leche de soja ultrafiltrada: permeado y concentrado. Los resultados mostraron la partición de nutrientes minerales como calcio, hierro y fósforo por el proceso de UF, los cuales fueron concentrados por la membrana a través de asociaciones con las proteínas. La concentración de estos complejos proteína-mineral permite que el producto fermentado de soja, conserve un alto contenido de nutrientes minerales, juntamente con el incremento de proteínas de alta calidad.

Por otra parte, se demostró que la herramienta analítica empleada (WDXRF) permite una determinación directa sobre las muestras, evitando el pre-tratamiento requerido (mineralización) por otras técnicas convencionales empleadas en el análisis de minerales como espectroscopia de emisión atómica (AES) y espectroscopia en plasma acoplado inductivamente (ICP-AES) (Sikiric´ et al., 2003; Güler, 2007; Gad et al., 2010). De esta manera se producen menos pérdidas, menor consumo de reactivos y mayor rapidez, utilizando un método sencillo y de gran exactitud.

**REFERENCIAS**

- Ali, F.; Ippersiel, D.; Lamarche, F.; Mondor, M. (2010); *Characterization of low-phytate soy protein isolates produced by membrane technologies*. Innovative Food Science and Emerging Technologies: 11, 162-168.
- Alibhai, Z.; Mondor, M.; Moresoli, C.; Ippersiel, D.; Lamarche, F. (2005); *Production of soy protein concentrates/isolates: traditional and membrane technologies*. Desalination: 191(1-3), 351-358.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists) (1995). Official methods of analysis. 16th Edn. Volumen II. Arlington: AOAC International.
- Brans, G.; Schroen, C.G.P.; Van der Sman, R.G.M.; Boom, R.M. (2004); *Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges*. Journal of Membrane Science: 243, 263-272.
- CAA (2008); Código Alimentario Argentino Ley 18284/69, Capítulo VIII (Alimentos Lácteos) Ed. La Roca, Buenos Aires, Argentina, Última edición: 11 de Octubre 2006.
- Canabady-Rochelle, L.S.; Mellema, M. (2010); *Physical-chemical comparison of cow's milk proteins versus soy proteins in their calcium-binding capacities*. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects: 366, 110-112.
- Cheryan, M. (1986); Ultrafiltration Handbook. Technomic Publishing Co, USA, 197-198.
- Chove, B.E.; Grandison, A.G.; Lewis, M.J. (2007); *Some functional properties of fractionated soy protein isolates obtained by microfiltration*. Food Hydrocolloids: 21(8), 1379-1388.
- Closa, S.J.; Landeta, de M.C.; Andérica, D.; Pighín, A.; Cufre, J.A. (2003); *Contenidos de nutrientes minerales en leche de vaca y derivados de Argentina*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición: 53(3), 320-324. ISSN 0004-0622.
- Cruz A.G.; Walter, E.H.M.; Cadena, R.S.; Faria, J.A.F.; Bolini, M.A.; Pinheiro, H.P.; Sant'Ana, A.S. (2010); *Survival analysis methodology to predict the shelf-life of probiotic flavored yogurt*. Food Research International: 43, 1444-1448.
- D'Angelo, J.; Strasser, E.; Marchevsky, E.; Perino, E. (2002); *An improved method for obtaining small pressed powder pellets for the analysis by XRF*. Chemical Analityczna Warsaw: 47, 913-924
- De la Fuente, M.A.; Montes, F.; Guerrero, G.; Juárez, M. (2003); *Total and soluble contents of calcium, magnesium, phosphorus and zinc in yoghurts*. Food Chemistry: 80, 573-578.
- Deluigi, M.T.; Perino, E.; Olsina, R.; Riveros de la Vega, A. (2003); *Sulfur- and phosphorus-  $\kappa$ spectra analyses in sulfite, sulfate and phosphate compounds by X-ray fluorescence spectrometry*. Spectrochimica Acta parte B, Atomic Spectroscopy: 58, 1699-1707.
- Domagala, J.; Kupiec, B.E. (2003); *Changes in texture of yoghurt from ultrafiltered goat's milk as influenced by different membrane types*. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Food Science and Technology: 6, 1-6.
- Farnworth, E.R.; Mainville, I.; Desjardins, M.P.; Gardner, N.; Fliss, I.; Champagne, C. (2007); *Growth of probiotic bacteria and bifidobacteria in a soy yogurt formulation*. International Journal of Food Microbiology: 116, 174-181.



- Gad, A.S.; Kholif, A.M.; Sayed, A.F. (2010); *Evaluation of the nutritional value of functional yogurt resulting from combination of date palm syrup and skim milk*, American Journal of Food Technology: 5 (4), 250-259.
- Genovese, M.; Lajolo, F. (2002); *Isoflavones in soy-based foods consumed in Brazil: Levels, distribution, and estimated intake*. Journal Agricultural and Food Chemistry: 50(21), 5987-5993.
- Güler, Z. (2007); *Levels of 24 minerals in local goat milk, its strained yoghurt and salted yoghurt (tuzlu yogurt)*. Small Ruminant Research: 71, 130-137.
- IRAM (2004); Instituto Argentino de Normalización. Norma 14001. Segunda edición.
- Krishna Kumar, N.S.; Yea, M.K.; Cheryan, M. (2004); *Ultrafiltration of soy protein concentrate: performance and modelling of spiral and tubular polymeric modules*. Journal of Membrane Science: 244(1-2), 235-242.
- Martínez Domínguez, B.; Ibáñez Gómez, M.V.; Rincón León, F. (2002); *Phytic acid: nutritional aspects and analytical implications*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición: 52(3), 219-31.
- Mattos, A.P.; Ribeiro, T.C.M.; Mendes, P.S.A.; Valois, S.S.; Mendes, C.M.C.; Ribeiro Jr., H.C. (2009); *Comparison of yogurt, soybean, casein, and amino acid-based diets in children with persistent diarrhea*. Nutrition Research: 29, 462-469.
- Messina, M.; Messina, V.; Setchell, K.D.R. (2002); Beneficios de la soja para su salud. Argentina: ASAGA: Asociación Argentina de Grasas y Aceites. Editorial Amalevi. Rosario-Argentina. I.S.B.N: 987-98758-5-0.
- Mondor, M.; Ippersiel, D.; Lamarche, F. (2010); *Impact of ultrafiltration/diafiltration sequence on the production of soy protein isolate by membrane technologies*. Innovative Food Science and Emerging Technologies: 11, 491-497.
- Omosaiye, O.; Cheryan, M. (1979); *Ultrafiltration of soy-bean water extracts: processing characteristics and yields*. Journal Food Science: 44, 1027-1033.
- Rinaldoni, A.N.; Campderrós, M.E.; Menéndez, C.; Pérez Padilla, A. (2009); *Fractionation of skim-milk by an integrated membrane process for yogurt elaboration and lactose recuperation*. International Journal of Food Engineering: 5(3), Article 1. DOI: 10.2202/1556-3758.15315.
- Rinaldoni, A.N.; Campderrós, M.E.; Pérez Padilla, A. (2010); *Yogures deslactosados elaborados con concentrados de leche bovina y de soja obtenidos por ultrafiltración*. Revista Ingeniería y Competitividad: 12(1), 19-30.
- Sikirić, M.; Brajenović, N.; Pavlović, I.; Plavljanić, N. (2003); *Determination of metals in cow's milk by flame atomic absorption spectrophotometry*. Czech Journal of Animal Science: 48(11), 481-486.

