

# **APLICACIÓN DE SISTEMAS MICELARES DE DOS FASES ACUOSAS PARA EL MEJORAMIENTO NUTRICIONAL DE HARINAS DE SOJA**

**Haidar, Carla Nahir**

*Laboratorio de Físicoquímica Aplicada a la Bioseparación. Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. Universidad Nacional de Rosario.*

Área: Ciencias Biológicas.

Sub-área: Biotecnología.

Proyecto desarrollado bajo una Beca de Innovación Tecnológica de la Fundación del Nuevo Banco de Santa Fe.

Título: "Aplicación de Sistemas Micelares de Dos Fases Acuosas para el Mejoramiento Nutricional de Harinas de Soja".

Autora: Haidar, Carla Nahir.

Directora: Pellegrini Malpiedi, Luciana.

## INTRODUCCIÓN

El proceso de industrialización de la soja consiste en la extracción del aceite para uso comestible o producción de biodiesel seguida de una desolventización y molienda para obtención de harinas proteicas. Estas harinas tienen un contenido proteico cercano al 45 % y aportan todos los aminoácidos esenciales. Sin embargo, la presencia de ciertos antinutrientes como inhibidores de tripsina (IT) y rafinosa (RAF), limitan su valor nutricional. Por otra parte, la presencia de ciertos fitoestrógenos llamados isoflavonas (IFs) despiertan interés comercial debido a los diversos beneficios en la salud humana que se hayan asociados a su consumo.

Actualmente el proceso de detoxificación o eliminación de estos antinutrientes se realiza mediante el uso de temperaturas elevadas, superiores a 80°C, produciendo pérdida de proteínas importantes en harina de soja por desnaturalización de las mismas, lo que ocasiona una disminución del valor nutricional. Por otro lado, la eliminación de las isoflavonas se realiza mediante el empleo de grandes volúmenes de solventes orgánicos, lo que es perjudicial para el medio ambiente.

En este contexto, resulta evidente la necesidad de desarrollar metodologías integrativas, sustentables y económicas que permitan un mejoramiento nutricional de las harinas de soja junto con la elaboración de un concentrado de IF de alta calidad que pueda ser insertado en el mercado farmacéutico local.

Una metodología que resulta atractiva para llevar a cabo dichos procesos es la extracción líquido-líquido empleando sistemas micelares de dos fases acuosas (SMDFA). Estos sistemas se preparan a partir de soluciones de ciertos surfactantes que presentan la propiedad de separarse en dos fases acuosas inmiscibles cuando son calentados sobre un determinado valor de temperatura. La aplicación de esta metodología al procesamiento de harinas de soja presenta varias ventajas respecto a los tradicionales métodos de extracción de antinutrientes e isoflavonas tales como: a) Simplicidad, rapidez y bajo costo b) Bajo impacto medioambiental ya que los surfactantes a utilizar son biodegradables y pueden ser reciclados c) Posibilidad de ser empleado a macro-escala.

## OBJETIVOS

El *objetivo general* de este proyecto fue desarrollar una metodología integradora que permita mejorar el valor nutricional de harinas de soja de la industria aceitera local eliminando los antinutrientes y preservando el contenido proteico esencial. Paralelamente, durante el proceso extractivo se intentó también obtener un producto concentrado en isoflavonas. Para la obtención de dicho objetivo general, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

i) Caracterizar el perfil de reparto de los componentes de la harina de soja en sistemas micelares de dos fases acuosas (SMDFA) formados por surfactantes no iónicos y diferentes tipos de sales.

ii) Analizar el efecto de diferentes variables (tiempo de extracción, temperatura, relación volumen del SMDFA/ masa de harina de soja agregada) sobre la capacidad separativa de antinutrientes e isoflavonas de soja.

iii) Evaluar la capacidad nutricional de la harina de soja tratada.

iv) Optimizar el proceso extractivo.

## METODOLOGÍA

Se empleó la extracción líquido-líquido de RAF, IT e IFs utilizando SMDFA formados por surfactantes no iónicos: Tritón X- 114 y Genapol X-080 y sales biodegradables: citrato de sodio (NaCit) y tatrato de sodio (NaTart). Para los SMDFA

formados por Tritón X-114 se emplearon los diagramas de fases previamente determinados por integrantes de nuestro grupo de trabajo. Sin embargo, para trabajar con sistemas formados por Genapol X-080 fue necesario realizar previamente la caracterización fisicoquímica de sus respectivos diagramas de fase mediante la determinación del punto de turbidez, es decir, la temperatura a la cual las soluciones de surfactante dan lugar a un sistema de dos fases. Una vez seleccionadas las condiciones de trabajo, se procedió a la preparación de distintos sistemas bifásicos formados por Tritón o Genapol al 5% P/P y Citrato de Sodio 200 mM a pH 5,00. A cada uno de ellos se le sembró una pequeña alícuota de harina de soja de modo de no alterar las composiciones de los sistemas. Luego de alcanzado el equilibrio de reparto, las fases fueron separadas por centrifugación a 1000 rpm y a cada una de ellas se les cuantificó la concentración de IT, RAF e IFs, empleando metodologías específicas para cada componente. Con la ayuda de un diseño experimental factorial completo, se evaluó el efecto de la temperatura, la masa de harina de soja agregada y del tiempo de extracción sobre el comportamiento de reparto y el rendimiento porcentual (R%) de cada antinutriente e IFs en las fases de los sistemas.

## RESULTADOS

Tabla 1: Resultados obtenidos para la extracción de antinutrientes e isoflavonas de harina de soja utilizando Tritón X-114 y Citrato de sodio. El R% presentado corresponde al calculado en fase acuosa para inhibidor de tripsina (IT) y rafinosa (RAF) y en fase micelar para isoflavonas (IF). Para proteínas totales (Prot) se informa la suma de las dos fases.

Exp.	T (°C)	t (min)	g/5mL	K <sub>rIT</sub>	R% <sub>IT</sub>	K <sub>rRAF</sub>	R% <sub>RAF</sub>	R% <sub>IF</sub>	K <sub>rProt</sub>	R% <sub>Prot</sub>
1	25	10	0,10	9.71	64	1.21	80	40	1.35	51
2	55	10	0,10	5.06	120	1.28	89	13	1.35	61
3	25	40	0,10	0.66	49	0.99	79	79	1.18	29
4	55	40	0,10	0.58	83	0.91	89	98	1.5	39
5	25	10	0,20	1.01	30	1.05	76	52	1.54	24
6	55	10	0,20	2.04	82	1.4	91	19	1.21	22
7	25	40	0,20	0.71	30	0.74	72	39	0.9	8
8	55	40	0,20	1.77	74	0.97	76	67	1.17	14
9	40	25	0,15	0.70	97	0.66	76	9	1.16	10
10	40	25	0,15	0.81	108	0.79	80	10	1.15	9
11	40	25	0,15	0.66	100	0.85	81	12	1.15	9

Tabla 2: Resultados obtenidos para la extracción de antinutrientes e isoflavonas de harina de soja utilizando Genapol X-080 y Citrato de sodio. El R% presentado corresponde al calculado en fase acuosa para inhibidor de tripsina (IT) y rafinosa (RAF) y en fase micelar para isoflavonas (IF). Para proteínas totales (Prot) se informa la suma de las dos fases.

Exp.	T (°C)	t (min)	g/5mL	K <sub>rIT</sub>	R% <sub>IT</sub>	K <sub>rRAF</sub>	R% <sub>RAF</sub>	R% <sub>IF</sub>	K <sub>rProt</sub>	R% <sub>Prot</sub>
1	25	10	010	18,10	43	1,49	53	54	1,89	60
2	55	10	0,10	0,97	10	1,25	69	23	1,75	48
3	25	40	0,10	3,95	74	1,27	40	98	1,83	60
4	55	40	0,10	0,92	12	1,37	73	26	1,93	65
5	25	10	0,20	1,48	68	1,96	39	66	1,57	40
6	55	10	0,20	0,63	20	1,02	62	22	1,80	36
7	25	40	0,20	2,60	56	0,78	56	49	1,55	43
8	55	40	0,20	1,09	20	1,15	70	16	2,24	62

9	45	25	0,15	3,65	27	1,20	71	27	1,50	34
10	45	25	0,15	2,76	28	1,15	71	24	1,51	33
11	45	25	0.15	3,00	23	1,25	70	22	1,47	31

A partir de los resultados obtenidos (Ver Tabla 1) con Tritón X-114 se observó que RAF e IT fueron recuperados mayoritariamente en la fase acuosa, pobre en micelas, mientras que las IFs fueron recuperadas en la fase opuesta, rica en micelas. Se obtuvieron valores de R% para IT superiores al 80% y de RAF cercanos al 40%. Por otra parte, las IFs pudieron ser extraídas con rendimientos de hasta un 98%, con una pérdida del 39% de proteínas totales. Un similar comportamiento fue observado para los sistemas formados por Genapol (Ver Tabla 2), aunque en este caso se observaron mayores pérdidas de proteínas totales (hasta 65%).

## CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos puede concluirse que los SMDFA formados por surfactantes no iónicos y citrato de sodio 200Mm a pH 5,00 son potencialmente aplicables en la extracción de antinutrientes e isoflavonas de soja.

Adicionalmente, considerando que el uso de Genapol X-080 está aprobado por la FDA (Food and Drug Administration), y debido a que sus valores de R% de antinutrientes estuvieron próximos a los del Tritón X-114, se concluye que los sistemas formados por Genapol serían los más adecuado para remover los antinutrientes de harinas de soja.

Si bien estos resultados son preliminares, dado que aún quedan por ensayar otras combinaciones de surfactantes y sales biodegradables, puede concluirse que los sistemas micelares de dos fases acuosas pueden emplearse para la extracción selectiva de isoflavonas de soja en la fase rica en micelas, mientras que los antinutrientes son recuperados en la fase contraria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- R. **Newkirk**. Soybean Feed Industry Guide. 1st Edition, 2010. <http://www.cigi.ca/feed> .
- K. **Akande**, E. **Fabiyi**. Effect of Processing Methods on Some Antinutritional Factors in Legume Seeds for Poultry Feeding. *Int. J. Poult. Sci.* 9 (2010) 996.
- J. **Adrian**. Nutritional and physiologic consequences of the Maillard reaction. *World Rev. Nutr. Dietetics* . 19 (1974) 71.
- M. J. **Rodríguez-Roque**, M. A. **Rojas-Graü**, P. **Elez-Martínez**, and O. **Martín-Belloso**. Soymilk phenolic compounds, isoflavones and antioxidant activity as affected by in vitro gastrointestinal digestion. *Food Chem.* 136 (2013) 212.
- A. **Pérez Rovira**, N. **Mach Casellas**. Efecto del consumo de soja en relación con los síntomas de la menopausia. *Rev. Española Nutr. Humana y Dietética.* 16 (2012)76.