

## Artículos Originales

# INCIDENCIA DEL POLVO PROTEICO DE *Dosidicus gigas* “POTA” EN LAS CARACTERÍSTICAS FISCOQUÍMICAS EN EL PERÍODO DE INCUBACIÓN DEL YOGUR

Incidence of protein powder *Dosidicus gigas* “pota” on the physicochemical characteristics in the incubation period for yogurt

Javier S. Córdova<sup>1</sup>, Fernando G. Quevedo<sup>1</sup>, Luz M. Cerrón<sup>2</sup>, Luis A. Inostroza<sup>1</sup>, Rafael Castro<sup>3</sup>, Armando Solari<sup>3</sup>, José R. Juárez<sup>4</sup>, Ursula Villafuerte<sup>1</sup>, Eloísa M. Hernández<sup>4</sup>, Martín Y. Condorhuaman<sup>4</sup>, Deyli Díaz<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Centro Latinoamericano de Enseñanza e Investigación en Bacteriología Alimentaria, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <sup>2</sup>Facultad en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú. <sup>3</sup>Instituto Tecnológico de la Producción, ITP. <sup>4</sup>Instituto de Investigación en Ciencia Farmacéutica y Recursos Naturales “Juan de Dios Guevara”, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <sup>5</sup>Laboratorio de Microbiología de Medicina Veterinaria de la Universidad Alas Peruanas

## RESUMEN

El propósito de la investigación fue evaluar la influencia del polvo proteico de *Dosidicus gigas* “pota” (PPP) en las características fisicoquímicas durante el periodo de incubación del yogur. Las leches, previamente estandarizadas con PPP al 1 (YM1), 3 (YM2), 5 (YM3), 7 (YM4) y 10% p/v (YM5), más un control (YM6), fueron tratadas, inoculadas con fermento lácteo al 0,002% (p/v) para cada tratamiento y, por último, incubadas por seis horas a 42°C. Durante la fermentación láctea se midieron cada hora el pH, acidez y viscosidad. El PPP incidió favorablemente en las características fisicoquímicas del yogur. Al finalizar el periodo de incubación, se observó que el porcentaje de acidez llegó a 1,02 en el tratamiento YM5, ocasionando disminución en el pH hasta 4,28; la viscosidad resultó más alta (5855ocP) en el tratamiento YM5. Finalmente, después de tres horas de incubación, alcanzó las características requeridas para considerarse un buen yogur.

**Palabras clave:** Polvo proteico de pota, *Dosidicus gigas*, características fisicoquímicas, incubación del yogur.

## SUMMARY

The purpose of the research was to evaluate the influence of protein powder *Dosidicus gigas* “pota” (PPP) on the physicochemical characteristics during incubation period of yogurt. Milks previously standardized with PPP 1 (YM1), 3 (YM2), 5 (YM3), 7 (YM4) and 10% w/v (YM5), plus one control (YM6), were treated, inoculated with ferment dairy 0,002% (w/v) each treatment; finally incubated for six hours at 42°C. During the milk fermentation, every hour were measured the pH, acidity and viscosity. The PPP had a favorable impact on the physicochemical characteristics of yogurt. At the end of the incubation period it was observed that the percentage of acidity reached 1,02 in the treatment YM5, causing decrease in pH to 4,28; the viscosity was higher (5855ocP) in treatment YM5. Finally, after three hours of incubation, reached the characteristics required for a good yogurt

**Keywords:** Protein powder of jumbo squid, *Dosidicus gigas*, physicochemical characteristics, incubation of yogurt.

## INTRODUCCIÓN

El uso de nuevos insumos en la industria de alimentos ofrece actualmente alternativas importantes para la mejora y desarrollo de nuevos productos; bajo procesos controlados se obtienen alimentos optimizados con diversas cualidades favorables, tanto para el fabricante como para el consumidor.

Avances en el estudio de la fermentación ácido-láctica, permiten disponer actualmente en el mercado de cultivos iniciadores purificados, con presentaciones que facilitan su uso en la industria láctea; tal es el caso de los cultivos termófilos, cuya principal aplicación es la producción de yogur a partir de leche. Se han efectuado investigaciones para evaluar procesos fermentativos que se presentan al adicionar insumos alimentarios nuevos, respecto a los que ocurren en la leche de vaca sin ninguna adición. Debido a la importancia que tiene el nivel de sólidos totales de la leche en la consistencia y aroma del yogur, algunos investigadores han determinado el efecto del incremento en los sólidos totales de la leche en el desarrollo de las características fisicoquímicas y en tiempo de coagulación del yogur<sup>1</sup>.

Se han realizado pruebas enriqueciendo la leche antes de la fermentación, mediante la adición de fructuosa, leche en polvo y sólidos de soya no grasos, hasta alcanzar un valor de sólidos totales alrededor de 14% en peso. También se ha evaluado el efecto de la adición de proteínas de suero concentrado y sólidos no grasos en la elaboración de yogur; y se han desarrollado muchas investigaciones intentando la adición de solutos como caseína y proteína de suero hidrolizada para mejorar dicho producto lácteo<sup>1,2</sup>.

El propósito de este trabajo fue evaluar la influencia del polvo proteico de *Dosidicus gigas* “pota” (PPP) en las características fisicoquímicas del yogur durante su periodo de incubación, para lo cual, se hizo seguimiento al cambio en las propiedades fisicoquímicas de la leche y se efectuaron comparaciones en condiciones semejantes con un testigo o control.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Materia prima:** leche entera procesada UHT, adquirida de centros comerciales.

**Insumo:** polvo proteico de pota (*Dosidicus gigas*) (PPP), denominado así por tener un contenido considerable de proteína

dentro de su composición química proximal. Fue obtenido mediante un proceso de secado por atomización, realizado en el ITP y en la empresa Aromas del Perú S.A.

### Análisis de leche y PPP

#### Composición química proximal

La composición química de la leche, ha sido determinada según métodos oficiales de la AOAC 1990<sup>3</sup> para los análisis de humedad, cenizas y proteína. Para la determinación de grasa se empleó en método Gerber<sup>4</sup>. Los carbohidratos totales se determinaron por diferencia.

La composición química del PPP, ha sido determinada según los métodos oficiales de la AOAC 1995<sup>5</sup>, que comprende análisis de humedad, cenizas, grasa y proteína. Los carbohidratos totales se determinaron por diferencia.

#### Características fisicoquímicas

Para la leche, las determinaciones fueron:

- a. **pH:** método potenciométrico.
- b. **Acidez:** método de titulación ácido-base.
- c. **Sólidos totales:** método de estufa.
- d. **Densidad:** método de lactodensímetro.

Para el PPP, se determinaron:

- a. **pH:** mediante el método potenciométrico.
- b. **Acidez:** mediante el método de titulación ácido-base.
- c. **Densidad aparente:** fue determinada de acuerdo con la metodología citada por Aguilera<sup>6</sup> con modificaciones en el volumen de la probeta graduada y volumen a conseguir. El valor de la densidad aparente se calculó según:

$$D = \frac{(Pt - Pp)}{200}$$

Donde:

- Pt : peso total, g
- Pp : peso de la probeta, g
- D : densidad aparente, g/mL

#### Análisis del periodo de incubación en la elaboración de yogur

Las leches previamente estandarizadas con PPP al 1, 3, 5, 7 y 10% p/v (YM1, YM2, YM3, YM4 y YM5, respectivamente), más un control (YM6), luego de pasteurizarlas (85°C por diez minutos), fueron inoculadas a 42°C con 0,002% (p/v) del fermento láctico (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*) y, por último, fueron incubadas por seis horas a 42°C. Cada hora, durante la fermentación, se midieron pH (según lo establecido por la AOAC 1990<sup>3</sup>), acidez (titulación ácido-base según lo establecido por la AOAC 1990<sup>3</sup>) y viscosidad (a temperatura ambiente, 22°C, mediante viscosímetro de Brookfield, con velocidad de corte de 100 rpm; los resultados se expresaron en centipoise (cP)<sup>1</sup>).

### RESULTADOS

En cuanto a la composición química proximal de la leche y el PPP, los análisis se realizaron con fines de caracterización

**Tabla 1.** Composición química proximal de la leche.

Característica	Valor (%)
Proteína total	3,13 ± 0,058
Agua	88,03 ± 0,115
Minerales totales	0,71 ± 0,006
Lípidos	3,47 ± 0,058
Carbohidratos	4,66 ± 0,113
Valor Medio ± Desviación Estándar (n = 3).	

**Tabla 2.** Composición química proximal del PPP.

Característica	Valor (%)
Proteína total	41,97 ± 0,180
Lípidos	2,06 ± 0,045
Carbohidratos	50,16 ± 0,114
Humedad	4,86 ± 0,055
Minerales totales	0,95 ± 0,006
Valor Medio ± Desviación Estándar (n = 3).	

**Tabla 3.** Propiedades fisicoquímicas.

Características	Leche	Polvo proteico de pota (PPP)
pH (22°C)	6,76 ± 0,021	6,71 ± 0,055
Acidez (% ác. láctico)	0,18 ± 0,006	2,28 ± 0,058
Sólidos totales (%)	11,9667 ± 0,115	-
Densidad (22°C) (g/mL)	1,0311 ± 0,001	-
Densidad aparente (21°C) (g/mL)	-	0,3929 ± 0,002
Valor Medio ± Desviación Estándar (n = 3).		

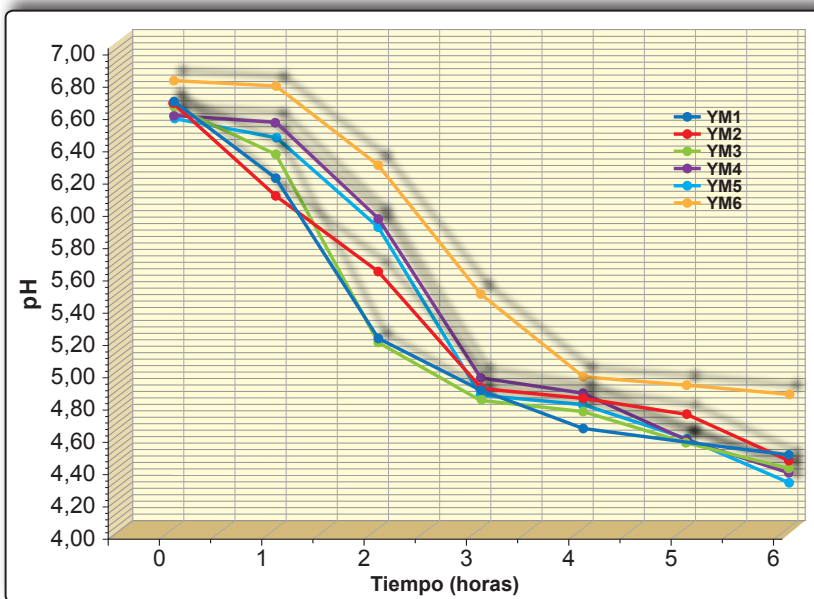
y, mediante esto, dar a conocer el aporte de proteína tanto de la materia prima como del insumo.

La leche utilizada para elaborar el yogur contiene alrededor de 3% de proteínas (tabla 1), en tanto, el PPP como insumo para elaborar el yogur tiene 42% de proteína aproximadamente (tabla 2).

Los valores promedio de las propiedades fisicoquímicas determinadas en la leche y PPP se muestran en la tabla 3. Observar que el PPP presenta un pH de 6,71, muy cercano al pH de la leche.

#### Periodo de incubación en la elaboración de yogur

Se realizó evaluación y seguimiento al periodo de incubación, mostrándose los resultados de los seis tratamientos (YM1, YM2, YM3, YM4, YM5 y YM6) en las figuras 1, 2 y 3. El comportamiento del pH muestra notoriamente una caída conforme aumenta el tiempo de permanencia en la incubadora. La acidez aumenta al incrementarse el tiempo. La viscosidad aumenta por cada hora transcurrida.



**Figura 1.** Comportamiento del pH durante el proceso de incubación.

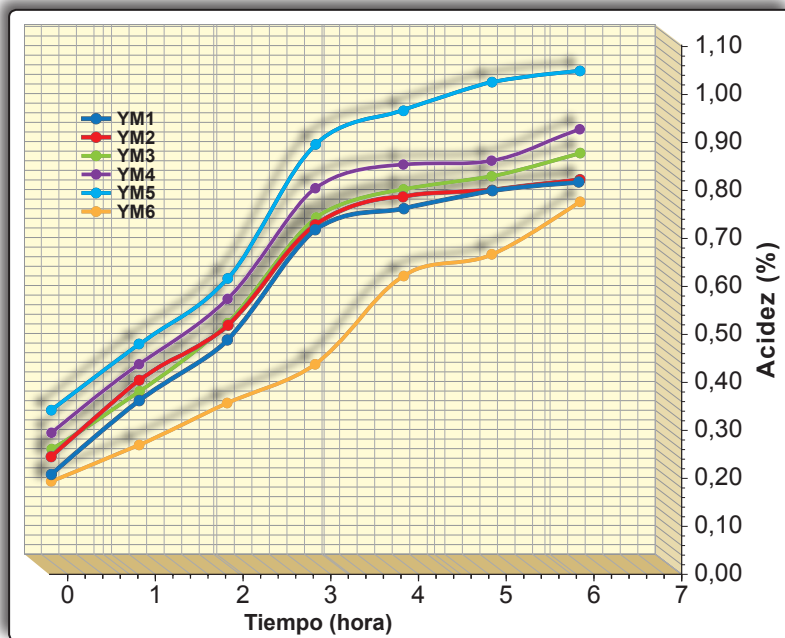


Figura 2. Comportamiento de acidez durante el proceso de incubación.

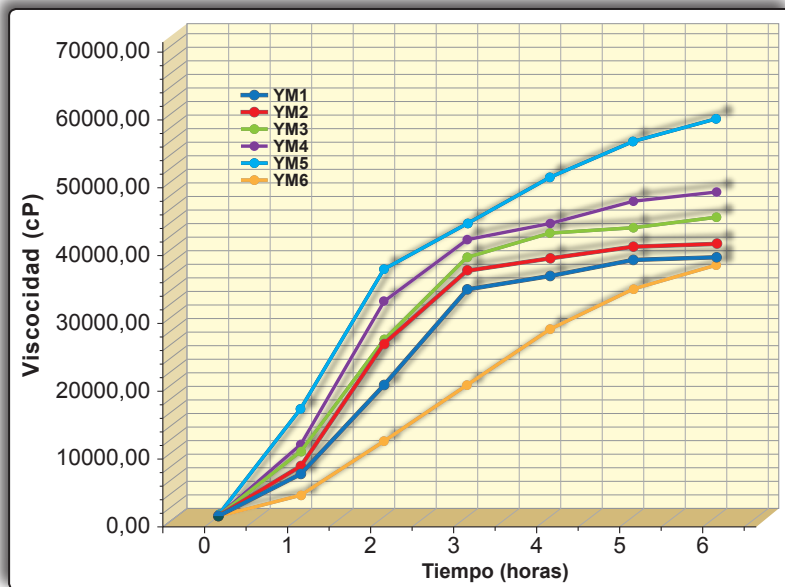


Figura 3. Comportamiento de la viscosidad durante el proceso de incubación.

## DISCUSIÓN

El contenido proteico obtenido de la leche, se encuentra dentro del rango establecido por Agudelo y Bedoya<sup>7</sup>, estando constituido por una mezcla de numerosas fracciones proteicas con pesos moleculares distintos.

Masa *et al*<sup>8</sup>, indican un contenido de proteína total para la pota de 16-18%, en promedio, y humedad de 82-86%; en tal sentido, como PPP, el contenido de proteína se incrementó a casi 42% a causa de la pérdida de agua durante el proceso de secado por atomización. Además, no se encontraron relaciones significativas entre el peso y

tamaño de los especímenes con los contenidos de nitrógeno total (proteína) no siendo estos valores estadísticamente significativos en los especímenes pequeños, intermedios y grandes. El pH del PPP fue de 6,71.

Keyl *et al*<sup>9</sup>, indican que el valor de pH dependería de varios factores como, el tiempo transcurrido desde la captura y el estado fisiológico del animal. El pH sirve más como índice de calidad<sup>10</sup>, por lo que el valor obtenido en la investigación presumiblemente reflejaría buena calidad. También mencionan que algunas veces el pH tiende a elevarse hasta 7,0 debido al aumento de amoníaco en los procesos de putrefacción de la pota. Sin embargo, debe considerarse que dicha elevación podría darse a causa de los diferentes tratamientos para eliminación de compuestos amoniacales y no necesariamente por procesos putrefactivos. En consecuencia, el pH obtenido probablemente se debería a los procesos a los que fue sometida la pota para llegar a ser polvo proteico.

El cambio de pH y acidez titulable durante el periodo de incubación del yogur fueron influenciados por el enriquecimiento con proteína a través del PPP en los diferentes tratamientos (figura 1), tal como menciona Vera<sup>11</sup>, quien además señala que los polvos alimentarios o aditivos alimentarios ejercen efecto sobre las propiedades fisicoquímicas.

El cambio de pH durante la fermentación se muestra en la figura 1. El grupo control (tratamiento seis, "YM6") varió de 6,70 a cero horas, hasta 4,84 a las 5 horas estabilizándose levemente a partir de entonces hasta la sexta hora. Al comparar con los otros grupos que contenían proteína añadida, se observó que el PPP tuvo gran efecto sobre el pH, ya que fue significativamente menor en cada intervalo de tiempo, lo que evidenciaría que la proteína presente en el PPP produjo altos niveles de acidez durante la fermentación. Estos resultados tienen una estrecha relación con los obtenidos por Vera<sup>11</sup> y Enriquez<sup>1</sup>, quienes explican que una fortificación de la materia seca influye notablemente en las características fisicoquímicas durante la fermentación de la leche. Entre el tratamiento uno (YM1) y el dos (YM2), no hubo diferencia significativa a cada intervalo de tiempo hasta las seis horas de incubación, lo cual indica que el PPP disminuyó el pH durante el periodo de incubación. Martins y Netto<sup>12</sup>, explican que las proteínas tienen diversas propiedades funcionales, entre estas las que están relacionadas con el descenso o aumento de pH.

La acidez, al igual que el pH, es una propiedad de suma importancia en los productos lácteos<sup>13,14</sup>, debido a que no sólo es un indicador de calidad y preferencia sino además de microorganismos que puedan estar presentes, desarrollarse o deteriorar el producto durante el proceso fermentativo<sup>15</sup>. Posiblemente, la acidez del polvo proteico de pota influya en la del lácteo, ya que la acidez titulable aumentó con el tiempo

de fermentación (figura 2), siendo la del control la más baja, mientras que la del YM5 –que contenía 10% de PPP– fue la más alta en cada unidad de tiempo de incubación.

La acidez aumentó con el tiempo de incubación en todos los grupos, tal como indican Rincón *et al*<sup>16</sup>. La comparación de los tratamientos uno y dos no evidenció diferencias significativas, aunque probablemente ambos hayan experimentado el efecto de la proteína presente en el PPP en cuanto a sus valores de acidez. La única diferencia notoria se demostró entre los tratamientos cuatro y cinco, atribuible a la considerable incorporación de PPP a la leche. Según Rincón, estos eventos son característicos de la incorporación de un nuevo insumo en la elaboración del yogur.

La viscosidad es uno de los atributos de calidad más preciados del yogur<sup>1</sup>. Durante el periodo de incubación, se encontró que ésta aumentaba conforme transcurría el tiempo de fermentación en todos los tratamientos (figura 3), excepto el seis. El tratamiento cinco que, como se dijo, contenía el más alto nivel de incorporación de PPP, mostró diferencia notable en su viscosidad frente a otros tratamientos hasta finalizar la sexta hora de fermentación, tal vez porque se desarrolló una red sólida entre la caseína de la leche y la proteína presente en el PPP durante la incubación, tal como menciona Ojeda<sup>17</sup>. Según Nieto *et al*<sup>2</sup>, las proteínas presentes en el alimento, durante la fermentación láctea, contribuyen fuertemente a la formación del gel; quizás debido a esto se observó la marcada diferencia de viscosidad entre tratamientos.

Rinaldonis *et al*<sup>18</sup>, observaron que la generación de viscosidad durante el periodo de incubación depende del contenido de sólidos totales presentes en la leche; esto se pudo verificar en los resultados de la investigación. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos a diferentes porcentajes de adición de PPP, concordantes con los resultados obtenidos por Enriquez<sup>1</sup>.

## CONCLUSIONES

El polvo proteico de pota (PPP) posee alto contenido proteico (42%) lo que al parecer ejerce efecto positivo e incide favorablemente en las características fisicoquímicas durante el periodo de incubación del yogur. En términos generales, el tiempo de incubación, fue de tres horas, mucho menor al tiempo promedio necesario.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Enriquez DF. Efecto de la concentración de sólidos totales de la leche enteray tipo de cultivo comercial en las características reológicas del yogurt natural tipo batido. [Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Agroindustrial]. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, 2012.
2. Nieto I, Karlen J, Ramos E. Fortificación de yogurt batido con alto contenido proteico. Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI. Santa Fe; 2013.
3. AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. 15<sup>th</sup> ed. Arlington: AOAC International, 1990.
4. Salazar M. Manual de técnicas de análisis químicos de alimentos. Facultad de ciencias químicas, Universidad de Guayaquil. Ecuador. Guayaquil; 1982.
5. AOAC. Official Methods of AOAC International, 16<sup>th</sup> ed. Arlington: AOAC International, 1995.
6. Aguilera JM, Stanley DW. Microstructural principles of food processing and engineering. 2<sup>nd</sup> ed. Maryland: An Aspen Pub.; 1999.
7. Agudelo D, Bedoya O. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Revista Lasallista de Investigación. 2005; 2(1): 38-42.
8. Masa S, Solari A, Albrecht-Ruiz M. Reducción de la intensidad del sabor ácido amargo de la pota mediante lavados con soluciones ácidas y neutralizantes. Boletín de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. 2007-2008; 8: 23-9.
9. Keyl F, Argüelles J, Tafur R. Interannual variability in size structure, age, and growth of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) assessed by modal progression analysis. ICES Journal of Marine Science. 2011; 68(3): 507-18.
10. Cuq B, Gaiani C, Turchiuli C, Galet L, Scher L, Jeantet R, *et al*. Chapter two—advances in food powder agglomeration engineering. Advances in Food and Nutrition Research. 2013; 69: 41-103.
11. Vera R. Efecto de la adición de caseinato de sodio y gelatina, sobre la viscosidad aparente, sinéresis y tiempo de fermentación en yogurt batido. [Tesis para optar al título de Ingeniero en Industrias Alimentarias]. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo; 2011.
12. Martins VB, Netto FM. Physicochemical and functional properties of soy protein isolate as a function of water activity and storage. Food Research International. 2006; 39(2): 145-53.
13. Kaaki D, Kebbe O, Najm NE, Olabi A. Preference mapping of commercial Labneh (strained yogurt) products in the Lebanese market. Journal of Dairy Science. 2012; 95(2): 521-32.
14. Bayarri S, Martí M, Carbonell I, Costell E. Identifying drivers of liking for commercial spreadable cheeses with different fat content. Journal of Sensory Studies. 2012; 27(1): 1-11.
15. Säker W. Efecto del cultivo láctico y adición de gelatina y sacarosa sobre la sinéresis, viscosidad, sabor y consistencia en leche fermentada. [Tesis para optar al título de Ingeniero en Industrias Alimentarias]. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo; 2011.
16. Rincón F, Oberto A, León de Pinto G. Funcionalidad de la goma de *Enterolobium cyclocarpum* en la preparación de yogurt líquido semi-descremado. Revista Científica (FCV-LUZ), 2005; 15(1): 83-7.
17. Ojeda A. Elaboración de yogurt a base de leche enriquecido con quinua. [Tesis Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias]. Universidad de las Américas. Quito; 2010.
18. Rinaldonis AN, Campderrós ME, Pérez A. Yogures deslactosados elaborados con concentrados de leche bovina y de soja obtenidos por ultrafiltración. Instituto de Investigaciones en Tecnología Química, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis, Argentina. San Luis; 2010.

Manuscrito recibido el: 02/02/2016

Aceptado para su publicación el: 19/09/2016

## Correspondencia

Nombre: Ing. Javier Saúl Córdova Ramos  
 Dirección: Jr. Puno 1002 Lima 01 - Perú  
 e-mail: javier.cordova.ramos@hotmail.com