

## Efecto del método de secado del mucílago de chía (*Salvia hispanica* L.) sobre sus propiedades fisicoquímicas y funcionales

Orifici S.C.<sup>1</sup>, Capitani M.I.<sup>1,2</sup>, Tomás M.C.<sup>2</sup>, Nolasco S.M.<sup>1</sup>

(1) TECSE, Dto. Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería - UNCPBA, Olavarría, Bueno Aires, Argentina.

(2) CIDCA-CONICET, Facultad de Ciencias Exactas - UNLP, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

[marianelacapitani411@hotmail.com](mailto:marianelacapitani411@hotmail.com)

### RESUMEN

Se analizó comparativamente el efecto del método de secado del mucílago de chía sobre sus propiedades fisicoquímicas y funcionales. El mucílago se extrajo mediante exudación con agitación mecánica, secado mediante liofilización (MI) y estufa por circulación de aire caliente (MII) y separación por tamizado. El MI permitió obtener un mayor rendimiento de extracción que el MII (12,4 y 3,4% base seca b.s.-, respectivamente), alcanzando en una segunda etapa de extracción un 6,8 (MI) y un 3,5 (MII) % (b.s.). El mucílago obtenido según MI presentó una textura más suave, esponjosa y liviana y un color beige más claro y opaco que el obtenido por el MII. Los diferentes métodos de secado no afectaron significativamente la humedad de los mucílagos ( $p>0,05$ ). Ambos mucílagos evidenciaron altos porcentajes de proteínas (16,4 y 14,7% b.s.) y bajos en fibra cruda (7,9 y 9,3% b.s., para MI y MII, respectivamente). El MI permitió generar un mucílago con mejores propiedades relacionadas con componentes lipídicos, mientras que el MII un mucílago con mejor capacidad de retención de agua. En general, el método de secado empleado afectó las propiedades fisicoquímicas y funcionales de los mucílagos, observándose algunas características particulares que los diferenciaron entre sí.

**Palabras Clave:** *Salvia hispanica* L., mucílago de chía, secado, propiedades fisicoquímicas y funcionales

### ABSTRACT

The effect of drying method on the physicochemical and functional properties of chia mucilage were comparatively analyzed. The mucilage was obtained by exudation with mechanical agitation, drying through freeze drying (MI) and oven by hot air circulation (MII) and separation by sieving. The MI yielded a higher extraction yield than MII (12.4 and 3.4% dry basis - b.s.-, respectively), reaching in a second extraction step 6.8 (MI) and 3.5 (MII) % (bs) of mucilage, respectively. The mucilage obtained according MI presented a softer, fluffy, light texture and lighter and opaque than the obtained by the MII beige color. The different drying methods did not affect significantly ( $p>0.05$ ) mucilage moisture. Both mucilages showed high percentages of protein (16.4 and 14.7% d.b.) and low crude fiber (7.9 and 9.3% d.b., for MI and MII, respectively). The MI generated mucilage with better properties related to lipid components, while MII showed better water retention capacity. In general, the drying method employed affected the physicochemical and functional properties of mucilage, with some characteristics differing from one another.

**Keywords:** *Salvia hispanica* L., chia mucilage, drying, physicochemical and functional properties

### INTRODUCCIÓN

El mucílago extraído de las semillas de chía, es un heteropolisacárido aniónico cuyos azúcares predominantes son xilosa y glucosa en una relación aproximadamente 2:1, además de presentar una cantidad significativa de ácidos úronicos (galacturónico y glucurónico) y azúcares neutros, como arabinosa y galactosa. Cabe considerar, que la estructura molecular así como la composición química y las propiedades funcionales son factores que importan a la hora de decidir la idoneidad de un polisacárido para su aplicación



en la industria alimentaria y/o farmacéutica (Timilsena et al., 2016). El mucílago de chía se encuentra dentro de las células epidérmicas de la testa (cubierta externa) de la semilla madura y cuando ésta se pone en contacto con agua se rompe la primera capa de células, permitiendo la salida de las fibras de mucílago que luego rodearán la semilla. Cuando el mucílago está hidratado por completo, forma una cápsula transparente que rodea la semilla, adhiriéndose a ella con gran tenacidad (Muñoz et al., 2012a, Capitani et al., 2013). Se han desarrollado diversos métodos para su extracción que contemplan diferentes pretratamientos de las semillas, técnicas de agitación, relación semilla:agua, tiempos y temperaturas de remojo (Muñoz et al., 2012a, Coorey et al., 2014, Segura-Campos et al., 2014, Capitani et al., 2015). En todos los métodos se aplica, en primera instancia, la exudación del mucílago en medio acuoso. Cabe destacar que las condiciones operativas de extracción tienen efectos significativos no sólo sobre el rendimiento, sino también sobre la pureza y la viscosidad relativa de los polisacáridos crudos (Wu et al., 2007). La información existente en cuanto a las propiedades funcionales del mucílago de chía indica que se trata de un polímero con acción espesante con una elevada viscosidad en agua y posibles efectos metabólicos benéficos (Lin et al., 1994, Marin Flores et al., 2008). Capitani et al., (2015) estudiaron la viscosidad de dispersiones acuosas con la incorporación de este polisacárido, indicando que la misma aumenta al incrementar la concentración del mismo de 0,25 a 1,00% (p/v). Por otra parte, se ha demostrado que la inclusión de mucílago de chía en reemplazo de huevo y aceite, en la elaboración de tortas, mantiene las propiedades funcionales y sensoriales debido a su acción espesante (Borneo et al., 2010). Recientemente, se ha indicado que dicho mucílago puede ser empleado para su inclusión en la elaboración de películas funcionales biodegradables (Muñoz et al., 2012b, Capitani et al., 2016). La ingesta de mucílago de chía sólo o en combinación con la semilla, tiene influencia sobre el metabolismo de lípidos mediante la disminución de la absorción intestinal de ácidos grasos, colesterol y el arrastre de sales biliares, aumentando la pérdida de colesterol a través de las heces, además de inhibir la síntesis endógena de colesterol y la desaceleración de la digestión y la absorción de nutrientes (Hentry et al., 1990). Así, el conocimiento de las propiedades fisicoquímicas y funcionales del mucílago de chía, resulta de alta consideración para conocer su aplicabilidad industrial en el desarrollo de diferentes formulaciones alimentarias. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue analizar comparativamente el efecto del método de secado del mucílago de chía sobre sus propiedades fisicoquímicas y funcionales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestra

Los ensayos experimentales, se realizaron empleando semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) provistas por la empresa DUSEN SRL., Argentina.

### Obtención del mucílago de chía

#### Método I (MI)

El mucílago se obtuvo siguiendo la técnica descrita por Capitani et al. (2013) con algunas modificaciones. Semillas de chía enteras se remojaron en agua (1:31 p/v), con agitación mecánica durante 2 h y a 85°C. Esta mezcla se distribuyó en bandejas de plástico (capa de 1 cm de espesor) las cuales se cubrieron con papel aluminio, se congelaron a -20°C durante 96 h y se liofilizaron (-50°C, 26 Pa, 120 h) (Liofilizador Boyikang Laboratory Instruments IncFD-1A-50, China). Por último, el mucílago seco se separó de las semillas mediante un proceso de tamizado (malla N° 20 ASTM, 840  $\mu$ m), en tres periodos de 15 min cada uno.

#### Método II (MII)

El mucílago se obtuvo según la metodología previamente descrita por Muñoz et al. (2012a). Así, las semillas enteras de chía se remojaron en agua (1:40 p/v) con agitación mecánica a 80°C durante 2 h. Esta mezcla se distribuyó en bandejas de vidrio y se eliminó el agua mediante secado en estufa por circulación de aire caliente a 50°C, durante 18 h. Por último, el mucílago seco se separó de las semillas mediante un proceso de tamizado (malla N° 35 ASTM, 500  $\mu$ m), en tres periodos de 15 min cada uno.

Los dos tipos de mucílago se guardaron en frascos de plástico cerrados herméticamente y se almacenaron en desecador para protegerlos de la humedad.



### **Determinación del mucílago residual**

Las semillas obtenidas después de la primera extracción con cada una de las metodologías, se sometieron a una segunda extracción bajo las mismas condiciones operativas. Asimismo, a las semillas procesadas según el Método II se las sometió a una segunda extracción bajo las condiciones del Método I.

### **Caracterización de los mucílagos**

#### **Propiedades fisicoquímicas**

Se realizó la caracterización proximal determinando el contenido de humedad (AOCS Ba 2<sup>a</sup>-38, 1998), cenizas (Método Oficial AOCS Ba 5<sup>a</sup>-49, 1998), aceite (IUPAC 1.122, 1992), proteínas (AOAC, 1990) y fibra cruda (AOCS Ba 6-84, 1998). El contenido de extractos libres de nitrógeno, se calculó por diferencia restando a 100 las cenizas, aceite, proteínas y fibra cruda.

#### **Propiedades funcionales**

Se determinaron las siguientes propiedades funcionales: capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de retención de aceite (CRAc.), actividad y estabilidad emulsificante (Chau et al., 1997), capacidad de absorción de agua (CAb) (AACC 88-04, 1984), capacidad de adsorción de agua (CA<sub>d</sub>) (Chen et al., 1984) y capacidad de absorción de moléculas orgánicas (CAMO) (Zambrano et al., 2001).

#### **Análisis estadístico**

Los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza ANOVA seguido por el test de Tukey ( $p < 0,05$ ), usando el software InfoStat (Universidad Nacional de Córdoba, 2004).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la **Figura 1** puede observarse el aspecto visual de los mucílagos obtenidos por cada metodología. El secado por liofilización (Método I), permitió obtener un mucílago con una textura más suave, esponjosa, liviana y de un color beige más claro, pero opaco, que el mucílago obtenido por secado en estufa por circulación de aire caliente (Método II). Las diferencias observadas en cada uno de los mucílagos obtenidos pueden atribuirse a las condiciones operativas aplicadas en cada Método. Las altas temperaturas empleadas durante la exudación (80 - 85°C) afectó el color del mucílago, produciendo un leve pardeamiento. A su vez, en el Método II, el secado en estufa con circulación de aire caliente (50°C, 18 h) también puede haber afectado el aspecto final del mismo.

El Método I logró alcanzar un rendimiento de extracción de mucílago de chía de  $12,4 \pm 0,65\%$  b.s., siendo dicho valor superior al obtenido mediante el Método II ( $3,4 \pm 0,14\%$  b.s.) y a los informados por Reynoso-Cortés (2002) (1,3% b.s.), Muñoz et al. (2012a) (7% b.s.) y Capitani et al. (2015) (4% b.s.), mientras que resultó cercano al reportado por Marín Flores et al. (2008) (15% b.s.). En tanto, el rendimiento de extracción alcanzado por el Método II fue aproximadamente la mitad que el obtenido por Muñoz et al. (2012a) en mucílago de chía extraídos de semillas de origen chileno y aplicando la misma metodología de extracción (7% b.s.).



**Figura 1.** Mucílago obtenido mediante el Método I (izquierda) y mediante el Método II (derecha).**Mucílago residual**

Las semillas previamente tratadas por el Método I, y sometidas a una segunda extracción por la misma metodología, presentaron un contenido de mucílago residual de  $6,8 \pm 0,42\%$  b.s. Esto puede relacionarse con estudios previos realizados por Capitani et al. (2013) sobre la caracterización microestructural de semillas de chía con previa extracción de mucílago (aplicando secado por liofilización), quienes observaron que la superficie de dichas semillas presenta pequeñas células del mesocarpio espaciadas, las cuales quedarían expuestas a liberar sustancias mucilaginosas durante un segundo proceso de extracción. Por otra parte, las semillas previamente tratadas por el Método II y aplicando una segunda extracción por la misma metodología, exhibieron un rendimiento significativamente inferior ( $p < 0,05$ ) de mucílago residual ( $3,3 \pm 0,23\%$  b.s.). Sin embargo, someter a estas semillas a una segunda extracción con las condiciones del Método I originó un  $8,7 \pm 0,47\%$  de mucílago residual. Esto afirma la mayor efectividad del Método I (secado por liofilización) para la extracción del mucílago de chía. Cabe destacar, que dicho rendimiento fue significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) al alcanzado por Bertolli (2015) ( $7,3 \pm 0,17\%$  b.s. de mucílago residual) quien aplicó una segunda extracción por el Método I (secado por liofilización), pero bajo condiciones operativas diferentes (1:20 -p/v-, 1 h, a temperatura ambiente y con agitación mecánica).

**Composición proximal**

En la **Tabla 1** se presenta la composición proximal de los mucílagos obtenidos por el Método I y Método II respectivamente. Puede observarse, que el contenido de humedad de ambos mucílagos no se diferenció significativamente ( $p > 0,05$ ), a pesar de utilizar diferentes métodos de secado. Los dos mucílagos presentaron altos porcentajes de proteínas, pero bajos de fibra cruda. Si bien no se detectaron diferencias significativas entre ambos mucílagos en lo que al contenido de fibra cruda respecta, el porcentaje proteico fue significativamente superior ( $p < 0,05$ ) en el mucílago obtenido por el Método I. Asimismo, el contenido de cenizas fue significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) en el mucílago obtenido por secado por liofilización, siendo dicho valor similar al informado por Capitani et al. (2015) para mucílago de chía obtenido bajo la misma metodología pero con distintas condiciones operativas (relación semilla:agua 1:10 -p/v-, 4 h y exudación a temperatura ambiente) y aplicando el mismo método de secado (liofilización). Por otra parte, el contenido de lípidos residuales de los mucílagos estuvo comprendido entre 9 y 11,5% b.s. sin diferenciarse significativamente entre sí ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 1.** Composición proximal del mucílago de chía

Componente	Contenido (% b.s.)	
	Mucílago Método I	Mucílago Método II
Humedad	$7,93 \pm 0,4^a$	$7,70 \pm 0,3^a$
Proteínas	$16,40 \pm 0,01^b$	$14,66 \pm 0,21^a$
Cenizas	$10,31 \pm 0,12^b$	$9,12 \pm 0,01^a$
Lípidos residuales	$9,05 \pm 0,74^a$	$11,46 \pm 0,29^a$
Fibra Cruda	$7,92 \pm 0,51^a$	$9,29 \pm 0,02^a$
ELN*	$56,33 \pm 1,14^a$	$55,49 \pm 0,05^a$

ELN: extracto libre de nitrógeno; \*Calculado por diferencia.

Valores seguidos por letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas entre las muestras ( $p < 0,05$ ).

Cabe destacar que el contenido proteico presente en un polisacárido, puede estar asociado a la presencia natural de proteínas estructurales y enzimas, como así también a una posible contaminación del mismo con parte de la semilla. Así, un bajo porcentaje de proteínas está relacionado con la pureza del mucílago, a menos que éstas se encuentren asociadas al mismo (Karazhiyan et al., 2011). Timilsena et al. (2015) extrajeron y purificaron mucílago de chía, el cual presentó un 93,8% de hidratos de carbono, un 2,3% de proteínas y un



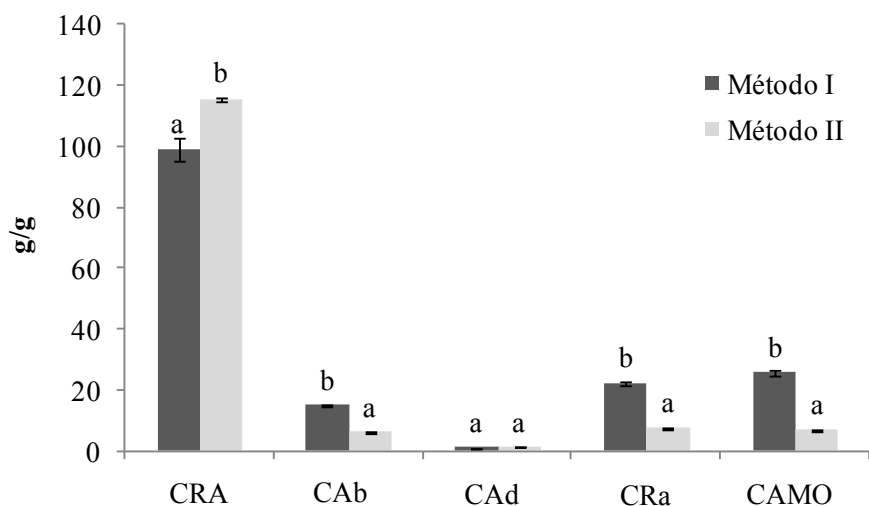


0,6% de aceite (todos expresados en base seca), quienes sugieren la posible existencia de uniones covalentes entre proteínas y lípidos con el polisacárido.

### Propiedades funcionales

En la **Figura 1** se presentan las propiedades funcionales del mucílago de chía obtenido con cada metodología. Puede observarse que, la capacidad de retención de agua fue significativamente superior ( $p < 0,05$ ) en el mucílago que fue secado por circulación de aire caliente (Método II), mientras que la capacidad de absorción de agua fue significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) en el mucílago secado por liofilización (Método I), no observándose diferencias significativas para la capacidad de adsorción de agua ( $p > 0,05$ ). La capacidad de retención de agua puede relacionarse con el contenido de fibra cruda (principalmente compuestos celulósicos, **Tabla 1**), presentes en una muestra, dado que la fibra dietética insoluble se caracteriza por retener más agua en su estructura que la fibra dietética soluble (Capitani et al., 2012). Si bien, no se observaron diferencias significativas en el contenido de fibra cruda entre los mucílagos estudiados ( $p = 0,06$ ), se detecta una tendencia a mayor contenido de la misma en el mucílago que fue secado por circulación de aire caliente, lo que podría influir en una mayor CRA en este mucílago respecto al mucílago secado por liofilización. Cabe destacar que la capacidad de retención de agua es importante en relación a la formulación y el procesamiento de alimentos con alto contenido de fibra, mientras que la capacidad de absorción de agua resulta de interés en procesos, tales como la extrusión, donde la materia prima será humectada antes o durante el mismo (Zambrano et al., 2001). Por otra parte, las propiedades relacionadas con la afinidad a distintos componentes lipídicos (CRa y CAMO) fueron significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) en el mucílago secado por liofilización, esto puede relacionarse con el menor contenido de lípidos residuales de este mucílago respecto al mucílago que fue secado por circulación de aire caliente (**Tabla 1**).

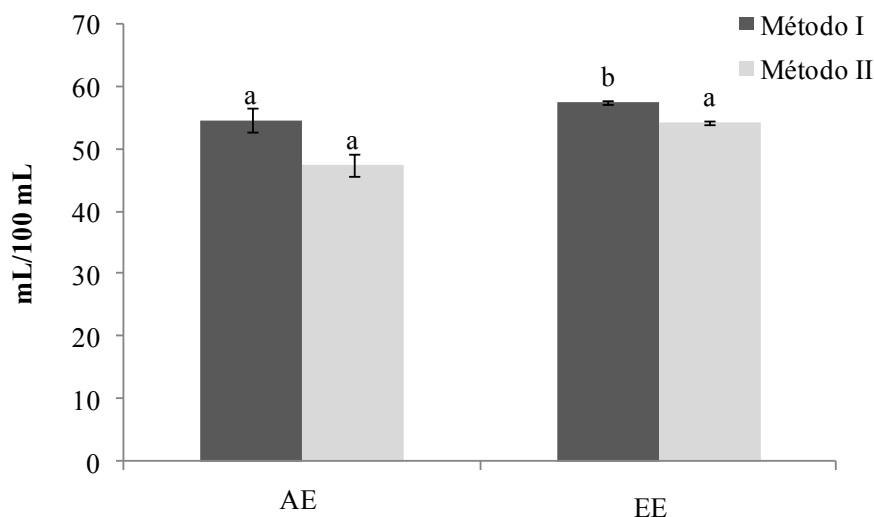
Con respecto a las propiedades emulsificantes, si bien no se presentaron diferencias significativas en la actividad emulsificante, dicha propiedad arrojó un mayor valor en el mucílago obtenido mediante el Método I con respecto al generado por el Método II. Sin embargo, la estabilidad emulsificante fue significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) en el mucílago proveniente de un secado por liofilización con respecto al mucílago secado por circulación de aire caliente (**Figura 2**). Estos resultados indicarían una mejor calidad del mucílago secado por liofilización para ser aplicado en la formulación de emulsiones alimentarias.



**Figura 1.** Propiedades funcionales del mucílago de chía (*Salvia hispanica* L.)

Valores seguidos por letras distintas indican diferencias significativas entre las muestras ( $p < 0,05$ ). CRA: Capacidad de retención de agua; CAb: Capacidad de absorción de agua; CAAd: Capacidad de adsorción de agua; CRa: Capacidad de retención de aceite; CAMO: Capacidad de absorción de moléculas orgánicas.





**Figura 2.** Propiedades emulsificantes del mucílago de chía (*Salvia hispanica* L.) Valores seguidos por letras distintas indican diferencias significativas entre las muestras ( $p < 0,05$ ). AE: Actividad emulsificante; EE: Estabilidad emulsificante.

## CONCLUSIONES

El Método I (secado por liofilización) permitió obtener un rendimiento de extracción de mucílago significativamente superior ( $p < 0,05$ ) al logrado aplicando el Método II (secado por circulación de aire caliente). Asimismo, se determinó que ambos métodos aplicados en una sola etapa no extraen el mucílago en forma exhaustiva, quedando mucílago residual. La aplicación de una segunda etapa de extracción con el Método I resultó más efectiva que con el Método II. Los mucílagos obtenidos por los dos métodos presentaron algunas características particulares que los diferencian. En lo que respecta al aspecto, se diferenciaron en cuanto al color y la textura. El mucílago secado por liofilización presentó un contenido de proteínas significativamente mayor que el mucílago secado por circulación de aire caliente. El Método II permitió obtener un mucílago con una mayor capacidad de retención de agua que el Método I, lo que puede relacionarse con su mayor contenido en fibra cruda. Por el contrario, el Método I generó un mucílago cuyas principales propiedades se relacionaron con los componentes lipídicos (capacidad de retención de aceite y de absorción de moléculas orgánicas), consistente con el menor contenido lipídico de este mucílago. Las propiedades emulsificantes indicarían una mejor calidad del mucílago secado por liofilización para ser aplicado a la formulación de emulsiones alimentarias. Según los resultados obtenidos, la elección del Método de secado (liofilización o circulación de aire caliente) estaría condicionada en función de las aplicaciones finales del mucílago. Sin embargo, el mayor rendimiento alcanzado mediante el secado por liofilización vuelve a este método como el más indicado para su extracción.

## BIBLIOGRAFÍA

- AACC. 1984. Official Methods of Analysis, 12th ed. St. Paul, MN, USA: American Association of Cereal Chemists.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis, 15th ed. AOAC International, Gaithersburg, USA, 1067 p.
- AOCS. 1998. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. AOCS Press, Champaign, USA.
- Bertolli MP, Capitani MI, Tomás MC, Nolasco SM. 2015. Efecto del proceso de extracción del mucílago de chía sobre las características fisicoquímicas y funcionales del aceite y de la harina. Proceeding World



- Congress on Oils & Fats and 31st ISF Lectureship Series y XVI Congreso Latinoamericano de Grasas y Aceites, Rosario, Argentina, p. 30.
- Borneo R, Aguirre A, Leon AE. 2010. Chia (*Salvia hispanica* L) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. *Journal of the American Dietetic Association*, 110: 946-949.
- Capitani MI, Matus-Basto A, Ruiz-Ruiz JC, Santiago-García JL, Betancur-Ancona DA, Nolasco SM, Tomás MC, Segura-Campos MR. 2016. Characterization of biodegradable films based on *Salvia hispanica* L. protein and mucilage. *Food and Bioprocess Technology*, 9(8): 1276-1286.
- Capitani MC, Corzo-Rios LJ, Chel-Guerrero LA, Betancur-Ancona DA, Nolasco SM, Tomás MC. 2015. Rheological properties of aqueous dispersions of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage. *Journal of Food Engineering*, 149: 70-77.
- Capitani MI, Ixtaina VY, Nolasco SM, Tomás MC. 2013. Microstructure, chemical composition and mucilage exudation of chia (*Salvia hispanica* L.) nutlets from Argentina. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 93(15): 3856-3862.
- Capitani MI, Spotorno V, Nolasco SM, Tomás MC. 2012. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. *LWT – Food Science and Technology*, 45: 94-102.
- Chau C, Cheung K, Wong Y. 1997. Functional properties of protein concentrate from three Chinese indigenous legume seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45: 2500-2503.
- Chen J, Piva M, Labuza TP. 1984. Evaluation of water binding capacity (WBC) of food fiber sources. *Journal of Food Science*, 49: 59-63.
- Coorey R, Tjoe A, Jayasena V. 2014. Gelling properties of chia seed and flour. *Journal of Food Science*, 79(5): 859-866.
- Hentry HS, Mittleman M, McCrohan PR. 1990. Introducción de la chía y la goma de tragacanto en los Estados Unidos. En: Janick J, Simon JE, editores. *Avances en Cosechas Nuevas*. Prensa de la Madera, Portland, O. pag 252-256.
- Infostat Group, Infostat version 2004. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina 2004.
- IUPAC. 1992. Standard Methods for the Analysis of oils, Fats and Derivates, 7<sup>th</sup> ed. Eds. Paquot C, Hautffenne A. International Union of Pure and Applied Chemistry, Blackwell Scientific Publications Inc., Oxford, UK.
- Karazhiyan H, Razavi SMA, Phillips GO. 2011. Extraction optimization of a hydrocolloid extracted from cress seed (*Lepidium sativum*) using response surface methodology. *Food Hydrocolloids*, 25: 915-920.
- Lin KY, Daniel JR. 1994. Structure of chía seed polysaccharide exudate. *Department of Foods and Nutrition*, 23: 13-18.
- Marin Flores FF, Acevedo MJ, Tamez RM, Nevero MJ, Garay AL. 2008. WO/2008/0044908 Method for obtaining mucilage from *Salvia hispanica* L. World International Property Organization.
- Muñoz LA, Cobos A, Diaz O, Aguilera JM. 2012a. Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. *Journal of Food Engineering*, 108: 216-224.
- Muñoz LA, Aguilera JM, Rodriguez-Turienzo L, Cobos A, Diaz O. 2012b. Characterization and microstructure of films made from mucilage of *Salvia hispanica* and whey protein concentrate. *Journal of Food Engineering*, 111: 511-518.
- Reynoso-Cortés LB. 2002. Extracción, separación y caracterización reológica del mucílago de la semilla de chía (*Salvia spp.*). Tesis Licenciatura en Ingeniería en alimentos. Universidad Simón Bolívar. México D.F.
- Segura-Campos MR, Acosta-Chi Z, Rosado-Rubio G, Chel-Guerrero LA, Betancur-Ancona, DA. 2014. Whole and crushed nutlets of chia (*Salvia hispanica*) from Mexico as a source of functional gums. *Food Science and Technology*, 34(4): 701-709.
- Timilsena YP, Adhikari R, Kasapis S, Adhikari B. 2015. Rheological and microstructural properties of the chia seed polysaccharide. *International Journal of Biological Macromolecules*, 81: 991-999.
- Timilsena YP, Adhikari R, Kasapis S, Adhikari B. 2016. Molecular and functional characteristics of purified gum from Australian chia seeds. *Carbohydrate Polymers*, 136: 128-136.



Wu Y, Cui SW, Tang J, Gu X. 2007. Optimization of extraction process of crude polysaccharides from boat-fruited sterculia seeds by response surface methodology. *Analytical, Nutritional and Clinical Methods*, 105: 1599-1605.

Zambrano ML, Meléndez R, Gallardo Y. 2001. Propiedades funcionales y metodología para su evaluación en fibra dietética. En: Lajolo MF, Saura-Calixto F, Witting E, Wenzel E, editores. *Fibra Dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos*. Brasil: Varela, pag 195-209.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – CONICET y a la Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires y Universidad Nacional de La Plata.

