

# Aislado proteínico de semilla de naranja (*Citrus sinensis*): Solubilidad proteínica y fraccionamiento proteico

Rosas Ulloa, P.<sup>1,4\*</sup> • Ulloa J.A.<sup>1,4</sup> • Ulloa Rangel, B.E.<sup>2</sup>  
López Mártir, K.U.<sup>4</sup> • Ramírez Ramírez, J.C.<sup>3,4</sup> • Flores Jiménez, N.T<sup>4</sup> • Gutiérrez Leyva, R<sup>3,4</sup>

*Palabras clave:* semilla de naranja, aislado proteico, fraccionamiento proteico  
*Key words:* orange seed, protein isolate, protein fractionation

## Introducción

La naranja dulce (*Citrus sinensis*) es una de las frutas más consumidas a nivel mundial. Se estima que del total de la producción de cítricos, alrededor del 50 % se utilizan para la obtención de jugos, y ello genera gran cantidad de desechos, como cáscaras y semillas [1]. Las semillas derivadas del procesamiento de las frutas, pueden recuperarse para su uso como ingredientes de alimentos, debido a la presencia de cantidades importantes de proteínas, lípidos, compuestos bioactivos y fibras dietéticas [2]. La harina de semillas de cítricos como subproducto de la industria de jugos, contiene entre 17.9% y 26.5% de proteína, que

se puede utilizar como fuente rentable para la producción ingredientes proteínicos [3]. El objetivo de este trabajo fue evaluar la solubilidad proteínica y el fraccionamiento proteico de la harina de semilla de naranja y el aislado proteínico obtenido a partir de la misma (APSN).

## Metodología

### *Obtención del aislado proteínico.*

Se preparó el aislado proteínico de semilla de naranja (APSN) a partir de 50 g harina de semilla de naranja

1 Unidad de Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit, México

2 Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas y Farmacéuticas, Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit México

3 Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, Compostela, Nayarit, México

4 Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, Xalisco, Nayarit, México.

\* petrosas@uan.edu.mx



desengrasada (HSND), de acuerdo al procedimiento utilizado en un aislado proteico de maracuyá [4].

### Solubilidad proteínica.

La solubilidad proteínica de la HSND y el APSN se determinó de acuerdo al método reportado por Ma et al. [5].

### Fraccionamiento proteínico.

La extracción y fraccionamiento de proteínas de la HSND y APSN se realizaron de forma secuencial por el método de Osborne [6], con modificaciones. La primera etapa consistió en la extracción de las albúminas. Una muestra de 3.5 g de HSND y APSN, se suspendió en agua destilada (1:10 p/v) y se agitó durante 1 h a 4 °C, para enseguida centrifugarse a 10,000 rpm a 4 °C por 20 min. El sobrenadante recuperado correspondió a la fracción de albúminas (Alb), el cual se almacenó a 4 °C para su posterior uso, mientras que el precipitado resultante (precipitado-1) se utilizó para la segunda extracción, el cual se re-suspendió en una solución 0.4 M NaCl (pH 8) en una relación 1:10 (p/v), bajo las mismas condiciones antes mencionadas para obtener las globulinas (Glb). Los siguientes precipitados (precipitado-2 y precipitado-3), fueron resuspendidos en etanol al 70% y NaOH 0.1 N, para obtener las fracciones de prolaminas (Pro) y glutelinas (Gt), respectivamente. La cuantificación fracciones proteicas

se realizó mediante el método de Kjeldahl.

### Análisis estadístico.

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza de una sola vía, por comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey a un nivel de significancia  $p < 0.05$ , usando el paquete StatSoft, versión 7.1 (TIBICO Software, Inc. California, USA).

### Resultados y discusión

La solubilidad de las proteínas depende de la composición, el peso molecular y las características superficiales de los aminoácidos constitutivos, además de factores ambientales como el pH, fuerza iónica, temperatura y la presencia de disolventes [7]. Las interacciones que influyen de forma más destacada en las características de solubilidad de las proteínas son las hidrófobas e iónicas; las hidrófobas promueven la asociación proteína-proteína y disminuyen la solubilidad, en tanto las iónicas promueven las interacciones proteína-agua y aumentan la solubilidad

En la Figura 1, se muestra el efecto del pH sobre la solubilidad proteica de la HSND y el APSN. La mínima solubilidad proteica para ambas muestras se observó a pH 4.5, el cual corresponde al punto isoeléctrico (pI). Este comportamiento coincide con los reportados por Espinosa-Murillo et al. [4], con puntos isoeléctricos de 4.0 y 4.5, para la harina desengrasada y para el aislado

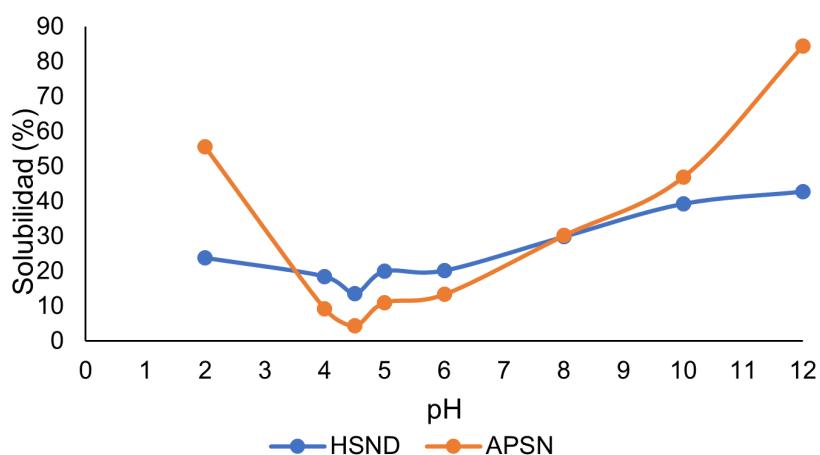


Figura 1. Perfil de solubilidad en función del pH de las proteínas de HSND y APSN.

proteínico de semillas de maracuyá, respectivamente. La mínima solubilidad proteica de HSND y APSN fue a pH de 4.5 con valores de solubilidad de 13.67 % y 4.35 %, respectivamente, los cuales resultaron similares a los obtenidos por Flores-Jiménez et al. [7] con solubilidad de 14.30 % y 13.75 % a pH de 4, para pasta de canola y aislado proteico de canola, respectivamente. Por otra parte, la máxima solubilidad proteica de la HSND y el APSN fue de 42.83 % a 84.47 % respectivamente, a pH 12. Estos resultados fueron inferiores a los observados por en el aislado proteínico de cártamo que fue de 95.72 % [8].

El fraccionamiento de las proteínas, de acuerdo a la técnica de Osborne [6], genera información acerca del patrón de solubilidad de estos polímeros en distintos solventes. Al respecto, la HSND presentó la siguiente composición fraccional: albuminas 25.59 % (solubles en agua), globulinas 49.26% (solubles en soluciones salinas), prolaminas 4.57 % (solubles en

etanol) y glutelinas 20.11 % (solubles en soluciones diluidas de NaOH). Tal composición fraccional, se modificó totalmente por el proceso de obtención del APSN a partir de la HSND (Tabla 1), siendo la fracción proteínica predominante en el APSN las glutelinas (70.13 %), seguida de las globulinas (18.59 %), albúminas (10.39 %) y prolaminas (0.86 %).

### Conclusión

A partir de los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que la mayor solubilidad proteínica de la HSND y APSN fue a pH 12.0. Con respecto al fraccionamiento proteico, las fracción mayoritarias fueron las globulinas y glutelinas, por lo tanto el APSN tiene mayor solubilidad en soluciones alcalinas (NaOH). Debido al perfil de solubilidad del APSN evaluado en este estudio, se concluye que podría utilizarse como ingrediente potencial en la elaboración de diversos productos alimenticios.

**Tabla 1.** Fracciones proteínicas de la HSND y APSN.

Tratamiento	Fracción (%)			
	Albúminas	Globulinas	Prolaminas	Glutelinas
HSND	25.59 ± 0.20 <sup>a</sup>	49.26 ± 0.34 <sup>a</sup>	4.57 ± 0.09 <sup>a</sup>	20.11 ± 0.28 <sup>b</sup>
APSN	10.39 ± 0.29 <sup>b</sup>	18.59 ± 0.13 <sup>b</sup>	0.86 ± 0.02 <sup>b</sup>	70.13 ± 0.18 <sup>a</sup>

Los valores son las medias (n = 3) ± desviación estándar. Diferentes superíndices en las columnas indican diferencia significativa (p < 0.05) entre tratamientos.

### Referencias

1. McKay, S., Sawant, P., Fehlberg, J., Almenar, E. 2021. Antimicrobial activity of orange juice processing waste in powder form and its suitability to produce antimicrobial packaging. *Waste Management*. 120: 230-239.
2. Torres-León, C., Ramírez-Guzmán, N., Londoño-Hernández, L., Martínez-Medina, G.A., Díaz-Herrera, R., Navarro-Macias, V., Álvarez-Pérez, O.B., Picazo, B., Villarreal-Vázquez, M., Ascacio-Valdes J., Aguilar, C. N. 2018. Food waste and byproducts: An opportunity to minimize malnutrition and hunger in developing countries. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2:52. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00052>
3. Mazloomi, S.N., Mahoonak, A.S, Ghorbani, M., Houshmand, G. 2020. Physicochemical properties of chitosan-coated nanoliposome loaded with orange seed protein hydrolysate. *Journal of Food Engineering*. 280:109976. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.109976>

4. Espinosa-Murillo, N.C., Ulloa, J.A., Urías-Silvas, J.E., Rosas-Ulloa, P., Ramírez-Ramírez, J.C., Gutiérrez-Leyva, R., Ulloa-Rangel, B.E. 2021. Impact of high-intensity ultrasound on the physicochemical and functional properties of a protein isolate from passion fruit (*Passiflora edulis*) seeds. *International Journal of Food Engineering*, <https://doi.org/10.1515/ijfe-2021-0050>.
5. Ma, M., Ren, Y., Xie, W., Zhou, D., Tang, S., Kuang, M., Wang, Y., Du, S. 2018. Physicochemical and functional properties of protein isolate obtained from cottonseed meal. *Food Chemistry*. 240: 856-862.
6. Osborne, T.B. 1924. The vegetable proteins; in monographs in biochemistry. (2nd ed.). New York: Longmans, Green.
7. Flores-Jiménez, N.T., Ulloa J.A., Urias, J.M., Ramírez, J.C., Rosas, P., Bautista, P., Silva, Y., Gutiérrez, R. 2019. Effect of high-intensity ultrasound on the compositional, physicochemical, biochemical, functional and structural properties of canola (*Brassica napus* L.) protein isolate. *Food Research International*. 121:947-956.
8. Zúñiga-Salcedo, M. R., Ulloa, J. A., Bautista-Rosales, P. U., Rosas-Ulloa, P., Ramírez-Ramírez, J. C., Silva Carrillo, Y., Gutiérrez-Leyva, R., Hernández, C. 2019. Effect of ultrasound treatment on physicochemical, functional and nutritional properties of a safflower (*Carthamus tinctorius* L.) protein isolate. *Italian Journal of Food Science*. 31:591-603.