idetec

# Libro de trabajos completos

## 11° Congreso de Investigaciones y Desarrollos en Tecnología y Ciencia

Compilación:
**Ing. Huber Fernández**
**Ing. Javier Gonella**
**Ing. Fabián Sensini**

SECRETARÍA DE
CIENCIA, TECNOLOGÍA Y POSGRADO
UTN VILLA MARÍA

# Congreso de Investigaciones y Desarrollos en Tecnología y Ciencia

# IDETEC 2024

**Libro de Actas**

UTN UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

# Congreso de Investigaciones y Desarrollos en Tecnología y Ciencia

# IDETEC 2024

# Libro de Actas

Universidad Tecnológica Nacional.
Facultad Regional Villa María

edUTecNe
Buenos Aires, 2024

Congreso de Investigaciones y Desarrollos en Tecnología y Ciencia, IDETEC 2024: libro de actas / Javier Nicolás Gonella ... [et al.] ; Compilación de Huber Gabriel Fernández ; Javier Nicolás Gonella ; Fabián Marcelo Sensini ; Editado por Fernando Cejas. - 1a ed - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: edUTecNe, 2024.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-8992-45-7

1. Ciencias Tecnológicas. 2. Tecnologías. I. Gonella, Javier Nicolás, comp. II. Fernández, Huber Gabriel, comp. III. Sensini, Fabián Marcelo, comp. IV. Cejas, Fernando, ed.

CDD 607.3

**Universidad Tecnológica Nacional – República Argentina**
**Rector**: Ing. Rubén **Soro**
**Vicerrector:** Ing. Haroldo **Avetta**
**Secretaria Cultura y Extensión Universitaria:** Ing. Federico **Olivo Aneiros**

**Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Villa María**
**Decano: Ing. Norberto Gaspar Cena**
**Vicedecano: Ing. Franco Salvático**

**edUTecNe – Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional**
**Coordinador General:** Fernando **Cejas**
**Dirección General:** Mg. Claudio **Véliz**
**Dirección de Cultura y Comunicación:** Ing. Pablo **Lassave**

Queda hecho el depósito que marca la Ley Nº 11.723
© **edUTecNe, 2024**
Sarmiento 440, Piso 6 (C1041AAJ)
Buenos Aires, República Argentina
Publicado Argentina – Published in Argentina

ISBN 978-987-8992-45-7

*Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del copyright. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.*

# EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES A DIFERENTES pH DE PRODUCTOS PROTEICOS DE EXPELLER DE SOJA OBTENIDOS MEDIANTE DIFERENTES AGENTES PRECIPITANTES

María N. Andrín [1, 2], María A. Guraya [1, 2], Cecilia Accoroni [3], Pablo A. Torresi [4], Ezequiel Godoy[5], María A. Reinheimer [1, 2]

[1]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina
[2]Universidad del Centro Educativo Latinoamericano (UCEL), Facultad de Química, Argentina
[3] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina
[4]Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE) FIQ-UNL-CONICET, Argentina
[5]Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Rosario, Argentina

## Resumen

Esta investigación tiene como objetivo evaluar el comportamiento a diferentes pH de propiedades funcionales de productos proteicos obtenidos a partir de expeller de soja. La recuperación de proteínas fue realizada por extracción alcalina y precipitación isoeléctrica. La etapa de extracción alcalina se llevó a cabo mediante tres ciclos de 15 minutos cada uno usando agua como disolvente a una temperatura de 60 °C. El pH se ajustó a 8,5 con hidróxido de sodio 1N. En cada ciclo de extracción se usó una relación sólido:líquido de 1:10 p/v (peso/volumen). Para la etapa de precipitación hasta pH 4,5, se utilizaron tres alternativas, ácido clorhídrico (HCL), ácido láctico (LA) y bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus Plantarum y Lactobacillus Lactis*) combinadas con ácido láctico (LAB). Los productos fueron secados en secadero spray previa neutralización con agua e hidróxido de sodio.

Para los tres productos proteicos obtenidos, HCL, LA y LAB, se evaluaron la capacidad de retención de agua (WHC), capacidad de retención de aceite (OHC), capacidad emulsionante (EC), estabilidad de la emulsión (ES), capacidad espumante (FC) y estabilidad de la espuma (EF) a 30 y 60 minutos, a valores de pH de 2, 4,5, 7, 9,5 y 12. Por su parte, la solubilidad de los productos proteicos fue determinada a un pH de 7. Se comprobó que aquellos productos proteicos obtenidos por precipitación isoeléctrica con BAL formaron emulsiones estables en todos los valores de pH, incluso en el punto isoeléctrico. La solubilidad a pH 7 fue del 42,08 ± 0,00 %, mientras que la capacidad de retención de agua, la capacidad de retención de aceite, la capacidad espumante y la estabilidad de la espuma se mantuvieron constantes en las variantes probadas. Estos atributos funcionales mejorados posicionan a las bacterias lácticas como una alternativa sostenible a los ácidos inorgánicos como agentes precipitantes.

**Palabras Clave:** Expeller de soja, recuperación proteica, propiedades funcionales, bacterias lácticas, pH.

## Introducción

La soja (*Glycine max) es* una alternativa económica y equiparable a las fuentes de proteínas de origen animal (Ghumman et al., 2016).
El expeller de soja (EE), obtenido a partir de la extracción mecánica del aceite de soja, exhibe un contenido de grasa que oscila entre el 4,5 % y el 9 % bs (base seca) y un contenido proteico que varía entre el 30 % y el 42 % bs. Se destaca su mejorada digestibilidad respecto a la harina desgrasada, atribuida a las alteraciones en las estructuras proteicas facilitadas por las temperaturas aplicadas durante la extrusión (Accoroni et al., 2019; Ghumman et al., 2016); sin embargo, como desventaja presenta un mayor contenido residual de aceite. Numerosos estudios han informado de avances significativos en el proceso de extracción de proteínas de expeller de soja mediante extracción alcalina y posterior precipitación isoeléctrica, (Brasil et al., 2016; Das et al., 2022; Jiang

et al., 2009; Zhao et al., 2023). El método de cambio de pH implica extraer y solubilizar proteínas en un intervalo de pH de 8 a 11, y acidificar hasta alcanzar el punto isoeléctrico a un pH de 4,5, haciendo que alrededor del 90 % de las proteínas globulares solubilizadas se vuelvan insolubles (Nishinari et al., 2018). En este contexto, se utilizaron ácido clorhídrico, ácido láctico y bacterias acido lácticas como agentes precipitantes, de los cuales los dos últimos son reconocidos por la FDA (Food and Drug Administration) como GRAS (generally recognized as safe, por las siglas en inglés de generalmente reconocidos como seguros). Por lo tanto, en este trabajo se propone evaluar el efecto de los nuevos agentes precipitantes en el comportamiento del producto según la evaluación de diversas propiedades funcionales en un rango amplio de valores de pH.

**Materiales y Métodos**

Cada corrida experimental siguió los pasos de procesamiento que se muestran y detallan en la Figura 1. El expeller de soja fue provisto por plantas procesadoras de pequeña escala de la provincia de Santa Fe, Argentina. Las muestras se almacenaron en bolsas selladas herméticamente y se mantuvieron a (-18 ºC) hasta su posterior procesamiento. El expeller se molió a temperatura ambiente utilizando un molino de laboratorio (Bühler, Alemania) y se tamizó con tamices estándar ASTM para lograr un tamaño de partícula que pasó por malla 25 (710 µm) y fue retenido por malla 100 (150 µm).

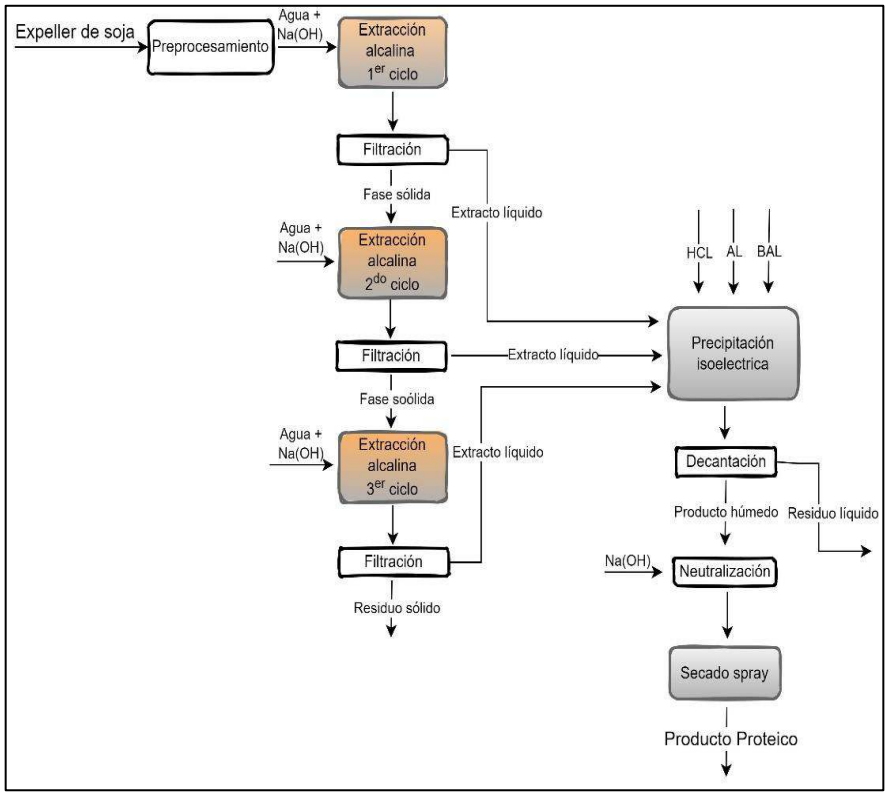


Figura 1. Metodología experimental para la recuperación de proteínas de expeller de soja utilizando diferentes agentes precipitantes.

La extracción se realizó en un extractor discontinuo con agitación continua (RW20D S032, Ika, China) consistente en tres ciclos de extracción de 15 minutos utilizando agua como disolvente. El pH se ajustó a 8,5 con NaOH 1N a una temperatura constante de 60 ºC. En cada ciclo de extracción se utilizó una proporción sólido/líquido de 1:10 (p/v). Al final de cada ciclo de extracción, se separó el sólido restante de la solución proteica, y se añadió agua a 60 ºC al principio del segundo y tercer ciclos, ajustando el pH a 8,5. Luego, las tres soluciones obtenidas en cada ciclo de extracción se

combinaron en un pool líquido y se transfirieron a un vaso de precipitados para su posterior precipitación.

La etapa de precipitación isoeléctrica se llevó a cabo empleando ácido clorhídrico, ácido láctico y bacterias lácticas liofilizadas, *Lactobacillus Plantarum y Lactobacillus Lactis.* Para la primera alternativa, codificada como HCL, se utilizó ácido clorhídrico 0,1 N para acidificar la mezcla líquida a una temperatura de 20 °C hasta que el pH alcanzó un valor de 4,5. La mezcla resultante se dejó decantar bajo refrigeración hasta una temperatura de 4 °C. Para la segunda alternativa, codificada como AL, se utilizó ácido láctico para acidificar la mezcla líquida a una temperatura de 20 °C hasta que el pH alcanzó un valor de 4,5. En ambos casos, la mezcla resultante se dejó reposar en heladera hasta alcanzar una temperatura de 4 °C, lo que facilitó la decantación del producto proteico. La tercera alternativa, codificada como BAL, implicó una acidificación con dos bacterias lácticas, *Lactobacillus Plantarum y Lactobacillus Lactis*. Estas bacterias se adicionaron en una proporción de 0,003 g/l a una temperatura de 35-37 °C durante 10 horas en un baño termostático (Tecno Dalvo, Argentina). En caso necesario, se utilizó ácido láctico (85 %, grado alimentario) para los ajustes finales del valor del pH hasta alcanzar el punto isoeléctrico. heladera hasta alcanzar los 4 °C, lo que facilitó la decantación del producto proteico. El sobrenadante líquido de la mezcla obtenida en la etapa de precipitación isoeléctrica se separó por decantación. A continuación, se añadió NaOH 5N hasta alcanzar un pH de 7, con agitación durante una hora a temperatura ambiente. El secado se realizó en un secadero spray con flujo co-corriente (TP-S15, XI'An Toption Instrument Co., Ltd, China) utilizando una boquilla de 0,5 mm. La bomba peristáltica utilizada para alimentar la suspensión se ajustó al 15 % del caudal máximo (2 l/h). La temperatura del aire de entrada se fijó en 180 °C y la temperatura del aire de salida resultante se midió a un valor medio de 54-60 °C. El polvo seco se recogió tanto del ciclón como de los componentes cilíndricos de la cámara de secado y se almacenó en frascos esterilizados.

Para los tres productos proteicos obtenidos, HCL, AL y BAL, se determinó el contenido de proteínas y se evaluaron la solubilidad, capacidad de retención de agua (WHC), capacidad de retención de aceite (OHC), capacidad emulsionante (EC), estabilidad de la emulsión (ES), capacidad espumante (FC) y estabilidad de la espuma (EF) a 30 y 60 minutos, a valores de pH de 2, 4,5, 7, 9,5 y 12, según los métodos de (García-Vaquero et al., 2017).

Los resultados se evaluaron utilizando ANOVA de uno o dos factores asumiendo una distribución normal con un nivel de confianza del 95 %. Cada medición experimental se realizó al menos por duplicado. Los resultados se presentaron como el valor medio y la desviación estándar. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los datos experimentales cuando se muestran diferentes letras junto a ellos, de acuerdo con pruebas post-hoc de Tukey. Los análisis estadísticos se realizaron en el software R-4.3.1.

**Resultados y Discusión**

El proceso de recuperación de proteínas a partir del expeller de soja utilizando pH 8,5 en la etapa de extracción alcalina, y utilizando ácido clorhídrico, ácido láctico isoeléctrica, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) para el contenido de proteínas del producto final (HCL 66,78% ± 0,19, AL 68,38% ± 4,50, BAL 59,05% ±5,25 bs). Accoroni (2020) informó concentraciones de proteínas del 60-65 % con rendimientos de recuperación del 46-48 % para la extracción alcalina de proteínas de la harina de expeller de soja a un valor de pH de 8 y utilizando ácido clorhídrico como agente precipitante.

En la Tabla 1 se muestran los valores experimentales de las propiedades funcionales de los productos proteicos obtenidos a partir de expeller de soja. Todas las propiedades funcionales estudiadas mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$ ANOVA de dos factores para cada respuesta con respecto al agente precipitante y al pH) con respecto a algunas combinaciones del agente precipitante para los cinco valores de pH testeados.

Tabla 1. Propiedades funcionales de los productos proteicos obtenidos a partir de expeller de soja.

| pH | Capacidad de retención de agua, WHC(g/g) | | | Capacidad de retención de aceite, OHC(g/g) | | | Capacidad emulsionante, EC (%) | | | Estabilidad emulsión, ES (%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | HCL | AL | BAL | HCL | AL | BAL | HCL | AL | BAL | HCL | AL | BAL |
| 2 | 1,20 ± 0,12 fg | 1,59 ± 0,08 cdef | 2,08 ± 0,17 bcd | 1,92 ± 0,10 bc | 2,09 ± 0,12 ab | 1,91 ± 0,14 bc | 47,70 ± 1,97 ab | 44,69 ± 3,65 abcd | 46,49 ± 1,24 abc | 86,74 ± 7,44 a | 21,95 ± 1,59 c | 96,22 ± 0,10 a |
| 4.5 | 2,07 ± 0,23 bcd | 1,03 ± 0,12 fg | 2,02 ± 0,17 bcde | 1,32 ± 0,05 def | 1,70 ± 0,07 bcd | 1,43 ± 0,09 de | ND | ND | 39,47 ± 1,23 bcd | ND | ND | 17,69 ± 5,73 c |
| 7 | 1,24 ± 0,10 fg | 1,03 ± 0,07 fg | 2,23 ± 0,10 bc | 1,92 ± 0,17 bc | 1,36 ± 0,08 def | 1,43 ± 0,00 de | 46,36 ± 1,28 abc | 46,43 ± 0,00 abc | 49,04 ± 2,64 a | 100,00 ± 0,00 a | 46,16 ± 5,44 b | 98,92 ± 2,52 a |
| 9.5 | 0,22 ± 0,01 h | 1,38 ± 0,17 ef | 2,61 ± 0,23 ab | 2,43 ± 0,12 a | 1,16 ± 0,02 ef | 0,99 ± 0,09 f | 48,18 ± 1,28 a | 45,04 ± 0,57 abc | 48,67 ± 3,17 a | 94,37 ± 7,96 a | 100,00 ± 0,00 a | 98,22 ± 2,52 a |
| 12 | 1,52 ± 0,12 def | 0,73 ± 0,09 gh | 2,92 ± 0,39 a | 1,48 ± 0,06 de | 1,66 ± 0,02 cd | 1,43 ± 0,19 de | 36,45 ± 1,48 d | 38,45 ± 0,74 cd | 41,02 ± 4,02 abcd | 24,29 ± 6,06 c | 42,19 ± 1,82 b | 100,00 ± 0,00 a |
| pH | Capacidad espumante, FC (%) | | | Estabilidad espuma a 30 min, FS (%) | | | Estabilidad espuma a 60 min, FS (%) | | | Solubilidad, S (%) | | |
| | HCL | AL | BAL | HCL | AL | BAL | HCL | AL | BAL | HCL | AL | BAL |
| 2 | 50,00 ± 4,16 c | 27,94 ± 2,08 d | 70,59 ± 0,00 ab | 3,80 ± 0,42 ef | 2,65 ± 0,35 fg | 5,30 ± 0,00 bc | 2,75 ± 0,21 d | 1,80 ± 0,00 e | 3,50 ± 0,00 c | - | - | - |
| 4.5 | 23,53 ± 0,00 d | 25,00 ± 2,08 d | 67,65 ± 4,16 ab | 1,80 ± 0,00 g | ND | 4,40 ± 0,42 cde | 0,60 ± 0,00 f | ND | 3,50 ± 0,00 c | - | - | - |
| 7 | 29,41 ± 0,00 d | 50,00 ± 4,16 c | 73,53 ± 4,16 a | 2,65 ± 0,35 fg | 4,40 ± 0,42 cde | 4,10 ± 0,00 de | 1,80 ± 0,00 e | 3,50 ± 0,00 c | 3,50 ± 0,00 c | 45,86 ± 7,21 a | 21,92 ± 0,46 b | 42,08 ± 0,00 a |
| 9.5 | 73,53 ± 4,16 a | 79,41 ± 4,16 a | 76,47 ± 0,00 a | 5,90 ± 0,00 b | 5,30 ± 0,00 bc | 5,60 ± 0,42 b | 4,10 ± 0,00 b | 3,50 ± 0,00 c | 4,70 ± 0,00 a | - | - | - |
| 12 | 55,88 ± 4,16 bc | 82,35 ± 8,32 a | 79,41 ± 4,16 a | 5,00 ± 0,42 bcd | 7,10 ± 0,00 a | 5,60 ± 0,42 b | 4,40 ± 0,42 ab | 4,70 ± 0,00 a | 3,95 ± 0,21 bc | - | - | - |

La capacidad de retención de aceite de los productos proteicos fue comparable a los valores informados por Ma et al. (2022) para los aislados de proteínas de haba, arvejas, lenteja y soja. Estos valores se deben posiblemente a la distribución de cargas de los aminoácidos polares y no polares (es decir, hidrofilicidad superficial frente a hidrofobicidad). En cuanto a la capacidad emulsionante y estabilidad de la emulsión, Wang et al. (2010) observaron que una emulsión estabilizada con concentrado de proteína de soja a un pH de 4,5 utilizando HCl como agente precipitante es potencialmente menos estable. Esto podría atribuirse a la proximidad al punto isoeléctrico, donde el potencial zeta tiende a aproximarse a cero indicando una reducción en la repulsión electrostática entre las partículas coloidales en la emulsión. Por otro lado, los productos proteicos precipitados por BAL mostraron cierta capacidad emulsionante incluso en el valor de pH de 4,5. Según Aluko et al.

(2009), los productos proteicos de arveja obtenidos mediante precipitación con bacterias lácticas presentaron mayores contenidos de azúcares, lo que podría mejorar potencialmente la solubilidad de las proteínas y, por ende, mejorar la capacidad emulsionante.

Los valores de capacidad espumante aquí obtenidos concuerdan con los reportados por Foh et al. (2012) para los aislados de proteínas de soja producidos por extracción alcalina y precipitación isoeléctrica, los cuales variaron desde aproximadamente un 4 % a un valor de pH de 4 hasta aproximadamente un 102 % a un valor de pH de 10. Sin embargo, Foh et al. (2012) presentaron mejores valores de estabilidad de espuma del 45 % a los 30 minutos y del 25 % a los 60 minutos. El aumento en la capacidad espumante a un pH más alto es probablemente consecuencia de las cargas netas más altas en la proteína, lo que conlleva a una mayor flexibilidad de la proteína y una reducción en las interacciones hidrofóbicas. Peng et al. (2020) informaron un índice de solubilidad de alrededor del 90 % a un valor de pH de 7,5 para los productos proteicos obtenidos a partir de cultivares de soja con un contenido inicial de proteínas del 80 %, utilizando ácido clorhídrico como agente precipitante. Aun así, concluyeron que la solubilidad para diferentes valores de pH depende de la conformación específica de la proteína, la carga superficial de la proteína y las fuerzas iónicas durante la extracción de proteínas.

## Conclusiones

El método de extracción alcalina y precipitación isoeléctrica para la recuperación de proteínas de expeller de soja resultó en productos con contenidos proteicos comparables cuando se utilizaron diferentes agentes precipitantes. No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en el contenido proteico, lo que implica que se pueden emplear eficazmente agentes precipitantes alternativos en el proceso de recuperación de proteínas sin afectar negativamente su rendimiento.

Los productos proteicos obtenidos con bacterias lácticas exhibieron propiedades funcionales mejoradas en comparación con los obtenidos con ácido clorhídrico como agente precipitante, especialmente respecto de la capacidad de retención de agua y capacidad espumante. Se observaron valores similares para la capacidad emulsionante, estabilidad de la emulsión y solubilidad de proteínas en todo el rango de valores de pH analizado. Estos atributos funcionales mejorados posicionan a las bacterias lácticas como un agente precipitante alternativo y sostenible a los ácidos inorgánicos, lo que permitiría la adaptación de los productos proteicos obtenidos a diversas aplicaciones tecnológicas alimentarias.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo de la Universidad del Centro Educativo Latinoamericano (UCEL), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la Universidad Nacional del Litoral (UNL) y la Universidad Tecnológica Nacional (UTN).

## Referencias

Accoroni, C. (2020). *Optimización y modelado de la etapa de extracción de proteínas en el proceso de producción de productos proteicos a partir del subproducto de la extracción de extrusado y prensado de soja*. UTN.

Accoroni, C., Godoy, E., & Reinheimer, M. A. (2019). Experimental data acquisition and mathematical model for soluble protein extraction from Argentinian extruded expeller soybean meal. *Journal of Food Science and Technology*, *56*(7), 3492–3501. https://doi.org/10.1007/s13197-019-03838-y

Aluko, R. E., Mofolasayo, O. A., & Watts, B. M. (2009). Emulsifying and Foaming Properties of Commercial Yellow Pea (Pisum sativum L.) Seed Flours. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57(20), 9793–9800. https://doi.org/10.1021/jf902199x

AOAC. (2005). *Official methods of analysis of AOAC INTERNATIONAL*. AOAC International.

Brasil, M., Meleiro, L. A. da C., Benincá, C., & Zanoelo, E. F. (2016). Yield of Soybean Protein Isolate from Defatted Soybean Flakes Treated in an Industrial Plant and in Laboratory: Experiments and Modeling. *Journal of Food Process Engineering*, *39*(6), 636–644. https://doi.org/10.1111/jfpe.12256

Das, D., Panesar, P. S., & Saini, C. S. (2022). pH shifting treatment of ultrasonically extracted soybean meal protein isolate: Effect on functional, structural, morphological and thermal properties. *Process Biochemistry*, *120*, 227–238. https://doi.org/10.1016/j.procbio.2022.06.015

Foh, M. B. K., Wenshui, X., Amadou, I., & Jiang, Q. (2012). Influence of pH Shift on Functional Properties of Protein Isolated of Tilapia (Oreochromis niloticus) Muscles and of Soy Protein Isolate. Food and Bioprocess Technology, 5(6), 2192–2200. https://doi.org/10.1007/s11947-010-0496-0

Garcia-Vaquero, M., Lopez-Alonso, M., & Hayes, M. (2017). Assessment of the functional properties of protein extracted from the brown seaweed Himanthalia elongata (Linnaeus) S. F. Gray. *Food Research International*, *99*, 971–978. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.06.023

Ghumman, A., Kaur, A., Singh, N., & Singh, B. (2016). Effect of feed moisture and extrusion temperature on protein digestibility and extrusion behaviour of lentil and horsegram. *LWT*, *70*, 349–357. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.032

Jiang, J., Chen, J., & Xiong, Y. L. (2009). Structural and emulsifying properties of soy protein isolate subjected to acid and alkaline pH-shifting processes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *57*(16), 7576–7583. https://doi.org/10.1021/jf901585n

Ma, K. K., Grossmann, L., Nolden, A. A., McClements, D. J., & Kinchla, A. J. (2022). Functional and physical properties of commercial pulse proteins compared to soy derived protein. *Future Foods*, *6*, 100155. https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100155

Nishinari, K., Fang, Y., Nagano, T., Guo, S., & Wang, R. (2018). Soy as a food ingredient. In *Proteins in Food Processing* (pp. 149–186). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100722-8.00007-3

Pei, S., Xiong, L., Xu, S., Li, M., Wang, S., & Sun, P. (2022). Effects of different precipitating agents on the physicochemical and functional properties of soy protein isolate.

Peng, Y., Kersten, N., Kyriakopoulou, K., & van der Goot, A. J. (2020). Functional properties of mildly fractionated soy protein as influenced by the processing pH. *Journal of Food Engineering*, *275*, 109875. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.109875

Sari, Y. W., Mulder, W. J., Sanders, J. P. M., & Bruins, M. E. (2015). Towards plant protein refinery: Review on protein extraction using alkali and potential enzymatic assistance. *Biotechnology Journal*, *10*(8), 1138–1157. https://doi.org/10.1002/biot.201400569

Song, H., Zhong, M., Sun, Y., Li, Y., & Qi, B. (2023). Recovery of proteins from soybean oil-body wastewater at various pH levels and their structural and functional characterization. *LWT*, *174*, 114455. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114455

Wang, H., Johnson, L. A., & Wang, T. (2004). Preparation of soy protein concentrate and isolate from extruded-expelled soybean meals. Journal of the American Oil Chemists' Society, 81(7), 713–717. https://doi.org/10.1007/s11746-004-966-8

Zhao, Y., Tian, R., Xu, Z., Jiang, L., & Sui, X. (2022). *Recent Advances in Soy Protein Extraction Technology*. https://doi.org/10.22541/au.165634204.41824834/v1

UTN VILLA MARÍA | SECRETARÍA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y POSGRADO

# idetec)2024

## 11° Congreso de Investigaciones y Desarrollos en Tecnología y Ciencia

## Comité Organizador

Presidente:
**Ing. Gaspar Cena**

Vicepresidente:
**Ing. Franco Salvático**

Secretario Ejecutivo:
**Ing. Huber Fernández**

Coordinación General:
**Ing. Javier Gonella**

Coordinadores:
**Ing. José Luis Catalano**
**Sr. Gonzalo Giorgis**
**Ing. David Belamate**
**Ing. Sebastián Mussetta**
**Ing. Paola Simieli**

Integrantes:
**Dr. Eduardo Romero**
**Mg. Luis Toselli**
**Cr. Sergio Gilabert**
**Mg. Miguel A. Rosa**
**Dr. Eldo J. Lucioni**
**Ing. Paula Toselli**
**Mg. Carlos Tais**
**Mg. Mercedes Soria**
**Mg. Rubén Baccifava**
**Ing. Graciela Trombini**
**Dra. Gabriela Peretti**
**Dra. Andrea Gómez Sánchez**

Secretario:
**Ing. Fabian Sensini**

edUTecNe

CiN REUN

**Universidad Tecnológica Nacional**
**Facultad Regional Villa María**
Av. Universidad 450 - Villa María, Córdoba
idetec@frvm.utn.edu.ar

**Octubre de 2024**

ISBN 978-987-8992-45-7
9 789878 992457