



EXTRACCIÓN DE ACEITE DE MACADAMIA POR INMERSIÓN EN SOLVENTES ALCOHÓLICOS

MACADAMIA OIL EXTRACTION BY IMERSION IN ALCOHOLIC SOLVENTS

S. L. Blandón Navarro ^{1,*}, C. E. da Costa Rodrigues²

¹ Universidad Nacional de Ingeniería sede Norte, Coordinación de Ingeniería Agroindustrial, Estelí, Nicaragua.

² Universidad de Sao Paulo, Facultad de Zootecnia e Ingeniería de Alimentos (FZEA-USP), Departamento de Ingeniería de Alimentos, Laboratorio de Ingeniería de Separaciones (LES), Pirassununga, Sao Paulo, Brasil.

* sandra.blandon@norte.uni.edu.ni

(recibido/received: 09-October-2018; aceptado/accepted: 31-October-2018)

RESUMEN

En el presente estudio se realizaron experimentos de extracción de aceite de macadamia por inmersión, utilizando razón masa de sólido: masa de solvente (1:20) y tiempos de inmersión de 7 horas y 30 minutos, 12 y 16 horas en etanol e isopropanol absoluto, con la finalidad de evaluar el desempeño de estos solventes alcohólicos y comparar los tiempos de inmersión. Para esto, se utilizó como materia prima la torta de macadamia, material residual del proceso de extracción por prensado, contenido de lípidos de 57.4 ± 0.7 %, en base seca. Con la combinación de la extracción por lotes (tres etapas de contacto) y la inmersión posterior durante 7 horas y 30 minutos, el isopropanol absoluto consigue extraer mayor cantidad de aceite en relación al etanol absoluto. En la inmersión por 12 y 16 horas, ambos solventes consiguen igualar el rendimiento de extracción de aceite (aproximadamente 94 %), sin embargo, el rendimiento de extracción de aceite no aumenta al aumentar el tiempo de inmersión de 12 para 16 horas, por lo que es posible inferir que en 12 horas de inmersión ya se ha alcanzado la condición de equilibrio.

Palabras claves: *Macadamia integrifolia*; Extracción sólido-líquido; Solventes alternativos.

ABSTRACT

In this study, experiments of macadamia oil extraction were performed by immersion, using a mass ratio of solid: solvent (1:20) and immersion times of 7 hours and 30 minutes, 12 and 16 hours in ethanol and isopropanol, absolute degree, in order to evaluate the performance of these solvents and compare the immersion times. For this, macadamia pressed cake was used as raw material, residual material from the extraction process by pressing, lipid content of $57.4 \pm 0.7\%$, on dry basis. With the combination of batch extraction (three stages of contact) and subsequent immersion for 7 hours and 30 minutes, absolute isopropanol extract more oil in relation to absolute ethanol. In the immersion for 12 and 16 hours, both solvents achieve to equal the oil extraction yield (approximately 94 %), however, the oil extraction yield no

increase when increasing the immersion time from 12 to 16 hours, so it is possible to infer that in 12 hours of immersion the equilibrium condition has already been reached.

Keywords: *Macadamia integrifolia*; Solid-liquid extraction; Alternative solvents.

1. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de macadamia en el 2017 fue de alrededor de 50000 toneladas métricas (producto comestible) (INC, 2017). Esta nuez es producida en su mayoría en Australia y Sudáfrica, representando entre los dos aproximadamente 53 % de la producción mundial, el resto de la producción proviene principalmente de Estados Unidos, Kenia, Brasil, Costa Rica, Guatemala, Nueva Zelanda y Malawi (Australian-Macadamia Society, 2018). En la Figura 1 se observa el fruto de macadamia, hasta llegar a la parte comestible.

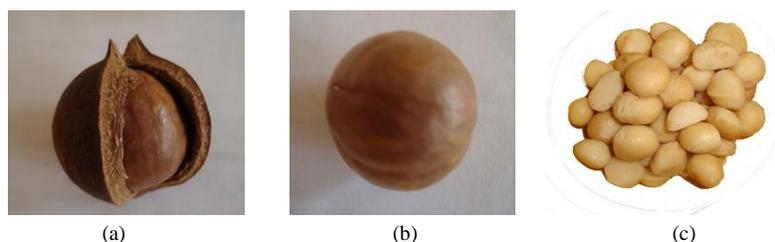


Figura 1. Fruto de la macadamia. (a) Macadamia íntegra, con carpelo y cáscara. (b) Macadamia con cáscara, descarpelada (c) Parte comestible de la macadamia.

La nuez de macadamia (parte comestible) posee un alto contenido de lípidos, en el rango de 64 a 72 %, variando en función de las prácticas agronómicas y madurez de cosecha (Wall, 2010). El aceite de macadamia presenta ácidos grasos saturados (17-26 %), ácidos grasos monoinsaturados (72-80 %), ácidos grasos poliinsaturados (1.9-3.9 %) (Aquino-Bolaños *et al.*, 2017). Los ácidos grasos monoinsaturados, presentes en el aceite de macadamia, son principalmente ácido palmitoleico (18.7 ± 0.2) y ácido oleico (58.51 ± 0.01) (Venkatachalam y Sathe, 2006). Además de esto, el aceite de macadamia presenta compuestos bioactivos como el esqualeno, α -tocoferol, campesterol, estigmasterol y β -sitosterol, cuya presencia ayuda en la inhibición de los procesos de oxidación (Derewiaka *et al.*, 2014; Maguire *et al.*, 2004). Según Derewiaka *et al.* (2014), el esqualeno presenta actividad antioxidante y es usado en productos para el cuidado de la piel.

Debido al alto contenido de lípidos de la macadamia, el proceso de extracción de aceite a nivel industrial se realiza por prensado (Kamal-Eldin y Moreau, 2009), pudiendo ser por prensado a frío (manteniendo la temperatura menor a 30 °C) o expelido en un rotor a presión. El proceso de extracción por prensado permite obtener un material sólido residual con alto contenido de lípidos (entre 23 y 52 %) (Phosa, 2009; Sarkis *et al.*, 2014), por lo tanto este material puede ser sometido a extracción de aceite nuevamente. En ese sentido, otros métodos de extracción han sido propuestos, entre ellos la extracción con CO₂ supercrítico (Silva *et al.* 2008), extracción con butano subcrítico (Chen *et al.*, 2014).

También se presenta como opción el uso de solventes para la extracción de aceites, en condiciones de presión atmosférica. Entre estos solventes está el hexano comercial, el cual tiene como ventaja su capacidad de disolver el aceite. Sin embargo, este solvente tiene como inconveniente su grado de inflamabilidad y toxicidad (Wakelyn & Wan, 2005). De esta manera, los solventes alcohólicos como el etanol e isopropanol se presentan como alternativa para sustituir al hexano comercial (Johnson & Lusas, 1983; Tir *et al.*, 2012).

El estudio del proceso de extracción de aceite de macadamia con etanol e isopropanol por extracción simple y en corrientes cruzadas, razón gramos de sólido: gramos de solvente de 3:1, ha sido descrito previamente por las autoras (Navarro y Rodrigues, 2018), donde se evaluó la calidad del aceite extraído, además del potencial presentado por el sólido residual como materia prima para la producción de concentrados proteicos.

Los experimentos de extracción por inmersión presentados en este artículo fueron realizados con la finalidad de evaluar el desempeño de los solventes alcohólicos, etanol e isopropanol, en grado absoluto en el proceso de extracción de aceite de macadamia y comparar el efecto del tiempo de inmersión sobre el rendimiento de extracción.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

2.1 Materiales

La materia prima utilizada en los experimentos de extracción fue macadamia (*Macadamia integrifolia*) parcialmente desengrasada por prensado con expeler, la cual fue gentilmente donada por la Queen Nut Macadâmia (Dois Córregos, São Paulo).

Se utilizaron como solventes de extracción etanol absoluto (Merck, Darmstadt, Alemania, 99.8 %) e isopropanol absoluto (Merck, Darmstadt, Alemania, 99.5 %). Estos solventes se codificaron como Et0 e IPA0 (etanol e isopropanol en grado absoluto, respectivamente).

2.2 Experimentos de extracción de aceite de macadamia

Los experimentos de extracción de aceite de macadamia por inmersión fueron realizados utilizando como materia prima torta parcialmente desengrasada de macadamia y solventes de extracción, etanol e isopropanol en grado absoluto, masa en gramos de sólido:solvente de 1:20. El uso de esta razón sólido : solvente se basó en las mediciones de masa de solvente necesaria para sumergir completamente el cartucho que contiene la masa de materia prima.

Por lo tanto, fueron pesados aproximadamente 7 g de materia prima y 140 g de solvente en la balanza analítica de precisión 0.01 g (Adam, modelo PGW 1502i, Milton Keynes, Reino Unido). Estos fueron colocados en el extractor Marconi, modelo MA491 (Piracicaba, São Paulo, Brasil) y las condiciones de proceso fueron temperatura de 75 ± 5 °C y tiempo de extracción de 12 y 16 horas. Después de la extracción, el material sólido residual fue secado en estufa de convección forzada (Nova Orgânica, modelo N035/3, Brasil), a 60 °C por 24 horas. Seguidamente, fue sometida a análisis del contenido de lípidos residual y proteínas.

El contenido de lípidos fue determinado a través del método Am 5-04 (A.O.C.S., 2009) utilizando el sistema de extracción Ankom (modelo XT10, Nueva York, Estados Unidos). De este modo se pesaron aproximadamente 1.5 gramos de muestra, las cuales se secaron a 130 °C durante 3 horas. Al producto seco se le extrajo aceite, utilizando hexano como solvente, a 90 °C. Después de una hora de extracción, se pesó el material libre de aceite y se procedió a calcular el contenido de lípidos por diferencia. A partir de estos datos se realizó balance de masa para calcular el rendimiento de extracción de aceite (en porcentaje).

El contenido de proteínas de la materia prima y del material sólido residual se determinó por medio del método Ba 4e-93 (A.O.C.S., 2009). Por lo tanto, fueron pesados aproximadamente 0.15 g de muestra dentro de cápsulas de gel e introducidos en el determinador de proteínas Leco (modelo FP-528, St. Joseph, Michigan, Estados Unidos) para la cuantificación del contenido de nitrógeno por combustión a 900 °C. El

contenido de proteínas presente en las muestras se calculó multiplicando el contenido nitrógeno por el factor 5.30 (A.O.C.S., 2009). Análisis fueron realizados al menos por triplicado.

Para los experimentos de extracción de aceite de macadamia con tiempo de inmersión de 7 horas y 30 minutos, la macadamia parcialmente desengrasada por prensado fue sometida previamente a extracción por lotes en extractor de acero inoxidable (Oliveira *et al.* 2012). Así, fueron realizadas tres etapas de extracción, con etanol e isopropanol absoluto, razón masa en gramos de sólido-solvente (1:3). Seguidamente este material fue caracterizado en términos de contenido de lípidos y proteínas para luego ser colocado en el extractor Marconi, modelo MA491 (Piracicaba, São Paulo, Brasil), temperatura de extracción de 75 ± 5 °C.

2.3 Análisis estadístico

Las medias de los resultados de los experimentos se evaluaron usando el test de comparaciones múltiples de Duncan (DMRT) con el software SAS® (v. 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), con nivel de significancia de $p \leq 0.05$ (Duncan, 1955).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La materia prima, torta de macadamia parcialmente desengrasada, presentó un contenido de proteínas de 11.4 ± 0.6 % y lípidos de 57.4 ± 0.7 %, en base seca. Este contenido de lípidos implica que el proceso de extracción por prensado al que fue sometida la macadamia deja un alto contenido de lípidos residual, próximo al reportado por Sarkis *et al.* (2014).

Una parte de este material fue sometido previamente a extracción de aceite por lotes, en tres etapas de contacto, con etanol e isopropanol absoluto, razón de masa en gramos de sólido-solvente (1:3), utilizando extractor de acero inoxidable, previamente descrito por Oliveira *et al.* (2012). Después de tres etapas de contacto el material residual de la extracción con etanol absoluto presentó un contenido de lípidos de 20 ± 1 %, contenido de proteínas de 26.0 ± 0.3 %, en base seca, mientras que el material residual de la extracción con isopropanol absoluto presentó un contenido de lípidos de 15 ± 1 % e de proteínas de 28.9 ± 0.3 %. Este material residual fue sometido a extracción por inmersión con solventes alcohólicos, tiempo de contacto de 7 horas y 30 minutos.

El contenido de lípidos de los sólidos residuales se muestran en la Tabla 1. Es posible observar que el isopropanol en grado absoluto tiene mayor capacidad de extracción de lípidos en relación al etanol absoluto. Tir *et al.* (2012) sugieren que el rendimiento de extracción de aceite depende del solvente utilizado y que la polaridad del mismo (medida como constante dieléctrica) es relevante en las interacciones soluto solvente. Por consiguiente se realizó cálculo de las constantes dieléctricas de los solventes alcohólicos, utilizando ecuación planteada por Wohlfarth (2014). El etanol absoluto a 75 °C presenta una constante dieléctrica de 20.38 y el isopropanol absoluto de 12.42, por lo tanto el isopropanol absoluto es menos polar, lo que implica que tiene mayor capacidad de disolución de aceite que el etanol absoluto.

Tabla 1. Contenido de lípidos del material sólido residual, después de 7 horas y 30 minutos de inmersión en solventes alcohólicos

Contenido de lípidos del material inicial (% , en BS)	Tipo de Solvente	Contenido de lípidos en el sólido residual (% , en BS)
20 ± 1	Et0	11.62 ± 0.7 ^A
15 ± 1	IPA0	5.6 ± 0.1 ^B

Medias seguidas por una letra mayúscula igual en la misma columna no difieren entre sí, al nivel de 5 % de significancia por el Test de Duncan.

En la Tabla 1 se observa también que la combinación de los métodos extracción de aceite por lotes y la inmersión por 7 horas y 30 minutos, utilizando isopropanol absoluto como solvente, permite obtener un

material residual con menor contenido de lípidos en comparación con el obtenido de las extracciones con etanol absoluto.

En la Tabla 2 se presentan los resultados del contenido de lípidos de los materiales, después de 12 y 16 horas de inmersión, a partir de torta de macadamia parcialmente desengrasada (contenido de lípidos 57.4 ± 0.7 % en base seca). Es posible notar que el aumento del tiempo de contacto de 12 para 16 horas no impactó en el rendimiento de extracción de aceite, lo que permite inferir que en la inmersión por 12 horas ya se ha extraído la mayor cantidad de aceite. Estudios de cinética de extracción sugieren que el aceite contenido en el material sólido migra rápidamente para la fase extracto en las etapas iniciales del proceso de extracción, posteriormente la velocidad de extracción disminuye hasta alcanzar la condición de equilibrio (Toda *et al.*, 2016).

Tabla 2. Contenido de lípidos y proteínas del material sólido residual, después de 12 y 16 horas de inmersión en solventes alcohólicos

Tiempo de contacto (horas)	Contenido de lípidos en el sólido residual (%)		Rendimiento de extracción de aceite (%)		Contenido de proteínas en el sólido residual (%)	
	Et0	IPA0	Et0	IPA0	Et0	IPA0
12	11 ± 1^{Aa}	9.6 ± 0.6^{Aa}	94.0 ± 0.5^{Aa}	94.21 ± 0.01^{Aa}	34 ± 3^{Aa}	34 ± 1^{Aa}
16	11.8 ± 0.8^{Aa}	10.1 ± 0.3^{Ab}	93.4 ± 0.6^{Aa}	94.09 ± 0.03^{Ba}	36 ± 1^{Aa}	34 ± 2^{Aa}

Medias seguidas por una letra mayúscula igual en la misma columna no difieren entre sí al nivel de 5 % de significancia por el Test de Duncan. Medias seguidas por letras minúsculas iguales en la misma línea no difieren entre sí al nivel de significancia de 5 % por el Test de Duncan.

En la Tabla 2 se puede observar también, que los dos solventes alcohólicos presentan desempeños similares ($p > 0.05$, test de Duncan). Estos comportamientos, en los cuales ambos solventes igualan su capacidad de extracción, a determinada temperatura y tiempo de extracción han sido reportados previamente por Navarro *et al.* (2016) y Capellini *et al.* (2017).

Los rendimientos de extracción de aceite a través de inmersión por 12 y 16 horas son mayores a los obtenidos en tres etapas de contacto, sin embargo, el gasto de solvente en la extracción por inmersión es mayor. Johnson y Lusas (1983) indican que la solubilidad de los aceites aumenta con el aumento de la temperatura hasta alcanzar la temperatura crítica de disolución, la cual es de 30 °C para el isopropanol absoluto (Rao y Arnold, 1957) y de 65 °C para el etanol absoluto (Rao y Arnold, 1956), sin embargo el proceso de extracción sólido-líquido también es dependiente del tiempo de contacto entre las fases, de modo que este tiempo debe ser suficiente para que acontezcan las diferentes etapas del proceso de extracción. Por lo tanto, es posible inferir que, a partir de las 12 horas de extracción, con ambos solventes se ha alcanzado la condición de equilibrio.

4. CONCLUSIONES

En general, el método de extracción por inmersión tiene como desventaja la alta cantidad de solvente que es usada durante el proceso. Esto representa un mayor gasto energético en la etapa de separación del solvente del aceite.

El isopropanol absoluto presenta un mejor desempeño que el etanol absoluto en la extracción de aceite de macadamia, después de tres etapas de contacto. Sin embargo, ambos solventes, etanol e isopropanol, igualan su desempeño de extracción después de 12 horas de inmersión, por lo que es posible inferir que este período de tiempo y la temperatura posibilitan el desarrollo de las diferentes etapas de extracción sólido-líquido. La prolongación del tiempo de inmersión de 12 para 16 horas no mejora el rendimiento de extracción de aceite, por lo que se puede inferir que en 12 horas ya se ha alcanzado la condición de equilibrio.

REFERENCIAS

- A.O.C.S. (2009). *Official Methods and Recommended Practices of the AOCS* (6th ed.). Washington, D.C.: AOCS.
- Aquino-Bolaños, E., Mapel-Velazco, L., Martín-del-Campo, S., Chávez-Servia, J., Martínez, A. y Verdalet-Guzmán, I. (2017). Fatty acids profile of oil from nine varieties of Macadamia nut. *International Journal of Food Properties*, 20, 1262–1269. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1206125>
- Australian-Macadamia-Society. (2018). About the macadamia industry. Consultado el 8 de mayo, 2018, de <https://www.australianmacadamias.org/industry/about/about-the-macadamia-industry?lang=en>
- Capellini, M. C., Giacomini, V., Cuevas, M. S. y Rodrigues, C. E. C. (2017). Rice bran oil extraction using alcoholic solvents: Physicochemical characterization of oil and protein fraction functionality. *Industrial Crops and Products*, 104, 133–143. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.04.017>
- Chen, M., Huang, X., Kong, L., Lu, K., Pang, H., Qin, G. y Xu, L. (2014). Patente CN103834470–A. China.
- Derewiaka, D., Szwed, E. y Wolosiak, R. (2014). Physicochemical properties and composition of lipid fraction of selected edible nuts. *Pakistan Journal of Botany*, 46, 337–343.
- Duncan, D. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11, 1–42. <https://doi.org/10.2307/3001478>
- INC. International Nut and Dried Fruit Council Foundation. (2017). *Nuts and Dried Fruits Nuts and Dried Fruits Global Statistical Review 2014-2015*. Reus, España: International Nut and Dried Fruit.
- Johnson, L. A., Lusas, E. W. (1983). Comparison of alternative solvents for oils extraction. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 60, 229–242. <https://doi.org/10.1007/BF02543490>
- Kamal-Eldin, A., Moreau, R. A. (2009). Tree Nut Oils. En: R. A. Moreau & A. Kamal-Eldin (Eds.), *Gourmet and Health- Promoting Specialty Oils*, 127–149. Urbana, IL: AOCS Press.
- Maguire, L. S., O'Sullivan, S. M., Galvin, K., O'Connor, T. P. y O'Brien, N. M. (2004). Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55, 171–178. <https://doi.org/10.1080/09637480410001725175>
- Navarro, S. L. B., Capellini, M. C., Aracava, K. K. y Rodrigues, C. E. C. (2016). Corn germ-bran oils extracted with alcoholic solvents: Extraction yield, oil composition and evaluation of protein solubility of defatted meal. *Food and Bioproducts Processing*, 100, 185–194. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2016.06.009>
- Navarro, S. L. B., Rodrigues, C. E. C. (2018). Macadamia oil extraction with alcoholic solvents: Yield and composition of macadamia oil and production of protein concentrates from defatted meal. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120, 1800092. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201800092>
- Oliveira, R., Oliveira, V., Aracava, K. K. y Rodrigues, C. E. C. (2012). Effects of the extraction conditions on the yield and composition of rice bran oil extracted with ethanol - A response surface approach. *Food and Bioproducts Processing*, 90, 22–31. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2011.01.004>
- Phosa, M. A. (2009). The nutritive value of macadamia oil cake meal and wood ash as alternative feed ingredients for chickens in rural areas. *Disertación de Maestría*. Universidad de Pretoria, Pretoria.
- Rao, R. K., Arnold, L. K. (1956). Alcoholic extraction of vegetable oils. II. Solubilities of corn, linseed, and tung oils in aqueous ethanol. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 33, 82–84. <https://doi.org/10.1007/BF02612557>
- Rao, R. K., Arnold, L. K. (1957). Alcoholic extraction of vegetable oils. Part IV. Solubilities of vegetable oils in aqueous 2-propanol. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 34, 401–404. <https://doi.org/10.1007/BF02637892>
- Sarkis, J. R., Córrea, A. P. F., Michel, I., Brandeli, A., Tessaro, I. C. y Marczak, L. D. F. (2014). Evaluation of the phenolic content and antioxidant activity of different seed and nut cakes from the edible oil industry. *Journal of the*

American Oil Chemists' Society, 91, 1773–1782. <https://doi.org/10.1007/s11746-014-2514-2>

Silva, C. F., Mendes, M. F., Pessoa, F. L. P. y Queiroz, E. M. (2008). Supercritical carbon dioxide extraction of macadamia (*Macadamia integrifolia*) nut oil: experiments and modeling. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 25, 175–181. <https://doi.org/10.1590/S0104-66322008000100018>

Tir, R., Dutta, P. C. y Badjah-Hadj-Ahmed, A. Y. (2012). Effect of the extraction solvent polarity on the sesame seeds oil composition. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114, 1427–1438. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201200129>

Toda, T. A., Sawada, M. M. y Rodrigues, C. E. C. (2016). Kinetics of soybean oil extraction using ethanol as solvent: Experimental data and modeling. *Food and Bioproducts Processing*, 98, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2015.12.003>

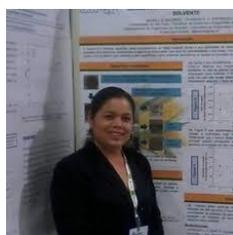
Venkatachalam, M., Sathe, S. K. (2006). Chemical composition of selected edible nut seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 4705–4714. <https://doi.org/10.1021/jf0606959>

Wakelyn, P. J., Wan, P. J. (2005). Solvent extraction to obtain edible oil products. En: C. C. Akoh (Ed.), *Handbook of Functional Lipids* (89–131). Boca de Raton, FL: CRC Press.

Wall, M. M. (2010). Functional lipid characteristics, oxidative stability, and antioxidant activity of macadamia nut (*Macadamia integrifolia*) cultivars. *Food Chemistry*, 121, 1103–1108. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.057>

Wohlfarth, C. (2014). Permittivity (dielectric constant of liquids). En: W. M. Haynes (Ed.), *CRC Handbook of Chemistry and Physics* (95th ed., 187–191). Boca de Raton, FL: CRC Press.

SEMBLANZA DE LOS AUTORES



Sandra L. Blandón Navarro: Se graduó de Ingeniero Químico y obtuvo el máster en Procesamiento de Alimentos en la Universidad Nacional de Ingeniería (Managua, Nicaragua). Es doctora en Ciencias de la Ingeniería de Alimentos por la Universidad de São Paulo, desempeñándose en la línea de investigación de ingeniería de separaciones, extracción de aceites vegetales con solventes alternativos y en la concentración de proteínas vegetales. Actualmente es docente y tutora de trabajos de investigación a nivel de graduación y posgraduación en la Universidad Nacional de Ingeniería. Gran área de actuación: Ciencias Agrarias / Área: Ciencia y Tecnología de Alimentos / Subárea: Ciencias de los alimentos.

ORCID: 0000-0002-5450-7507



Christianne E. Da Costa Rodrigues: Posee graduación en Ingeniería Química por la Universidad Federal de São Carlos, máster en Ingeniería Química por la Universidad Federal de São Carlos, doctorado en ciencias en Ingeniería de Alimentos por la Universidad Estadual de Campinas y postdoctorado en la misma Institución. Es profesora de grado y posgrado en Ingeniería de Alimentos en la Facultad de Zootecnia e Ingeniería de Alimentos (FZEA) de la Universidad de São Paulo (USP, Sao Paulo, Brasil) desde 10/2005. Es tutora de maestría y doctorado en el curso de Postgrado en Ingeniería de Alimentos de la USP desde su creación, en el año 2009. Actualmente es Profesora Asociada (MS-5) y coordinadora del Programa de Postgrado en Ingeniería de Alimentos. Tiene experiencia en el área de Ingeniería de Alimentos, con énfasis en Procesos de Separación, actuando principalmente en los siguientes temas: extracción líquido-líquido, extracción sólido-líquido, tecnología de aceites y grasas vegetales y animales, equilibrio líquido-líquido, desacidificación de aceites vegetales, desterpenación / fraccionamiento de aceites esenciales, solubilidad de compuestos nutraceuticos, modelado termodinámico y simulación de procesos y aprovechamiento de residuos agroindustriales (Fuente: Currículo Lattes). Gran área de actuación: Ciencias Agrarias / Área: Ciencia y Tecnología de Alimentos / Subárea: Ciencias de los alimentos. ORCID: 0000-0002-5456-9708