

EXTRACCIÓN DE FIBRA DE LOS DESECHOS AGROINDUSTRIALES DE CACAHUATE, PARA SU APLICACIÓN EN EL DESARROLLO DE ALIMENTOS.

Guerrero-Colín, J. I*., Trejo-Márquez M.* , Moreno-Lara J., Lira-Vargas A. A., Pascual-Bustamante, S.

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica, Jiménez Cantú s/n, San Juan Atlamica, C.P. 54729, Cuautitlán Izcalli, Edo. De México, México. * andreatrejo@unam.mx.

RESUMEN:

Como una propuesta ante la generación de desechos agroindustriales, el presente proyecto tiene como objetivo realizar la extracción de fibra a partir de cáscara de cacahuate, mediante un método químico que garantice un producto de alta calidad y rendimiento, para su posterior aplicación en alimentos. La materia prima empleada fue cáscara de cacahuate y para la extracción se propuso emplear un método químico con ácido clorhídrico (0.5, 1 y 1.5 N) e hipoclorito de sodio (0.525, 2.25 y 3.52 %). Además se evaluó la presencia de aflatoxinas en la materia prima y en la fibra obtenida, ya que es el principal contaminante del cacahuate. Las condiciones óptimas de extracción se evaluaron a partir del rendimiento de la fibra obtenida y de sus propiedades funcionales: capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de retención de aceite (CRAc) y capacidad de hinchamiento (CH). La extracción con HCl 0.5N y 1N, presentaron mayores rendimientos, aproximadamente del 75%; mientras que en las propiedades funcionales, se obtuvieron valores de entre 2.41 y 2.95 g/g de agua para CRA y de entre 2.69 y 3.28 g/g de aceite para CRAc. Con los resultados obtenidos se demuestra que la fibra extraída de la cáscara de cacahuate puede ser una propuesta viable para su posterior aplicación en alimentos.

ABSTRACT:

As a proposal to the generation of agro-industrial waste, this project aims to make the extraction of fiber from peanut shell, using a chemical method that ensures high product quality and performance, for later use in foods. The raw material used was shelled peanut and extraction is proposed to use a chemical method with hydrochloric acid (0.5, 1 and 1.5 N) and sodium hypochlorite (0.525, 2.25 and 3.52%). Besides the presence of aflatoxins in the raw material and the fiber obtained was evaluated, as it is the main pollutant of peanuts. The optimum extraction conditions were evaluated from the obtained fiber performance and functional properties: water holding capacity (WHC), oil retention capacity (CRAC) and swelling capacity (CH). Extraction with 0.5N HCl and 1N, had higher yields approximately 75%; whereas values of between 2.41 and 2.95 g / g of water and CRA between 2.69 and 3.28 g / g of oil were obtained CRAC functional properties. The results obtained show that the fiber extracted from peanut shell may be a viable proposition for subsequent application in foods.

Palabras clave:

Fibra; cáscara de cacahuate; propiedades funcionales.

Keyword:

Fiber; peanut shell; functional properties.

Área: Alimentos funcionales

INTRODUCCIÓN

La industria del cacahuate es una de las principales generadoras de desechos agroindustriales (cáscara), mismos que se pueden convertir en materia prima para la elaboración de diversos productos, asegurando así la utilización de éstos, ya que

los subproductos, residuos o excedentes agroindustriales deben ser considerados cada vez más como recursos potenciales (Petruccioli *et al.*, 2011). En México, el cacahuete es uno de los productos agrícolas que más se consume, se estima que para el año 2013 la producción anual a nivel nacional fue de 99,848.58 Ton con un área de cultivo de la planta de 90 mil hectáreas (SIAP-SAGARPA, 2014).

Dentro de la composición química del cacahuete, las proteínas y las grasas ocupan los mayores porcentajes; sin embargo en la cáscara del producto, se puede encontrar alto contenido de fibra. La fibra está constituida por los componentes estructurales de las paredes celulares de los vegetales, entre los que destacan la celulosa, la hemicelulosa, las pectinas y la lignina. La fibra dietética tiene numerosos beneficios para la salud entre los que hay que destacar el efecto protector cardiovascular, especialmente de la fibra soluble, avalado por grandes estudios clínicos y epidemiológicos, en los que se evidencia el efecto beneficioso de la fibra dietética sobre la hipercolesterolemia, diabetes tipo 2, obesidad, hipertensión arterial, síndrome metabólico y proteína C reactiva como marcador de inflamación (Badui, 2006; Escudero-Álvarez y González-Sánchez, 2006; Fernández-Miranda, 2010). Sin embargo, el cacahuete tiene un factor limitante, ya que es considerado como de alto riesgo de contaminación con micotoxinas, especialmente con aflatoxinas (Alaniz-Zanon *et al.*, 2013; Iqbal *et al.*, 2013). Por lo que los métodos químicos para la extracción de fibra pueden ayudar a disminuir el contenido de aflatoxinas en el cacahuete, ya que éstas son inestables a pH bajos (Soriano-Del Castillo, 2007), lo que garantiza que se obtendrá un producto de calidad con las características necesarias para su adición en otros alimentos. Por lo que el objetivo del presente trabajo es realizar la extracción de fibra de los desechos agroindustriales de cacahuete, mediante un método químico (ácido-alcalino) que garantice un producto de alta calidad y rendimiento, para asegurar su aplicación en alimentos funcionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención y acondicionamiento de la materia prima. Se utilizó cacahuete adquirido en la Central de Abastos de la Ciudad de México. La cáscara se obtuvo manualmente y fue sometida a una reducción de tamaño, en un molino de cuchillas.

Caracterización de la materia prima. Se realizó un análisis químico a la cáscara de cacahuete, evaluando el contenido de humedad (Pearson, 1998), cenizas (AOAC, 2000), proteína (Lowry *et al.*, 1951) y fibra bruta (Pearson, 1998). Además se determinó el contenido aflatoxinas presentes de acuerdo a la NOM-188-SSA1-2002.

Extracción de fibra: La materia prima fue tratada con ácido clorhídrico a tres concentraciones distintas (0.5, 1 y 1.5 N), por 10 minutos a temperatura de ebullición. Posteriormente se efectuó un lavado con hipoclorito de sodio a tres concentraciones diferentes (0.52, 2.25, 3.52 % v/v). Al finalizar este proceso se llevó a cabo un secado a 60 °C (Cayo-Álvarez y Mateos-Chamorro, 2009).

Evaluación de las propiedades funcionales. A la fibra obtenida de los tratamientos químicos se le evaluaron las propiedades funcionales: capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de retención de aceite (CRAC) y la capacidad de hinchamiento (CH) (Arroyo-Salas *et. al.*, 2008; Ramírez y Pacheco, 2009).

Tratamiento estadístico. Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de rango múltiple aplicando un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la materia prima.

Los resultados obtenidos en el análisis químico del cacahuate muestran que el componente mayoritario es la fibra cruda, con un 75.34 %, por lo que la obtención de este compuesto a partir de este subproducto es una alternativa viable. La fibra representa la porción no digerible de los alimentos y, por consiguiente, mientras mayor sea su concentración en un producto, menor será su valor alimenticio, aunque es importante recomendarlo para el buen funcionamiento del intestino (Escudero-Álvarez y González-Sánchez, 2006). Por lo tanto, al ser el componente mayoritario en la materia prima, asegura que los rendimientos al momento de realizar la extracción sean altos. El cacahuate presentó una humedad de 6.79 %, cenizas con 5.32 %, carbohidratos 5.77 % y proteínas 0.46 %. Debido a la naturaleza del cacahuate, este puede encontrarse contaminado por algunos hongos generadores de aflatoxinas, por tal razón fue necesario evaluar la presencia de estos compuestos dentro de la materia prima, así como en las fibras obtenidas para garantizar que el producto es viable para consumo humano. En la cáscara, se registraron 90 ppb de aflatoxinas, una cantidad alta en comparación con el límite máximo (20 ppb) permitido por la NOM-188-SSA1-2002. Soriano-Del Castillo (2007), menciona que las aflatoxinas son inestables a pH bajo, y por lo tanto, al someter a la cáscara a un tratamiento con ácido clorhídrico, se logró reducir el contenido de esta toxina prácticamente al 100 %, en todas las muestras de fibra.

Extracción de fibra.

La extracción de fibra se realizó con los tratamientos descritos anteriormente, evaluando el rendimiento. En la Figura 1 se presentan los resultados obtenidos.

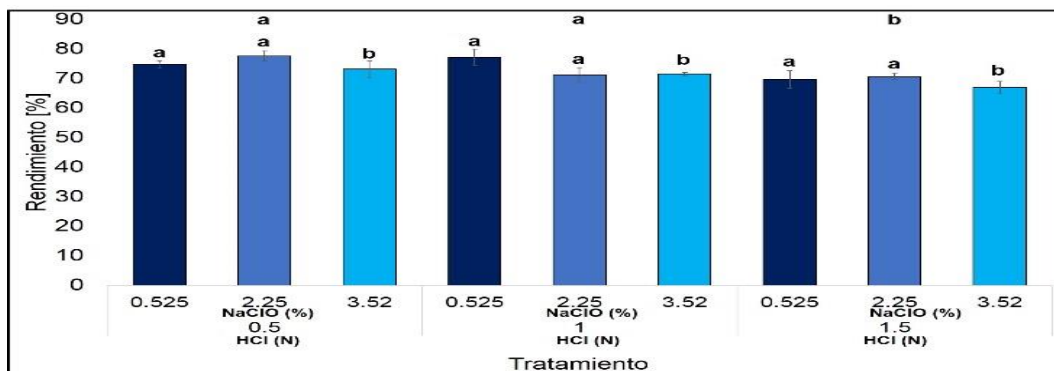


Figura 1. Porcentaje de rendimiento de la fibra obtenida por el método químico con HCl a diferentes concentraciones (0.5, 1 y 1.5 N) e hipoclorito de sodio (0.52, 2.25,

3.52 % v/v). Las letras diferentes de cada barra indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre cada concentración de hipoclorito y las letras superiores entre cada concentración de ácido.

Al someter la cáscara de cacahuete a los tratamientos de extracción con las concentraciones de ácido a 0.5 y 1N se obtuvieron los mayores rendimientos de fibra; mientras que con los tratamientos con ácido al 1.5 N presentaron 5% menos rendimiento aproximadamente, mostrando diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en el rendimiento de fibra, esto debido a que el ácido clorhídrico a mayores concentraciones se encarga de eliminar el resto de componentes que no son fibra, mientras que en las concentraciones más bajas es posible la existencia de otros componentes como carbohidratos, proteínas o cenizas que no se alcanzan a hidrolizar a estas concentraciones (Cayo-Álvarez, 2009).

Evaluación de las propiedades funcionales.

La capacidad de retención de agua (CRA) se evaluó en la fibra extraída con el fin de predecir su grado de asociación con efectos saciantes, lo que aumenta así el tamaño del bolo alimenticio, mejorando flujo intestinal e incrementando el volumen y peso de las heces, además de su efecto laxante (Baena y García, 2012). En la Figura 2 se muestran los resultados obtenidos para la capacidad de retención de agua.

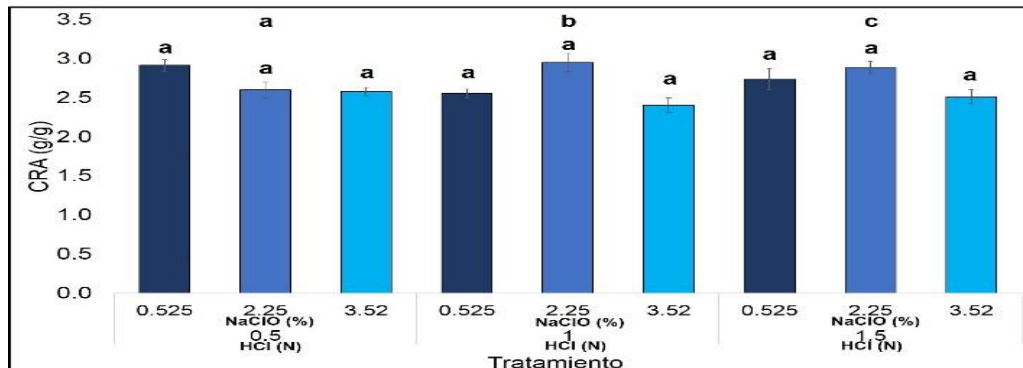


Figura 2. Capacidad de Retención de Agua en las diferentes fibras. Las letras diferentes de cada barra indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre cada concentración de hipoclorito y las letras superiores entre cada concentración de ácido.

La CRA se vio afectada con los tratamientos HCl, de tal forma que todos presentan diferencia mínima significativa ($p \leq 0.05$) entre ellos; en cuanto al hipoclorito de sodio, éste tratamiento no provocó diferencias significativas ($p \geq 0.05$) en la propiedad funcional evaluada. Los resultados se encuentran entre 2.41 y 2.95 g H₂O/g, y sin embargo, son muy bajos comparados con los reportados por Baena y García (2012), quienes registraron 7.6 g H₂O/g para cascarilla de cacao. Los resultados obtenidos son bajos, dado que una alta capacidad de retención de agua oscila entre 10-12 g/g y de esta propiedad depende el efecto fisiológico de la fibra. Los principales factores que influyen en la capacidad de retención de agua, en la fibra se encuentran el

tamaño de partícula, pH, fuerza iónica, porosidad, capilaridad y tipo de estructura de las fibras que son específicas de cada compuesto (Baena y García, 2012).

Por otro lado, la capacidad de retención de aceite (CRAC), es la máxima cantidad de aceite, en gramos, que puede ser retenida por gramo de material seco en presencia de un exceso de aceite bajo la acción de una fuerza (Baena y García, 2012). La CRAC de las fibras obtenida a diferentes concentraciones de ácido (figura 3) no presenta diferencia significativa ($p \geq 0.05$). Sin embargo, esta propiedad si se afectó significativamente ($p \leq 0.05$) por la concentración de hipoclorito de sodio de 0.525 y 3.52%, encontrándose que la fibra tratada con concentraciones de 2.25%, fue estadísticamente igual a la obtenida a otras concentraciones y presentan los valores más altos de CRA. Los valores en general de CRAC, fueron similares a los reportados por Baena y García (2012), para fibra de cascarilla de cacao con 2.1 g/g. La CRAC es mayor en fibras que tienen alto contenido de fibra insoluble, debido a que las moléculas son atrapadas en su mayoría gracias al tamaño de las moléculas de la fibra (Baena y García, 2012).

La capacidad de hinchamiento (CH), se refiere a la capacidad del producto para aumentar su volumen en presencia de exceso de agua. La CH de la fibra obtenida por los diferentes tratamientos (figura 4) registró valores de entre 0.95 y 0.98 mL H₂O/g, sin presentar diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos. Los valores son menores comparados con lo reportado en un estudio de cascarilla de cacao (3.87mL/g) [Figuerola *et. al.*, 2005]; es preciso mencionar que las características y composición química de la fibra juegan papeles importantes en la cinética de absorción de agua, por lo que esta propiedad se ve influenciada por la cantidad de componentes, porosidad y tamaño de partícula de la fibra (Baena y García, 2012).

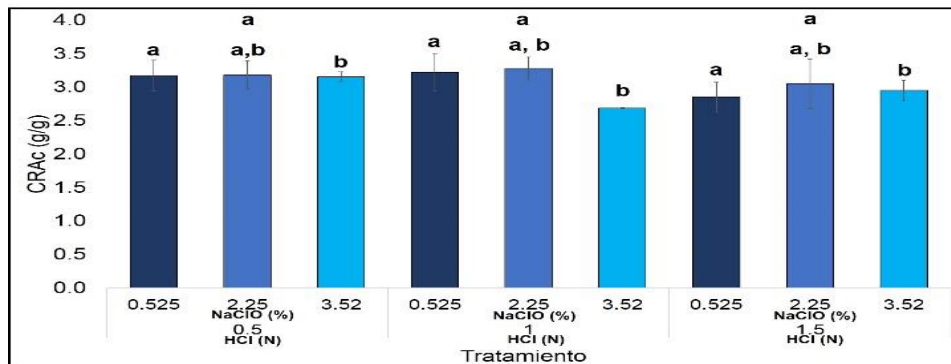


Figura 3. Capacidad de Retención de Aceite en las diferentes fibras. Las letras diferentes de cada barra indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre cada concentración de hipoclorito, las letras superiores indican diferencia significativa entre cada concentración de ácido.

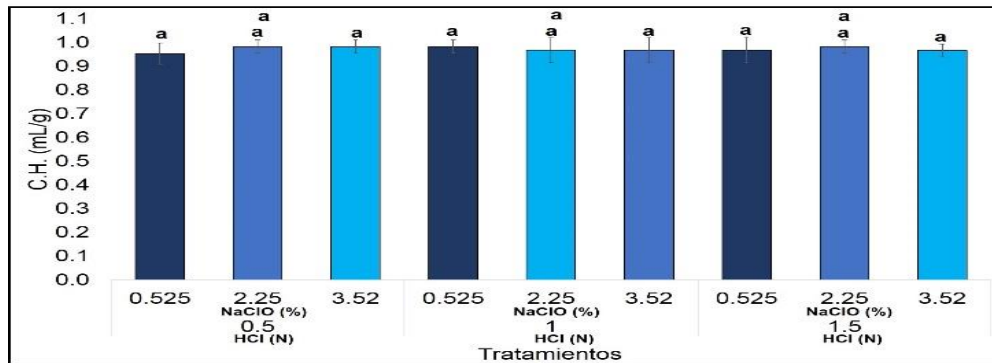


Figura 4. Capacidad de Hinchamiento en las diferentes fibras. Las letras diferentes de cada barra indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre cada concentración de hipoclorito, las letras superiores indican diferencia significativa entre cada concentración de ácido.

CONCLUSIONES

La fibra se obtuvo a partir de los residuos agroindustriales de cacahuate, con altos rendimientos en el proceso de extracción, obteniendo un producto con una baja capacidad de hinchamiento, alta capacidad de retención de aceite y baja capacidad de retención de agua, logrando eliminar también el contenido de aflatoxinas. Las mejores condiciones para la extracción son las más bajas (0.5 N de HCl, con 0.525 % de Hipoclorito de Sodio), ya que presentan los mejores rendimientos y sus propiedades funcionales son similares a las demás obtenidas con los otros tratamientos; lo que representa una innovación para todas aquellas industrias que producen estos desechos, ya que pueden convertirse en materia prima para el desarrollo de nuevos productos adicionados con fibra.

BIBLIOGRAFÍA

- A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analysis of A.O.A.C. International; Agricultural chemicals, contaminants, drugs. 17ª Edición. Maryland. E.E.U.U.
- Alaniz-Zanon, M. S., Chiotta, M.L., Gaj-Merlera, G., Barros, G. y Chulze S. 2013. Evaluation of potential biocontrol agent for aflatoxin in Argentinean peanuts. *International Journal of Food Microbiology*, 162: 220–225.
- Arroyo-Salas Y., Carrasco-Colquea, M., Bueno-Lazo, A., Cardeña-Ccorymanya, R., Luizar Obregón, C. 2008. Obtención y caracterización fisicoquímica y funcional de las fibras dietéticas del níspero común (*Mespilus germanica*). *Rev Soc Quím Perú*. 74 (4): 269-281.
- Badui-Dergal S. 2006. Química en alimentos. Alhambra Mexicana, México. Baena, L. y García-Cardona, N. 2012. Obtención y caracterización de fibra dietaria a partir de cascarilla de las semillas tostadas de theobroma cacao I. De una industria chocolatera colombiana. Tesis de Química Industrial. Facultad de tecnologías, Universidad tecnológica de Pereira. Colombia.
- Cayo-Álvarez, E. y Mateos Chamorro, A. 2009. Obtención de fibra Insoluble a partir de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*). *Revista de Investigación Universitaria (Universidad Peruana Unión)*, 1 (1): 25-30.

- Escudero-Álvarez, E. y González-Sánchez, P. 2006. La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria*, 21 (2): 61-72.
- Fernández-Miranda, C. 2010. La fibra dietética en la prevención del riesgo cardiovascular. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*. 30 (2): 4-12.
- Figuroa, F., Hurtado, M., Estevez, A., Chiffelle, I. y Asenjo, F. 2005. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry* 91: 395-401.
- Iqbal, S. Z., Asi, M. R., Zuber, M. Akrama, N. y Batool, N. 2013. Aflatoxins contamination in peanut and peanut products commercially available in retail markets of Punjab, Pakistan. *Food Control*, 32: 83-86.
- Lowry, O.H., N.J. Rosebrough, A.L. Farr, and R.J. Randall. 1951. Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275.
- Norma Oficial Mexicana NOM-188-SSA1-2002, Productos y Servicios. Control de aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal. Especificaciones sanitarias.
- Pearson, D. 1998. *Técnicas de Laboratorio para el Análisis de alimentos*. Acribia: Zaragoza, España.
- Petruccioli, M., Raviv, M., Di Silvestro, R. y Dinelli, G. 2011. Agriculture and Agro-Industrial Wastes, Byproducts, and Wastewaters: Origin, Characteristics, and Potential in Bio-Based Compounds Production. *Comprehensive Biotechnology*. 2: 531–545.
- Ramírez, A. y Pacheco de Delahaye, E. 2009. Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia*, 34 (4): 293-298.
- SIAP-SAGARPA (2014). Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera. Consultado: 29/08/15. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/>.
- Soriano-Del Castillo, J. 2007. *Micotoxinas en Alimentos*. Ediciones Díaz de Santos. España.