

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE LA FIBRA DE MESOCARPIO DE COCO (*Cocos nucifera* L.)

Rincón Reyna J.F.^a, Rincón Reyna P. G.^a, Torres Maravilla E.^a, Mondragón Rojas A. G.^a*, Sánchez Pardo M. E.^a, Arana Cuenca A.^b, Ortiz Moreno A.^a, Jiménez García E.

^a Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Departamento de Ingeniería Bioquímica.

Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Colonia Santo Tomás, Del. Miguel Hidalgo, CP 11340, México, D.F., México.

^b Universidad Politécnica de Pachuca. Laboratorio de Microbiología Molecular. Carretera Pachuca-Ciudad Sahagún Km. 20 Rancho Luna Ex-Hacienda de Santa Bárbara, C.P. 43830, Zempoala, Hidalgo, México. *coty_9_teils@hotmail.com

RESUMEN:

El fruto del cocotero *Cocos nucifera* L. está formado por una capa gruesa que conforma el 35% del coco llamado mesocarpio, compuesto por fibras duras y tejido medular, constituido principalmente por lignina, celulosa y hemicelulosa le confieren buena capacidad de absorción y retención de agua. Tiene diferentes usos en la industria de ornamenta, construcción, así como potenciales aplicaciones en el tratamiento de efluentes, como medio absorbente en la eliminación de metales pesados y en la elaboración de medios hidropónicos. En el presente trabajo se caracterizó fisicoquímicamente y funcionalmente el mesocarpio de coco proveniente del Estado de Nayarit en México, obteniéndose una humedad del 83.5%, 5.54% de cenizas, 5.18% de proteína, 4.10% de extracto etéreo, 34.63% de fibra cruda y 42.97% de extracto no nitrogenado. Así mismo posee 35.9% de celulosa, 18.56% de hemicelulosa, 19.38% de lignina ácida residual, presentando una alta capacidad de absorción de agua de 7.16 g de agua/g muestra seca, capacidad de retención de agua de 3.86 mL agua/ g muestra seca, capacidad de absorción de aceite de 4.99 g aceite/g muestra seca y capacidad de captación de iones de 0.97meq H⁺, donde dichos resultados pueden ser utilizados como base para investigaciones futuras sobre este material.

ABSTRACT:

The fruit of the coconut (*Cocos nucifera* L.) is formed by a thick layer corresponding to 35% of coconut called mesocarp composed of hard fibers and parenchymal tissue. This is made up mainly of lignin, cellulose and hemicellulose that confer good absorption capacity and water retention. The chemical composition of mesocarp does not change much, however it depends on the variety and ripeness of the fruit. The coconut mesocarp has different uses as in the ornamenta, construction industry, also has potential applications in treatment of effluents, as absorbent in the removal of heavy metals and the development of media hydroponics. In the present work was characterized physicochemically and functionally coconut mesocarp from the state of Nayarit in Mexico, obtaining a humidity of 83.5%, 5.54% ash, 5.18% protein, 4.10% ether extract, 34.63% crude fiber and 42.97% of nitrogen-free extract. Likewise has 35.9% cellulose, 18.56% hemicellulose, 19.38% residual lignin acid, presenting a high water absorption capacity of 7.16 g water/g dry simple, water retention capacity of 3.86 mL water/g dry sample, oil absorption capacity of 4.99 g oil/g dry sample and uptake ions capacity of 0.97meq H⁺, where these results can be used as a basis for future research on this material.

Palabras clave:

Características físico-química, propiedades funcionales, fibra de coco.

Keyword:

Physical and chemistries characteristics, functional properties,

Área: Frutas y Hortalizas

INTRODUCCIÓN

El fruto del cocotero (*Cocos nucifera* L.), es un fruto tropical que presenta una forma redondeada, mide de 20-30cm de largo y puede llegar a pesar hasta 2.5kg. Se compone de manera general de una capa externa llamada exocarpio que puede ser suave o lignificado, que

consiste de tejidos fibrosos duros. Posteriormente se encuentra una capa gruesa formada por fibras duras llamada mesocarpio que llega a medir de 4-5cm de grosor y representa un 35% del total del fruto, éste se compone por un tejido principal de parénquima, que al principio es translúcido y cuando madura el fruto se seca y adquiere un color café. Además está compuesto por numerosas fibras que recorren el fruto en sentido longitudinal a este. En la parte más interna se encuentra el endocarpio que por lo general rodea la semilla, comúnmente también es conocido con el nombre de testa (León, 1987). El mesocarpio del coco seco está compuesto de fibras largas, cortas y polvo del tejido medular; cada coco contiene aproximadamente 125g de fibras secas y 250g de polvo medular, dando como resultado un peso aproximado de entre 375g a 400g de mesocarpio seco por coco (Alvarado 2008). Las fibras del coco se componen de una envoltura de colénquima que rodea por completo a los haces vasculares. La fibra de coco considerando fibras y polvo medular estructuralmente, es una de las fibras más duras y de longitud más corta en comparación con otras fibras vegetales. El diámetro medio de las fibras es de aproximadamente 1mm y en longitud llegan a medir entre 15 y 30cm. Son células individuales alargadas y de extremos puntiagudos, con una pared celular secundaria gruesa y un grado de lignificación variable. Las fibras y el tejido medular constituidos principalmente por lignina, celulosa y hemicelulosa le confieren buena capacidad de absorción y retención de agua; la composición química de éste varía muy poco, sin embargo depende de la variedad, estado de maduración del fruto y el lugar de cultivo. La mayoría de las fibras son células muertas en la madurez y debido a su resistencia a la tensión son de gran importancia económica ya que estas tienen la función de ser tejido de soporte. Por lo general se empaquetan formando hebras que constituyen la fibra comercial. La fibra de coco es considerada como una fibra dura, debido a que son fibras provenientes de una planta monocotiledónea. La gran utilidad de esta fibra radica en su capacidad para estirarse, por lo que tienen diferentes usos tanto en la industria de ornamento como de construcción, así mismo tiene potenciales aplicaciones en la química analítica y el tratamiento de efluentes industriales, es utilizado como medio absorbente en la eliminación de metales pesados (Anirudhan and Unnithan, 2007) y en la elaboración de medios hidropónicos debido a que es una fuente valiosa de minerales, sobretodo de Potasio (K+) y Cloro (Cl) (Yahya *et al.*, 1997; Abad *et al.*, 2002). El objetivo del presente trabajo fue la caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra del mesocarpio de coco variedad Alto Pacífico proveniente del Estado de Nayarit, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización química

La composición proximal se determinó de acuerdo a los métodos oficiales descritos por la Association of Official Analytical Chemist (AOAC) 2005, comprendiendo los siguientes análisis: Humedad (M925.10), cenizas totales (Método 930.05), proteína total (Método 978.04), extracto etéreo (Método 930.09), fibra cruda (Método 7.073) y carbohidratos totales como Extracto Libre de Nitrógeno (ELN).

Caracterización de fibras

Fibra detergente neutra (FDN)

La fracción residual que contiene los principales componentes de la pared celular vegetal: celulosa, hemicelulosa y lignina, se determinó por el método oficial de la AOAC (1984). Para evitar las interferencias causadas por el almidón, el método incluye la utilización de una α -

amilasa termoestable (Van Soest et al., 1991). Se midieron 50 mL de solución detergente neutro en matraz esmerilado para unidad de reflujo, se añadieron 0.5 g de sulfito de sodio y se calentó hasta ebullición. Se agregaron 0.5 g de muestra seca y desengrasada, y se calentó a ebullición durante 4-5 min. Posteriormente se agregaron 3 mL de solución α -amilasa termoestable (Sigma A3306 2 %). Se mantuvo el reflujo por una hora a partir de que comienzo a hervir. Se retiraron los matraces de la unidad de reflujo y se dejaron sedimentar durante 30-60 s. Se filtró la fracción residual al vacío y se lavó con 40 mL de agua caliente. Se llenó la mitad del embudo con agua caliente y se añadió 3 ml de solución de amilasa, se mezcló y dejó actuar por 1 min. Se enjuagó 2 veces con 40 mL de agua caliente y se lavó 3 veces con 40 mL de acetona. Finalmente se dejó secar a 100°C durante toda la noche y posteriormente se pesó. La fibra detergente neutro (FDN) se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%FDN = \frac{\text{Peso del residuo seco (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \times 100$$

Fibra detergente ácido (FDA)

Para determinar los residuos de fibra que en su mayoría son celulosa y lignina (Van Soest et al., 1991), después de digerir la muestra con ácido sulfúrico y bromuro de cetil trimetilamonio (CTAB), se colocó el residuo de FDN en matraz esmerilado para unidad de reflujo, se adicionó 100 mL de solución detergente ácida y se agregó una gota de antiespumante 2-octanol. Se colocó el matraz en la unidad de reflujo y se dejó a ebullición durante 60 min. Se retiró la muestra de la unidad de reflujo, se agitó para suspender los sólidos y se filtró al vacío. Se lavó 3 veces con 40 mL de agua caliente y 3 veces con 40 mL de acetona. Se dejó secar a 100°C durante toda la noche y finalmente se pesó. La fibra detergente ácida (FDA) se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\%FDA = \frac{\text{Peso del residuo seco (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \times 100$$

Lignina detergente ácido

Para determinar la cantidad de lignina contenida en la muestra se colocó el residuo de FDA en un vaso de precipitados y se adicionó una solución de ácido sulfúrico al 72%, hasta que se cubrió completamente la muestra. Se agitó en intervalos de 30 min durante 3 horas y posteriormente se removió el ácido sulfúrico por filtración con vacío y se lavó con agua caliente hasta que el pH fuera neutro. Se enjuagó con aproximadamente 250 mL de acetona durante 3 minutos para eliminar el agua, se dejó secar a 100°C durante toda la noche, se pesó y finalmente se determinó el contenido de cenizas. Se aplicaron las siguientes ecuaciones para obtener las proporciones de cada componente:

$$\%Lignina = \frac{\text{Peso del residuo seco (g)} - \text{Peso de cenizas (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \times 100$$

$$\%Hemicelulosa = \%FDN - \%FDA$$

$$\%Celulosa = \%FDA - \%Lignina$$

Caracterización funcional

Capacidad de absorción de agua (CAA)

La máxima cantidad de agua que puede ser retenida por gramo de material seco en presencia de un exceso de agua bajo la acción de una fuerza patrón, se determinó mediante el método

propuesto por Zambrano *et al*, (2001), donde se colocaron 0.5g de muestra (p1) en un tubo falcón, se adicionaron 5mL de agua y se agitó por un periodo de 30 minutos, posteriormente se centrifugó por 10 minutos a 3,000rpm, se retiró el sobrenadante y finalmente se pesó el sedimento (p2). La capacidad de absorción de agua (g de H₂O/gramo de muestra seca) se calculó con la siguiente ecuación:

$$CAA = \frac{p2 - p1 (g \text{ de Agua})}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

Capacidad de retención de agua (CRA)

La capacidad de retención de agua se determinó mediante el método propuesto por Zambrano *et al*, (2001), donde se colocaron 0.5g de muestra en un tubo graduado, se midió el volumen (V_o) ocupado por la muestra y posteriormente se adicionaron 5mL de agua, se dejó reposar durante 24h y se midió el volumen final (V_f) de la muestra. La capacidad de retención de agua (mL de H₂O/gramo de muestra seca) se calculó con la siguiente ecuación:

$$CRA = \frac{V_f - V_o (mL \text{ de Agua})}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

Capacidad de absorción de aceite (CAa)

La máxima cantidad de aceite que puede ser retenida por gramo de material seco en presencia de un exceso de agua bajo la acción de una fuerza patrón, se determinó mediante el método propuesto por Zambrano *et al*, (2001), donde se colocaron 0.5g de muestra (p1) en un tubo falcón, se adicionaron 5mL de aceite de aguacate y se agitó por un periodo de 30 minutos, posteriormente se centrifugó por 10 minutos a 3,000rpm y se retiró el sobrenadante, finalmente se pesó el sedimento (p2). La capacidad de absorción de aceite (g de aceite/gramo de muestra seca) se calculó con la siguiente ecuación:

$$CAA = \frac{p2 - p1 (g \text{ de Aceite})}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

Capacidad de captación de iones (CCI)

La capacidad de captación de iones se determinó mediante el método propuesto por Zambrano *et al*, (2001). Se pesaron 2 g de muestra y se adicionaron 20mL de HCl 2N, se dejó reposar durante 24 h y se eliminó el exceso de ácido lavando la muestra con una solución saturada de NaCl. Posteriormente se depositó la muestra en un matraz Erlenmeyer adicionándole 20 mL de agua destilada y 3 gotas de fenolftaleína y se determinaron los iones captados por titulación con NaOH 1 N. La capacidad de captación de iones (meq de H⁺) se calculó con la siguiente ecuación:

$$CCI = \left[\frac{\text{Peso de la muestra (g)}}{(\text{no. equivalentes HCl}) (\text{Volumen gastado (L)})} \right] / 1000$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición proximal evaluada en la fibra de mesocarpio de coco se muestra en la Tabla 11. Como se puede observar el contenido de humedad en base húmeda corresponde al 83%; con

respecto al contenido de cenizas podemos decir que en su mayoría la fibra de coco de acuerdo a su composición en minerales, es una fuente rica en potasio y cloro, sin embargo de acuerdo a Van H. (1993), con el paso del tiempo, si la fibra está expuesta al medio ambiente, la cantidad de estos minerales se van perdiendo debido al efecto de lixiviación provocando la eliminación de sales solubles, sin embargo el contenido de minerales depende de la variedad y lugar de cultivo del fruto. El contenido de proteína y extracto etéreo en la fibra de coco es considerablemente bajo, por lo que podríamos decir que no sería considerada como una buena fuente proteica ni de aportación calórica para la dieta. Sin embargo como podemos observar el contenido de compuestos no digeribles (fibra cruda) representa el 34.63% siendo en su mayoría compuestos de celulosa, hemicelulosa y lignina (Tabla II).

Tabla I. Composición proximal de las fibras de mesocarpio de coco (*Cocos nucifera L.*) variedad Alto Pacífico proveniente del Estado de Nayarit, México

Componente (g/100 g de fibra de coco)	Fibra de coco variedad Alto Pacífico
Humedad	7.0
Cenizas	5.54
Proteína	5.18
Extracto etéreo	4.1
Fibra cruda	34.63
Extracto no Nitrogenado	42.97

Además de acuerdo al contenido de carbohidratos totales podemos decir que el contenido de estos en su gran mayoría son polisacáridos estructurales como la celulosa y la hemicelulosa, que confieren propiedades de sostén y flexibilidad a las fibras. Con respecto al contenido de compuestos lignocelulósicos, de acuerdo a Abad *et al.*, (2002) y Van Dam *et al.*, (2006), la fibra de coco es considerada como una fuente rica en este tipo de compuestos por lo que puede ser utilizada como matriz en la técnica de fermentación en estado sólido. Debido al contenido de este tipo de compuestos estructurales estos les confieren a la fibra una excelente capacidad de absorción y retención de agua como se puede observar en la Tabla III. Finalmente es interesante notar que la fibra de coco mostro muy buena capacidad de retención de nutrientes y capacidad de intercambio iónico por lo que es utilizado como medio absorbente en la eliminación de metales pesados y en la elaboración de medios para suelos, ricos en nutrientes.

Tabla II. Contenido de compuestos lignocelulósicos en fibra de coco

Componente (g/100 g de fibra de coco)	Fibra de coco variedad Alto Pacífico
Hemicelulosa	18.56
Celulosa	35.9
Lignina ácida residual	19.38

Tabla III. Propiedades funcionales de las fibras de mesocarpio de coco

Capacidad	Fibra de coco variedad Alto Pacífico
Absorción de agua (g agua/g muestra seca)	7.16

Retención de agua (3.86mL agua/ muestra seca)	3.86
Absorción de aceite (g aceite/g muestra seca)	4.99
Captación de iones (meq H ⁺)	0.97

CONCLUSIONES:

La fibra de mesocarpio de coco evaluada mostro diversas propiedades fisicoquímicas y funcionales que la hacen factibles para su utilización en diversos sistemas o aplicaciones industriales debido a su gran contenido de compuestos lignocelulósicos, que le confieren excelente capacidad de absorción y retención de agua, al igual que una muy buena capacidad de retención de nutrientes e intercambio iónico.

BIBLIOGRAFÍA:

- Alvarado, K., Blanco, A. and Taquechel, A. (2008) FIBRA DE COCO. Una alternativa ecológica como sustrato agrícola. *Agricultura Orgánica*. 8: 30-31.
- Anirudhan T. and Unnithan M. (2007) Arsenic (V) removal from aqueous solutions using an anion exchanger derived from coconut coir pith and its recovery. *Chemosphere*.66(1):60–66.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1984. *Official Methods of Analysis*. Gaithersburg, MA, 1USA.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2005. *Official Methods of Analysis*.18th edition. Gaithersburg, MA, 1USA. Chapter 4:33-36 and 40-42; chapter 32:1.
- León, J. (1987) *Botánica de los cultivos tropicales*. IICA. Colección Libros y Materiales Educativos No. 84. San José, Costa Rica. Pp. 43-50.
- Van Dam, J., Van den Oever, M., Keijsers, E., Van der Putten, J., Anayron, C., Josol, F. and Peralta, A. (2006) Process for production of high density/high performance binderless boards from whole coconut husk. Part 2: Coconut husk morphology, composition and properties. *Industrial Crops and Products an International Journal*. 24: 96–104.
- Van Holm L. Ir. (1993) A report on Coir dust as a growing medium presented to the 7th Floricultural Symposium. Colombo. Biological nitrogen fixation projectjnstitute of Fundamental Studies, Hantana, Kandy, Sri Lanka.
- Van Soest, P.J., B. Robertson and B. A: Lewis. (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nostarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science*. 74:3583-3597.
- Yahya A., Safie H. and Kahar S. (1997) Properties of cocopeat-based growing media and their effects on two annual ornamentals. *Journal of Tropical and Agriculture Food Science*. 25:151–157.
- Zambrano Z. M. L., Meléndez P. R. and Gallardo N. Y. (2001) Propiedades funcionales y metodología para su evaluación en fibra dietética. En: *Tecnología y Salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en Alimentos*. Editorial Varela. Sao Paulo. 195-209.