



## **Caracterización fisicoquímica de la biomasa residual obtenida a partir de la palma de aceite (*Eleaenis Guinnensis*) para posibles usos en la elaboración de tableros de partículas**

### **Physicochemical characterization of the residual biomass obtained from oil palm (*Eleaenis Guinnensis*) for possible uses in the manufacture of particle boards**

**Ana Cecilia Arévalo Vergel <sup>1\*</sup>, Diana Stefan Villamizar Fuentes<sup>2</sup>, Bladimir Ramón Valencia <sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Maestría en Ingeniería Ambiental, Universidad de Pamplona, [anaceciliaarevalo@yahoo.es](mailto:anaceciliaarevalo@yahoo.es)

<sup>2</sup> Ingeniera Química, Universidad de Pamplona, [diana.villamizar@unipamplona.edu.co](mailto:diana.villamizar@unipamplona.edu.co)

<sup>3</sup> Docente asistente, Ingeniería de materiales, Universidad de Pamplona. GIMUP. [hbladimir@unipamplona.edu.co](mailto:hbladimir@unipamplona.edu.co)

#### **RESUMEN**

Teniendo en cuenta la preocupación a nivel mundial y local sobre los residuos agroindustriales generados y como agregar valor a las cadenas productivas de estos, se busca la viabilidad de los residuos generados en el proceso de extracción de aceite crudo de palma, como materia prima para la elaboración de tableros aglomerados. Se realizó la caracterización fisicoquímica de la fibra mediante normas TAPPI, para calcular los constituyentes primarios (lignina, celulosa, hemicelulosa, cenizas, solubilidad en NaOH), la determinación de humedad se llevó a cabo mediante técnica termo gravimétrica, en la caracterización térmica se observaron las curvas correspondientes a la pérdida de masa de la fibra y en el análisis morfológico se analizó la estructura para determinar la relación entre la porosidad del material y el adhesivo usado en la elaboración de tableros aglomerados.

*Palabras claves:* aglomerado, biomasa, caracterización, lignocelulósicos, morfología, tableros de partículas.

#### **ABSTRACT**

Taking into account the global and local concern about the agroindustrial waste generated and how to add value to the productive chains of these, the viability of the waste generated in the extraction process of crude palm oil as raw material for the elaboration is sought of agglomerated boards. The physicochemical characterization of palm oil fiber was carried out using standardized norms to calculate the primary constituents (lignin, cellulose, hemicellulose, ash, solubility in NaOH), the determination of humidity was carried out by thermogravimetric technique, in the thermal characterization the curves corresponding to the loss of fiber mass were observed and in the morphological analysis the structure was analyzed to determine the relationship between the porosity of the material and the adhesive used in the manufacture of agglomerated boards.

*Keywords:* agglomerates, biomass, characterization, lignocellulosics, morphology, particle boards.

## 1. Introducción

Malasia es el principal productor de aceite de palma con el 41% de la producción mundial (Sohei, 2011). Colombia con el 2%, procesa 5 millones de toneladas de fruto fresco (RFF), con rendimiento 25%. Los principales residuos generados durante el proceso de extracción son: los racimos, fibra, cuesco (Ramírez, 2011).

La determinación de la composición química de los residuos lignocelulósicos, permite establecer los posibles usos que se le pueden dar a este, con el fin de obtener un mayor aprovechamiento; destacando el uso energético, producción de pulpa y tableros aglomerados (Dam, 2015) en el caso de la fibra de palma de aceite. Así mismo, este residuo es catalogado como una fuente abundante y económica, con altas propiedades estructurales también para la producción textil, alimentos, enzimas, productos químicos, además de las mencionadas anteriormente (Reddy & Yang, 2005).

El uso de residuos lignocelulósicos, provenientes tanto de la madera como de otras fuentes, para el desarrollo de tableros aglomerados, permite proteger el medio ambiente y generar un valor agregado a estos productos, que aún no ha sido explotada, y por tanto se propone con la presente investigación evaluar la fibra de palma, como una alternativa de materia prima para la elaboración aglomerados.

## 2. Metodología

La fibra de palma fue suministrada por la planta extractora COOPAR (figura 1), Norte de Santander, la cual fue secada en un horno a 50°C durante 48 horas y reducida de tamaño.



**Figura 1.** Fibra del mesocarpio de palma de aceite (Fotografía planta COOPAR-Zulia)

### 2.1 Caracterización química

Se utilizó fibra de palma retenida en malla #30 de los tamices normalizados (abertura del tamiz: 0,595 mm), realizando por triplicado el análisis químico según la tabla 1.

**Tabla 1.** Métodos para caracterización química

Determinación	Norma
Celulosa	TAPPI 17 m-55
Hemicelulosa	TAPPI 19-wd-71
Lignina	TAPPI 13-os-54
Solubilidad H <sub>2</sub> O	TAPPI T212 om-12
Cenizas	ANSI/ASTM D1102-56
Extractivos en etanol/tolueno	ANSI/ASTM D1105-56

### 2.2 Caracterización física

La determinación de humedad se realizó con la balanza PRECISA-XM60. La caracterización térmica en el equipo SDT-Q600 de TA Instruments; se realizaron dos barridos de temperatura con muestras de 10 mg en peso, en un intervalo de temperatura de 25 °C y 620°C. La densidad aparente de las partículas se determinó con base a la norma UNE-EN 13040:1999. La morfología del residuo vegetal se examinó a través de microscopía electrónica de barrido Marca TESCAN MIRA 3 FEG-SEM.

### 2.3 Análisis estadístico

El análisis estadístico de las pruebas fisicoquímicas fue analizado a través del software estadístico SPSS v.22 de IBM (versión de prueba), con un grado de confiabilidad del 95%. Los ensayos se llevaron a cabo por triplicado y se obtuvo la media, desviación estándar y varianza.

## 3. Resultados

### 3.1 Composición química

En la tabla 2, se evidencia que la celulosa representa un porcentaje considerable del residuo fibroso (30,85%); valor importante, debido al aporte de la celulosa a las propiedades mecánicas del material aglomerado. La cantidad de lignina (23,8%) presente en la estructura, se puede analizar como un componente que le puede aportar rigidez al elemento estructural y sirve como adhesivo natural para aglutinar las fibras. Durante el tratamiento térmico en la prensa, la lignina termina de polimerizar las cadenas formadas entre los componentes de las fibras. Esta operación influye en la flexión, absorción y dilatación del tablero.(Morales, Gonzales, & Mesa, 2016).

Los valores obtenidos en la composición química de la fibra de raquis de palma son comparables con los obtenidos por (García, Garcia, & Das, 2009). Con respecto a la celulosa se observan diferencias de 5 puntos porcentuales, pero aun así se encuentran en el rango de 30-40% reportados en otras investigaciones (Ramirez, Arevalo, & Garcia, 2015). Estas variaciones pueden ser generadas por las diferentes especies cultivadas en las zonas, diferentes condiciones de suelo y climas, edad de la planta y mecanismo de extracción (Beg, Mina, Yunus, & Alam, 2015).

**Tabla 2.** Composición química determinada para la fibra

Compo nente	Medi a (% p/p)	Des. Std.	Vari anza	Valor compa rativo
Ceniza s	7.66	0.24	0,05	-
Solubil idad de NaOH	33.1 3	0.20	0,04	-
Extraí bles	16.1 0	0.78	0,62	21,2
Lignin a	23.8 0	0.60	0,36	24,0
Celulos a	30.8 5	0.16	0,02	36,6
Hemic elulosa	14.5 6	0.37	0,14	18,2

La solubilidad de los materiales en Hidróxido de sodio al 1%, (Mejia Almeida, 2012) reporta valores del 33.1 %, indicando que son sustratos expuestos a degradación por hongos. Datos que al ser comparados con otras especies de árboles utilizados en la industria de tableros, se encuentra que la fibra está en el mismo rango; el eucalipto presenta datos de solubilidad en NaOH por 34,28% (Orea-Igarza & Cordero-machado, 2006).

### 3.2 Caracterización física

#### 3.2.1 Determinación de humedad

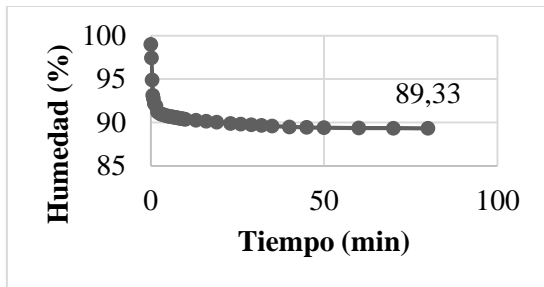
En las fibras naturales es común encontrar contenidos de humedad del 80%, es así, que en la fibra analizada, presenta un contenido del 89,3%, en base húmeda, ver tabla 3.

**Tabla 3.** Determinación de humedad

Material	Media (%p/p)	Desviación estándar	Varianza
----------	-----------------	------------------------	----------

Fibra de palma	89.3333	0.0252	0,0010
----------------	---------	--------	--------

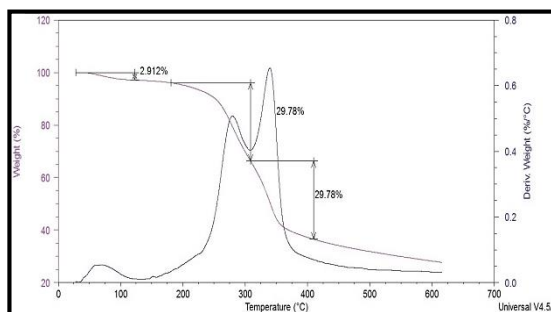
De la figura 2, se infiere que la pérdida de masa se da rápidamente en los primeros 2 minutos del ensayo, eliminando aproximadamente un 9% de humedad. Después de los 20 minutos, la masa de la muestra empieza a permanecer constante hasta llegar al minuto 80, en el cual no se presentó más pérdida, en este momento la humedad corresponde al 89,3% (Granados, Torrenegra, & Nahir, 2017).



**Figura 2.** Determinación de humedad de la fibra/tiempo

### 3.3 Caracterización térmica

Los termogramas de las curvas correspondientes a la pérdida de la masa porcentual (TG) y la primera derivada de la pérdida de la masa (DTG) se presenta en la Figura 3.



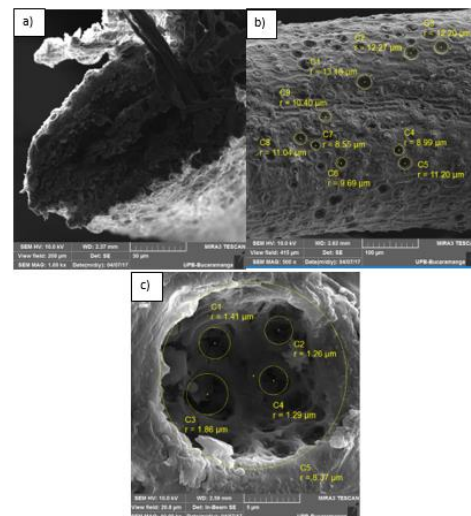
**Figura 3.** TGA/DSC para la fibra

En la curva TG se observa una primera pérdida de la masa atribuida a la evaporación de la humedad en un rango de temperaturas de 25 a

125 °C, con una pérdida de peso de 2,912 %. En la curva DTG se evidencian dos etapas que corresponden a la despolimerización de la hemicelulosa, las pectinas y el glucósido a una temperatura alrededor de los 280 °C, con una pérdida de masa de 29,78 %. El pico II está asociado a la descomposición de la  $\alpha$ -celulosa en torno a los 350 °C y a un consumo de la masa total de 29,78 %. Valores similares son reportados en el estudio térmico, de fibras naturales colombianas con potencial como refuerzo de biocompuestos. (Mora & Ramon, 2017).

### Análisis morfológico

Se analizó la sección longitudinal de la fibra, (Figura 4A-4B), La morfología muestra una estructura porosa con secciones circulares que comprenden diámetros entre y 8  $\mu\text{m}$  y 13  $\mu\text{m}$ . A su vez, los poros contienen cavidades de tamaño entre un rango 1,26  $\mu\text{m}$  y 1,86  $\mu\text{m}$ . Según (Shinoj et al. 2011), la estructura porosa beneficia el enclavamiento de la resina, cuando se trabajan con materiales compuestos, lo cual favorece el contacto con el adhesivo. El corte transversal evidencia una pared celular de un espesor considerable de aproximadamente 30  $\mu\text{m}$ , reforzando los valores obtenidos en la composición química, en donde la cantidad de celulosa, lignina y hemicelulosa constituyen el 70 %.





**Figura 4.** Análisis Morfológico (a-b sección longitudinal y c – sección transversal)

### Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en la caracterización físico-mecánica, los residuos de la fibra de palma, son una alternativa viable para la producción de materiales aglomerados de bajo costo e impacto positivo al ambiente.

### Agradecimientos

A la Universidad de Pamplona (apoyo científico, técnico y económico); COOPAR (aportó la fibra), y la Universidad Pontificia Bolivariana (ensayo morfológico).

### Referencias Bibliográficas

Amado G., E; Villamizar, A; Gafaro, A.2013.Evaluación del procesos de producción de biodiesel a partir de grasas amarillas con altos contenidos de ácidos grasos libres.Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas,3(1): 54-60

Beg, M., Mina, M., Yunus, R., & Alam, A. (2015). The use of oil palm biomass (OPB) fibers as reinforcements in composites. *Biofiber Reinforcements in Composite Materials*, 342–382. <http://doi.org/10.1533/9781782421276.3.342>

García, J. A., Garcia, M., & Das, K. C. (2009). Determination of kinetic parameters of thermal degradation of palm oil mill by-products using thermogravimetric analysis and differential scanning calorimetry. *American Society of Agricultural and Biological Engineers, Asabe*, 51(4), 547–557. <http://doi:10.13031/2013.24354>

Granados, C., Torrenegra, M., & Nahir, C. (2017). Caracterización de la pulpa de *Physalis peruviana* L. Cultivada en el departamento de norte de Santander –

Colombia. *Bistua*.

Mora, W., & Ramon, B. (2017). Caracterización térmica, mecánica y morfológica de fibras naturales colombianas con potencial como refuerzo de biocompuestos. *Rev. Acad. Colomb.Cienc. Ex. Fis.Nat.*, 41(161), 479–489 <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.525>.

Morales, M., Gonzales, E., & Mesa, L. (2016). Avances en la obtención de tableros de fibras a partir de mezclas de residuales lignocelulósicos de bagazo. *Afinidad LXXIII*, (53), 205–209.

Orea Igarza, U., Carballo Abreu, L. R., Cordero Machado, E., Composición química de tres maderas en la provincia de Pinar del Río, Cuba a tres alturas del fuste comercial. Parte N° 2: *Eucalyptus pellita* F. Muell. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* [en línea] 2004, 10 [Fecha de consulta: 9 de junio de 2018] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62910108>> ISSN 2007-3828

Ramírez, N. (2011). Caracterización y manejo de subproductos del beneficio del fruto de palma de aceite. *Boletín Técnico No. 30*, (30), 1–46. <http://doi.org/10.5897/AJB11.3582>

Ramirez, N., Arevalo, A., & Garcia, J. (2015). Inventario de la biomasa disponible en plantas de beneficio para su aprovechamiento y caracterización físicoquímica de la tusa en Colombia. *Revista Palmas*, 36(4), 41–54. Retrieved from <http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11644/11636>

Reddy, N., & Yang, Y. (2005). Biofibers from agricultural byproducts for industrial applications. *TRENDS in Biotechnology*, 23(1). <http://doi.org/10.1016/j.tibtech.2004.11.002>



**Arevalo, Ana C.** Ingeniera de Producción Biotecnológica (2001) de la Universidad Francisco de Paula Santander; Estudiante de Maestría en Ingeniería Ambiental (2018) de la Universidad de Pamplona. <https://orcid.org/0000-0001-7291-5726>

**Villamizar. Diana.** Licenciada en ciencias naturales y educación ambiental (2014) del Instituto Educación Rural; Ingeniera química (2017) de la Universidad de Pamplona. <https://orcid.org/0000-0002-2561-002X>

**Ramón, Bladimir,** Ingeniero Metalúrgico (2002) de la Universidad Industrial de Santander - UIS; Doctor en Ingeniería de Materiales (2011) de la Universidad del País Vasco, España. Profesor asistente de la Universidad de Pamplona, Facultad de Ingenierías y Arquitectura, integrante activo del Grupo de Investigación en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Pamplona - GIMUP , Investigador Júnior según última clasificación de Colciencias 2017 – 2019. <https://orcid.org/0000-0002-2638-0633>.

\*Para citar este artículo: Arévalo Vergel A.C.; Villamizar Fuentes D.S.; Ramón Valencia B. Physicochemical characterization of the residual biomass obtained from oil palm (*Eleaenis Guinnensis*) for possible uses in the manufacture of particle boards. Revista Bistua. 2019 17(1):59-64

+ Autor para el envío de correspondencia y la solicitud de las separatas: Ramón Valencia B. Ingeniería de materiales, Universidad de Pamplona. GIMUP. [hbladimir@unipamplona.edu.co](mailto:hbladimir@unipamplona.edu.co)

Recibido: Marzo12 de 2018

Aceptado: Agosto 09 de 2018