

Una alternativa para el incremento de generación de energía: Mezcla de biomasa residual de palma de aceite

Juan Camilo Barrera¹, Jesús Alberto García²

¹Auxiliar de Investigación II, Unidad de Investigación e Innovación Tecnológica, correo: jcbarrera@cenipalma.org;

²Coordinador del Programa Procesamiento, Cenipalma

¿Por qué aprovechar energéticamente la biomasa residual de la palma de aceite?

- Independencia de combustibles fósiles
- Mejora la confiabilidad de los sistemas eléctricos
- Reduce costos de procesamiento
- Desarrollo sostenible a partir de fuentes de carbono neutro
- Valorización de biomasa de palma de aceite
- Incentivos tributarios y bonos de carbono

¿Qué potencial existe en la biomasa residual de palma de aceite?

Se estima que el potencial energético de la biomasa sólida residual del proceso de extracción de aceite en Colombia alcanza los 18.000 TJ, equivalentes a 580 MW.

En promedio se aprovecha energéticamente el 75 % de la fibra y el cuesco para satisfacer la demanda térmica del proceso.

¿Por qué no se quema la tusa?

La tusa no es aprovechada energéticamente en sistemas de combustión debido a su alta concentración de potasio (K). La presencia de K disminuye la temperatura de fusión de la ceniza causando problemas de escoriación y apelmazamiento. Estos problemas reducen la eficiencia y la vida útil de las calderas (Nunes, Matias, & Catalão, 2016). La Tabla 1 presenta la composición mineral de la biomasa de palma de aceite.

Tabla 1. Composición de cenizas en biomasa residual de palma de aceite

(%)	Ceniza	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Ti ₂ O
POFA	4,45	59,62	3,1	3,6	4,5	6,2	2,1	4,2	0,2
Tusa	4,82	21,5	1,18	6,67	6,29	43,8	4,22	0,12	0,12

POFA: Palm Oil fuel ash (fibra y cuesco)

¿Cómo utilizar la tusa como combustible en calderas de plantas de beneficio?

1. Análisis químico cuantitativo de biomasa
2. Desarrollo de indicadores de influencia de ceniza en combustión
3. Realizar estimación de balance de masa
4. Identificar el porcentaje de mezcla de fibra y cuescos

Tabla 2. Indicadores de influencia de ceniza en combustión de biomasa

Índice	Ecuación	POFA	TUSA
Relación alcalinos/óxidos ácidos	$C_m = \frac{Fe_2O_3 + CaO + MgO + Na_2O + K_2O + P_2O_5}{SiO_2 + Al_2O_3 + Ti_2O}$	0.31	3.23
Índice ácido y base	$B/A = \frac{Fe_2O_3 + CaO + MgO + Na_2O + K_2O}{SiO_2 + Al_2O_3 + Ti_2O}$	0.27	3.03
Índice de fusión por temperatura	$R(b/a) = \frac{Fe_2O_3 + CaO + MgO}{SiO_2}$	0.19	0.66
Índice de escoriación	$S_R = \frac{SiO_2 \times 100}{SiO_2 + Fe_2O_3 + CaO + MgO}$	84.19	60.33
Índice de tendencia a formación de contaminantes	$F_u = (Na_2O + K_2O) \times C_m$	1.96	167.17
Suma de óxidos de hierro y calcio	$F_e + Ca = Fe_2O_3 + CaO = Fe + Ca$	6.7	7.85
Relación entre óxido de hierro y calcio	$IC = \frac{Fe_2O_3}{CaO}$	0.86	0.18
Índice de sinterización	$SI = \frac{CaO + MgO}{Na_2O + K_2O}$	1.27	0.25
Índice de aglomeración	$BAI = \frac{Fe_2O_3}{Na_2O + K_2O}$	0.49	0.02

Se realizan estimaciones teóricas basadas en balance de masa de los componentes estructurales de la ceniza. Se determina límite máximo de tusa mezclada con POFA para evitar aglomeración.

Tabla 3. Interpretación de indicadores de influencia de ceniza en combustión de biomasa

Cm	Relación entre alcalinos y óxidos ácidos	
B/A	B/A < 0.75	Presencia de impurezas
	B/A < 0.4 o B/A > 0.7	Tendencia baja de sedimentación
	B/A	Alta tendencia
R(b/a)	Entre más bajo el valor, más alta la temperatura de fundición de la ceniza	
S _R	Tendencia de escoriación	Impurezas
	Baja S _R > 72	72 - 80
	Media S _R ≤ 65 baja	65 - 73
Alta S _R 72 > 65	50 - 65	
Fu	Fu < 0.6	No hay polución
	0.6 < Fu < 40	Propenso
	Fu > 40	Altamente propenso
Fe + Ca	No debe ascender más del 10 %	
IC	Tendencia baja de contaminantes entre 0.3 y 3.0	
SI	Mayor a 2, riesgo de escoriación bajo	
BAI	Menor a 0.15 se forman aglomerados	

Figura 1. Índice de aglomeración para tusa mezclada con POFA

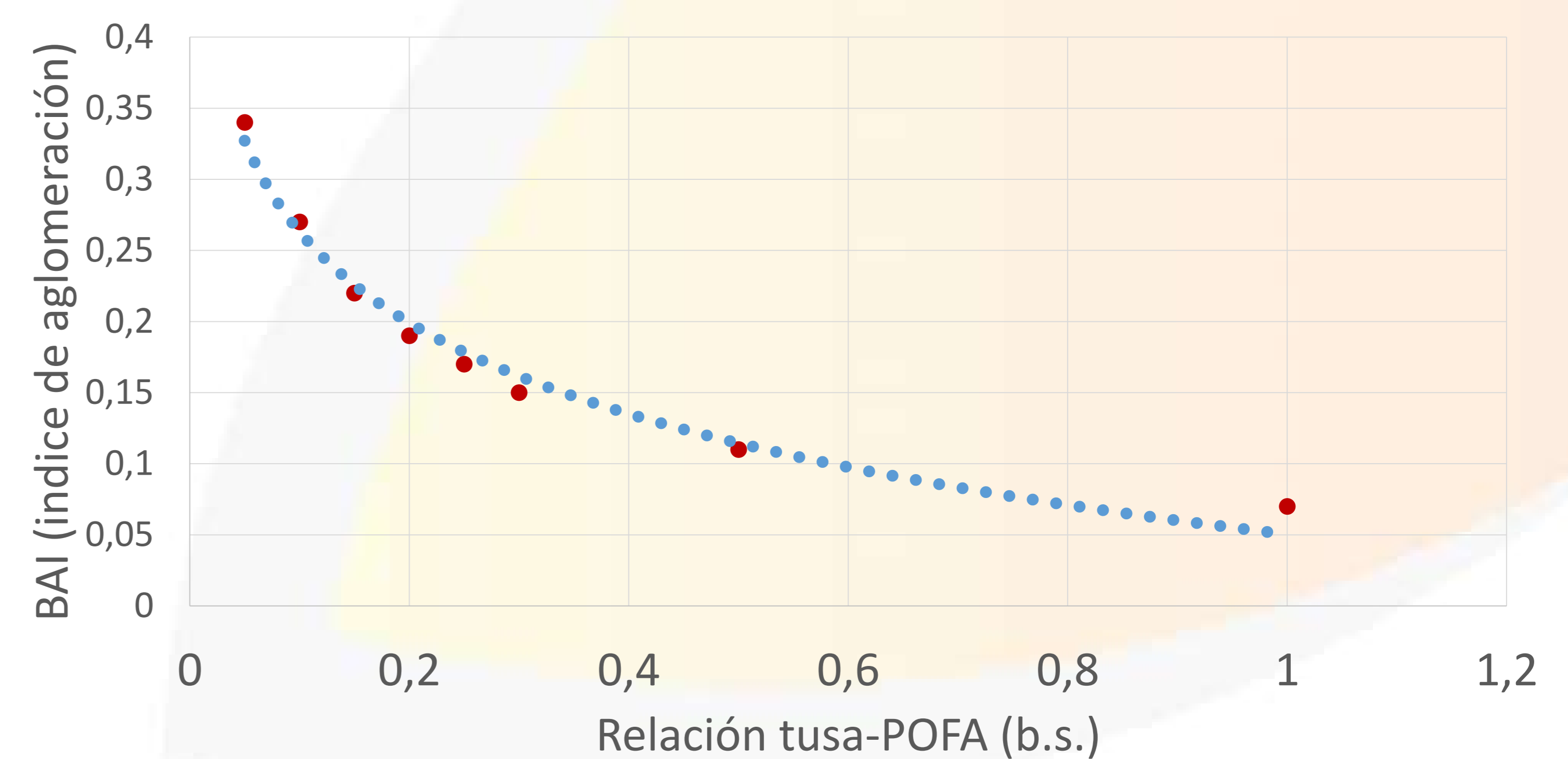
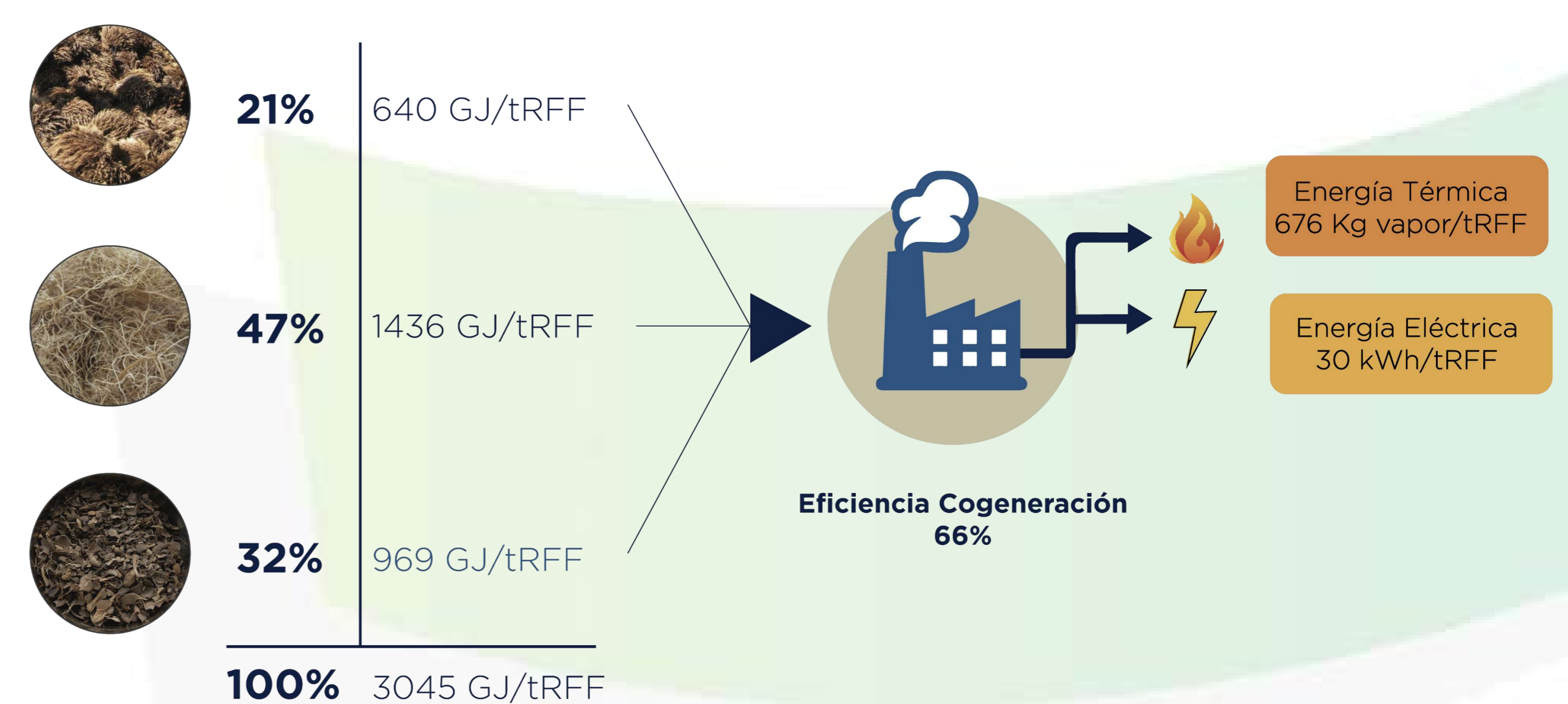


Figura 2. Potencial energético de biomasa residual de palma de aceite



Conclusiones

- Una mezcla de biomasa residual con una proporción de tusa hasta un 30% es posible quemarse en calderas de plantas de beneficio.
- El acondicionamiento de la tusa tanto en humedad como en su granulometría es vital para obtener la mejor eficiencia de combustión.

Bibliografía

- Barrera, J. C., Ramírez-Contreras, N. E., & García-Núñez, J. A. (2018). Combustión de biomasa: conceptos, tecnologías y aplicaciones en la agroindustria de la palma de aceite*. *Palmas*, 39(4), 24–44.
- Kowalczyk-Juško, A. (2017). The influence of the ash from the biomass on the power boiler pollution. *Journal of Ecological Engineering*, 18(6), 200–204. <https://doi.org/10.12911/22998993/76897>
- Nunes, L. J. R., Matias, J. C. O., & Catalão, J. P. S. (2016). Biomass combustion systems: A review on the physical and chemical properties of the ashes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 235–242. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.08.053>