

## Evaluación del potencial de generación de energía en comunidad agrícola rural empleando gasificación de biomasa residual agrícola.

**Humberto Carlos Tavera Quiroz<sup>1</sup>, Rafael David Gómez Vásquez<sup>2,3</sup>, Diego Alejandro Camargo Trillos<sup>3</sup>, Jairo Alonso Pérez Arrieta<sup>3</sup>, Jorge Mario Mendoza Fandiño<sup>3</sup> y Johan Javier Polo Pineda<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>GIRAS, Universidad de Córdoba, Colombia. humbertotaveraq@correo.unicordoba.edu.co

<sup>2</sup>OPUREB, Universidad Pontificia Bolivariana Montería, Colombia. rafael.gomezv@upb.edu.co

<sup>3</sup>ICT, Universidad de Córdoba, Colombia. jorge.mendoza@correo.unicordoba.edu.co

### Resumen

El proyecto de generación de potencia eléctrica mediante gasificación de biomasa en la comunidad agrícola rural de Batata, en Colombia, busca abordar los desafíos energéticos y socioeconómicos de la región. La falta de acceso confiable a la electricidad, junto con problemas sociales y de infraestructura, ha obstaculizado su desarrollo. La gasificación de biomasa, que convierte residuos agrícolas en energía renovable, se presenta como una solución viable. Este estudio evaluó el potencial de generación de energía, considerando aspectos demográficos y de producción agrícola. Se recopiló información a través de encuestas y estadísticas, identificando un alto potencial de residuos agrícolas de arroz y maíz. Se encontró que el análisis demográfico y socioeconómico respalda la viabilidad de implementar un proyecto de generación de energía renovable a partir de biomasa agrícola en la comunidad rural de Batata, en Tierralta, Córdoba, Colombia. Se identificó un potencial considerable de biomasa agrícola, principalmente de residuos de arroz y maíz, con una producción estimada de 463.15 Ton/año de arroz y 711.6 Ton/año de maíz, lo que sugiere un potencial de 474 Ton/año de residuos agrícolas disponibles para uso energético, aunque la mayoría se destina al consumo directo (82%). La implementación de este proyecto no solo satisfaría las necesidades energéticas locales, sino que también contribuiría significativamente a la mitigación del cambio climático, con un potencial de bioenergía estimado en 1.62 GWh/año, lo que podría cubrir hasta un 39% de la demanda energética de la comunidad.

**Palabras clave:** Biomasa residual, Gasificación, Energía renovable, Comunidad rural, Mitigación del cambio climático

### Abstract

Biomass gasification power generation project in the rural agricultural community of Batata, Colombia, aims to address the region's energy and socioeconomic challenges. The lack of reliable access to electricity, coupled with social and infrastructural problems, has hindered its development. Biomass gasification, which converts agricultural waste into renewable energy, emerges as a viable solution. This study assessed the energy generation potential, considering demographic and agricultural production aspects. Data was collected through surveys and statistics, identifying a high potential of rice and maize agricultural residues. The demographic and socioeconomic analysis supported the feasibility of implementing a renewable energy generation project from agricultural biomass in the rural community of Batata, in Tierralta, Córdoba, Colombia. A significant potential of agricultural biomass was identified, mainly from rice and maize residues, with an estimated production of 463.15 tons/year of rice and 711.6 tons/year of maize, suggesting a potential of 474 tons/year of agricultural residues available for energy use, although most are directed towards direct consumption (82%). The implementation of this project would not only meet local energy needs but also significantly contribute to climate change mitigation, with an estimated bioenergy potential of 1.62 GWh/year, which could cover up to 39% of the community's energy demand.

**Keywords:** Waste biomass, Gasification, Renewable energy, Rural community, Climate change mitigation

## 1. Introducción

En las zonas rurales, donde el acceso confiable a la electricidad a menudo es limitado y los problemas socioeconómicos son comunes, las energías renovables se presentan como una solución crucial para abordar los desafíos energéticos y mejorar la calidad de vida de las comunidades. La implementación de proyectos de energía renovable, como la gasificación de biomasa, no solo puede proporcionar una fuente de energía sostenible y asequible, sino que también puede estimular el desarrollo económico local y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático.

El corregimiento de Batata, situado en el municipio de Tierralta, Córdoba, al norte de Colombia, ha sido históricamente una región marcada por desafíos significativos y un relativo abandono. Ubicado en las estribaciones del nudo de Paramillo, este territorio enfrenta problemas como una conexión poco confiable a la red nacional de energía eléctrica, dificultades sociales y una infraestructura terrestre precaria para su acceso. A pesar de poseer un potencial agroindustrial considerable, el desarrollo en esta área se ha visto obstaculizado.

Con la intención de revertir esta situación, se está llevando a cabo un proyecto financiado a través del sistema general de regalías de Colombia, destinado a impulsar el desarrollo agroindustrial en el corregimiento de Batata. El enfoque central de este proyecto se centra en la generación de energía eléctrica confiable y renovable, con el objetivo de superar los desafíos energéticos existentes, así como abordar las dificultades sociales y mejorar la conectividad terrestre.

La gasificación y pirólisis de la biomasa son alternativas para generar bioenergía y subproductos a partir de residuos agroindustriales. En este proceso termoquímico se generan tres derivados a partir de la biomasa: 1- Syngas (Compuestos ligeros en fase gas), 2- Bio-oil (Hidrocarburos con un importante nivel de oxígeno en fase líquida), y 3- Biochar (Material sólido). Producto de la transformación parcial de la biomasa, el Syngas y Bio-oil, conservan gran parte de la energía química de la biomasa, que puede ser transformada a energía eléctrica o térmica en ciclos de potencia y/o combustión con una eficiencia integrada entre la gasificación y motores de combustión interna con un valor promedio de 22% (Galvagno et al., 2019; Patuzzi et al., 2016; Turinayo & Okure, 2018). Mientras el subproducto sólido formado por carbono residual procedente de la conversión termoquímica de la biomasa, El biocarbon representa entre un 4-40% p/p de la biomasa original, según un tratamiento termoquímico implementado (Pirólisis o Gasificación) (Bruckman et al., 2017; Gomez et al., 2021; Marrugo et al., 2017), y una proporción de ellos son compuestos de óxido (entre 40 y 80% p/p) que pueden preservar su nanoestructura biogénica. (Gomez-Vazquez et al., 2022).

La estrategia adoptada implica la implementación de un proceso innovador que utiliza gasificación de biomasa mediante un gasificador de lecho fijo con tiro inducido, un sistema de condensación de alquitranes y un motor de combustión interna adaptado para gas de síntesis de bajo poder calorífico.

En el presente trabajo se evalúa el potencial de generación de energía eléctrica a través de la gasificación de residuos agrícolas en zonal rural del municipio de Tierralta-Córdoba Colombia a partir de la caracterización social demográfica y actividad económica agrícola.

## 2. Materiales y métodos.

### 2.1. Análisis de la población y producción agrícola

Se realizó, un levantamiento de información en campo a través de encuestas a cabezas de hogar de la comunidad de Batata, Tierralta Córdoba, contando con total 714 encuestas realizadas, con la que se caracterizó la comunidad, evaluando características sociodemográficas básica de la población tales como sexo, edad, oficio e ingresos mensuales estimados. A través de información de estadística secundaria presentadas por instituciones gubernamentales como el DANE (DANE, 2018) y la UPME (UPME, 2024) entre otras (*Dataportalforcities*, 2019), se estableció la población total de **3784** personas en el corregimiento de Batata, y el consumo eléctrico per cápita de **91.6 kWh** para el municipio de Tierralta Córdoba a partir de los cuales se estimaron los requerimientos energéticos de la comunidad.

A partir de la caracterización social-demográficas y la disponibilidad de las comunidades para asociarse a proyectos cooperativo para el manejo de residuos biomásico se seleccionaron 12 núcleos habitacionales para captar y valorar los residuos agrícolas principales, definiéndose es comunidades como el área de influencia del proyecto.

### 2.2. Valoración de potencial bioenergético

A partir de la encuesta se estimaron los productos agrícolas principales en el área de influencia del proyecto, las hectáreas cultivadas y producción agrícola anual por cada núcleo poblacional. Estimando los factores de rendimiento específico por producto agrícola por medio de la ecuación 1.

$$F_{sc} = \frac{\text{Ton} - \text{Producto}}{\text{Hectareas}} \quad \text{Ec. (1)}$$

Para el análisis de potencial de energía a partir de gasificación. La estimación de biomasa residual se realizó con base a la producción agrícola de las poblaciones, implementando los coeficientes de residuos agroindustriales reportados por la Organización de alimentos y agricultura de

las naciones unidas **FAO por sus siglas en inglés** (Food And Agriculture Organization of United Nation). La Tabla 1 presenta un resumen de los coeficientes de desecho para cultivos transitorios de mayor influencia y su poder calorífico de combustión (KJ/Kg).

1. Tabla 1 Coeficientes de desecho y poder calorífico inferior (PCI) para cultivos transitorios. Fuentes.

Cultivo	Tipo residuo	Residuo/produ to (kg/kg)	PCI (MJ/Kg)
Arroz	Cascarilla	0.25	15.1
	Paja	0.623	13.0
Maíz	Soca	0.22	15.5
	Tusa	0.33	15.6

Para la estimación de bioenergía potencial disponible a partir de biomasa residual de los principales cultivos transitorios en corregimiento de Batata se realizaron considerando una humedad promedio en los residuos de un 15% (Hoque et al., 2021; Martínez et al., 2020), siendo este parámetro un factor de ajuste de los residuos totales.

Para la estimación de potencial de producción de energía eléctrica a partir de la gasificación, se identificaron los residuos agrícolas que cuentan con información técnica suficiente y una validación experimental de rendimientos de producción energía disponible en la literatura para reactores de gasificación Donwdraft. Parámetros experimentales tales como la eficiencia de conversión de syngas (Cold gas efficient), rendimiento específico de conversión de biomasa (kg/kg biomasa) para syngas, biochar o bioalquitranes, rendimientos específicos para la conversión a energía eléctrica kWh<sub>e</sub>/ kg biomasa han sido identificados de literatura (Awais et al., 2018; Gomez et al., 2021; Gomez-Vazquez et al., 2022; Omar et al., 2018).

3. Análisis de resultados

3.1. Análisis de la población objetivo

Con una población de objetivo de 3784 personas y con un consumo per cápita por mes de 91.6 kWh, y un consumo promedio hogar de 315.2 kWh (3.44 personas) se estimó un consumo de 4.16 GWh/año para el corregimiento de Batata, que suple las necesidades básicas, comerciales y agrícolas primarias de esta comunidad. La tabla 2, muestra el análisis estadístico de la caracterización demográfica, sobre una muestra de 714 encuestas. La población presentada exhibe una distribución diversa en términos de edad, con representación equilibrada en diferentes grupos étnicos (17% entre 18-30 años, 33% entre 31-45 años, 30% entre 46-60 años, y 20% entre 60-80 años), mostró que el 50% de la comunidad se encuentra entre el rango de los 18 a los 45 años, lo que indica que este segmento poblacional es relativamente joven, lo cual ayuda a mantener a futuro la

producción agrícola de la región. Se muestra una inclinación hacia el género masculino (64% hombres, 36% mujeres) y una predominancia de ocupaciones agrícolas (63% agricultores, 27% amas de casa, 10% otros), acorde a la naturaleza rural. Los ingresos mensuales se concentran mayormente en rangos más bajos, con el 55% ganando entre 12,82 y 128,17 unidades monetarias, lo que indica disparidades económicas.

Dada la gran proporción de la población dedicada a la agricultura, se dispone de una cantidad considerable de residuos agrícolas que pueden ser aprovechados como materia prima para la producción de energía renovable. Además, la predominancia de ingresos bajos justifica la necesidad de acceder a una fuente de energía asequible y sostenible. Esta medida no solo mejoraría significativamente la calidad de vida de la comunidad, sino que también contribuiría a la mitigación del cambio climático al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Tabla 2 Caracterización demográfica comunidad Batata, Tierralta Córdoba

Variable	Categoría	Frecuen- cia	Porcentaje (%)
Edad	18 – 30	120	17
	31 – 45	237	33
	46 – 60	212	30
	60 – 80	142	20
Genero	Masculino	454	64
	Femenino	260	36
Oficio	Agricultor	451	63
	Ama de casa	96	27
	Otros	67	10
*Ingresos mensuales	12,82–128,17	392	55
	128,17-256,34	205	29
	256,34–512,57	30	4
	Mas de 512,57	5	1
	**NPI	82	11

3.2. Volúmenes y disponibilidades de biomasa.

La encuesta mostro en la comunidad de Batata, que las familias de vocación agrícola se dedican a la producción de arroz, maíz, yuca, plátano y cacao. Sin embargo, la comunidad utiliza en un 82% estos productos para consumo directo, un 13% no cultivan y mientras en un 5% declara que cultivan maíz y arroz para uso comercial. Por tal motivo el estudio se centró en la valoración de los residuos agrícolas del maíz y el arroz. A

A partir de la información declarada por la comunidad, se estableció la producción agrícola de maíz y arroz en la comunidad de Batata como se presenta en la Tabla 3. Con área cosechada de 854. 5 hectáreas dedicadas a la producción de alimentos, se estimó una producción de 63.15 Ton/año arroz y 711.6 Ton/año de maíz no mecanizado.

Tabla 3 Producción agrícola de cultivos transitorios en Corregimiento de Batata y su potencial bioenergético.

Cultivos transitorios	Área cosechada (Ha)	Producción (ton/año)	Rendimiento (ton/Ha)	Residuo	Ton/Año	TOTAL	GWh/Año
Arroz	528.5	463.15	0.87	Cascarilla	78.34	273.6	0.883
				Paja	195.23		
Maíz	326	711.6	2.18	Cascara	80.08	200.22	0.738
				Tusa	120.11		

El corregimiento de batata presenta un índice de producción de 0.87 Ton/ha para el arroz y 2.18 Ton/ha para el maíz, mostrando valores de rendimiento por debajo del promedio nacional para producción agrícola de 6 Ton/a y 2.9 Ton/ha para el arroz y maíz respectivamente. Estos resultados confirman que la producción de maíz y arroz de la comunidad son principalmente dedicados para consumo interno, requiriendo fortalecer sus capacidades para pasar a un modelo de producción comercial.

A partir de los índices de generación de residuos presentados en la **Tabla 1**. Se estimó que Batata posee un potencial de 474 de ton/año de residuos agrícolas a partir de cultivos transitorios, con aporte de 57.7 % y 42.3 % de residuos de arroz y maíz respectivamente (Ver Tabla 3). En la figura 1 se presenta el aporte de residuos estimada por cada comunidad asociada al área de influencia del proyecto en el corregimiento de Batata. Se identifico que batata central tiene mayor impacto productivo en los residuos de tusa de maíz que en la cascarilla de arroz.

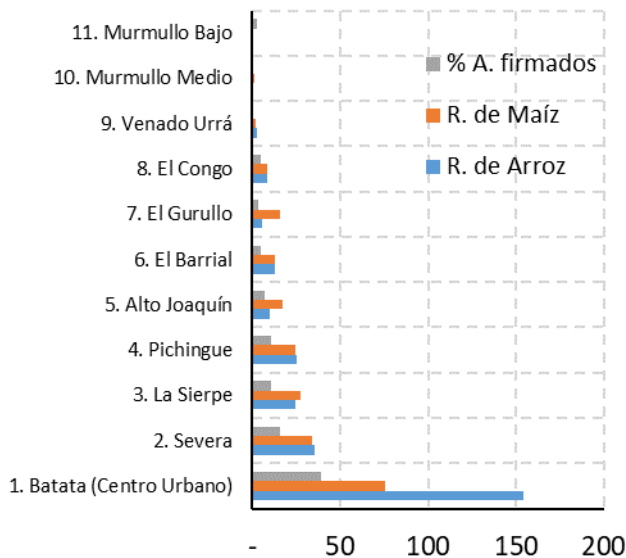


Figura 1 Distribución de residuos agrícolas para el área de influencia del proyecto

Cabe resaltar que el residuo más abundante en la comunidad es la paja de arroz, residuo que queda extendido por los campos y no se utiliza generalmente.

3.3. Potencial de bioenergía

Bajo las consideraciones termoquímicas de los residuos agrícolas presentados anteriormente (ver Tabla 1). Se estimo una energía potencial bruta de 1.62 GWh/Año en el corregimiento de Batata (Ver

Tabla 3 ), cerca de un **39%** de la energía eléctrica neta requerida por la comunidad. El arroz constituye el cultivo transitorio con mayor potencial de bioenergía, estimándose una energía potencial bruta de 0.883 GWh/año, de donde la paja de arroz producida como residuo, alcanza un 68% de la bioenergía potencial disponible de este cultivo, mientras que en el caso del maíz se estima un 60.1% de la bioenergía está disponible en la tusa. Sin embargo, estos valores solo corresponden al potencial bruto disponible, sin considerar la eficiencia de su conversión a energía eléctrica. Esta eficiencia depende fuertemente de la tecnología implementada y las características fisicoquímicas del residuo.

Para el caso del proyecto se logró identificar información técnica para los residuos de cascarilla de arroz y tusa de maíz. La Tabla 4 resume los parámetros de rendimiento energético de la gasificación de cascarilla de arroz, así mismo presentan los valores reportados por para la

Tabla 3. Los residuos de paja de arroz y soca de maíz no fueron considerados debido a la falta de información técnica suficiente. La

Figura 2 Potencia eléctrica promedio generada por gasificación de residuos en Batata. La tusa de maíz aportará 57.8% de la energía eléctrica, mientras la cascará de arroz aportará 42.2% de una potencia eléctrica total de 0.075 GWh/año, que representa un 1.8% de la energía eléctrica de la comunidad.

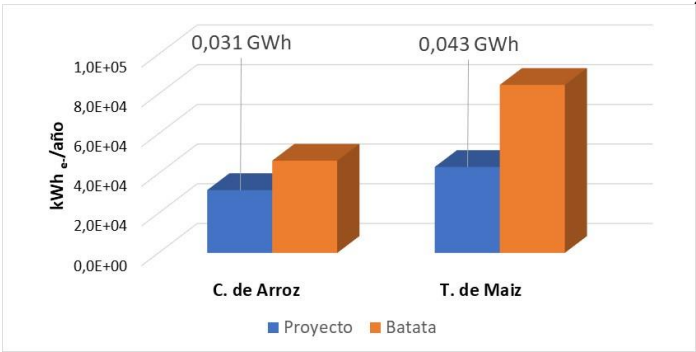


Figura 2 Potencia eléctrica promedio generada por gasificación de residuos en Batata.

gasificaci  
ón de la tusa de maíz por (Gómez-Vásquez et al., 2022).

Tabla 4 Factores de rendimiento energético implementados para la estimación potencial energía.

Parámetro	Cascarilla de arroz	Tusa de Maíz
$CGE(\%)$	46,44	65.0
$EE_{fuelgas} (kWh/kg_{biomass})$	2,47	2,34
$EE_{power}(kWh_e/kg_{biomass})$	0,40	0,47

Para la valoración eléctrica potencial en la biomasa disponible en el corregimiento de batata, se utilizaron los valores estimados de biomasa residual de cascarilla de arroz 78,34 Ton/año y tusa de maíz 120,13 Ton/año, en la zona de influencia del proyecto y el total de biomasa residual de corregimiento de Batata como se resumieron en la siguiente

Con la capacidad de generación de energía eléctrica de los residuos, se estableció las horas operativas de la planta COMBO-80 con capacidad de potencia eléctrica de 40 kW como se reporta en la Tabla 5. Con la biomasa de cascarilla de arroz y tusa de maíz disponible para el inicio del proyecto de podrán ocupar 1874 horas año de la planta de gasificación, un 21% del tiempo anual.

Tabla 5 Generación de energía estimada con planta COMBO-80 ANKUR

	C. de Arroz	Tusa de Maíz
(kWh_e/Año)	31649,3	43292,6
Horas/Año	791,23	1082,32

La ocupación estimada de la planta de gasificación COMBO-80, muestra la necesidad progresivamente extender la recepción de biomasa en todo el corregimiento de Batata y/o desarrollar estudios experimentales que permitan integrar otros residuos abundantes como la paja de arroz y la soca de maíz.

#### 4. Conclusiones

- ✓ El análisis demográfico y socioeconómico de la comunidad de Batata en Tierralta, Córdoba, respalda la viabilidad de implementar un proyecto de generación de energía renovable a partir de biomasa agrícola. Con una población objetivo de 3784 personas y un consumo per cápita mensual de 91.6 kWh, el estudio estimó un consumo total de 4.16 GWh/año para la comunidad, lo que sugiere una demanda significativa que podría ser cubierta por energía renovable. Además, la predominancia de ocupaciones agrícolas y los bajos ingresos justifican la necesidad de acceder a una fuente de energía asequible y sostenible.

- ✓ Se identificó un potencial considerable de biomasa agrícola en la comunidad, principalmente de residuos de arroz y maíz. Con una producción estimada de 463.15 Ton/año de arroz y 711.6 Ton/año de maíz, se estima un potencial de 474 Ton/año de residuos agrícolas a partir de cultivos transitorios. Sin embargo, la mayor parte de estos residuos se destina al consumo directo (82%), lo que limita su disponibilidad para uso energético.
- ✓ La implementación de un proyecto de generación de energía a partir de biomasa agrícola no solo contribuiría a satisfacer las necesidades energéticas de la comunidad, sino que también ayudaría a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Con un potencial de bioenergía estimado en 1.62 GWh/año, cerca de un 39% de la energía eléctrica neta requerida por la comunidad podría ser cubierta, lo que representaría un impacto significativo en la mitigación del cambio climático.
- ✓ Se identificaron desafíos como los bajos rendimientos por hectárea de los cultivos y la limitada disponibilidad de residuos agrícolas para uso energético. Es necesario desarrollar estrategias para aumentar la eficiencia de la producción agrícola y mejorar la gestión de los residuos para optimizar el potencial de generación de energía renovable en la comunidad. Además, se destaca la importancia de fortalecer las capacidades para pasar a un modelo de producción comercial y aumentar la disponibilidad de residuos para la generación de energía.

## 5. Referencias.

- Awais, M., Li, W., Arshad, A., Haydar, Z., Yaqoob, N., & Hussain, S. (2018). Evaluating removal of tar contents in syngas produced from downdraft biomass gasification system. *International Journal of Green Energy*, 15(12), 724–731. <https://doi.org/10.1080/15435075.2018.1525557>
- Bruckman, V. J., Apaydin-Varol, E., Uzun, B. B., & Liu, J. (2017). *Biochar: A Regional Supply Chain Approach in View of Climate Change Mitigation*. Cambridge University Press. <https://doi.org/DOI:10.1017/9781316337974>
- DANE. (2018). *Censo Nacional de población y vivienda 2018*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- dataportalforcities. (2019). Global Covenant of Mayors for Climate & Energy. <https://dataportalforcities.org/es>
- Galvagno, A., Prestipino, M., Maisano, S., Urbani, F., & Chiodo, V. (2019). Integration into a citrus juice fact
- ory of air-steam gasification and CHP system: Energy sustainability assessment. *Energy Conversion and Management*, 193(March), 74–85. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.04.067>
- Gomez, R., Camargo-Trillos, D., Arenas, E., Zapata, Z., & Bula, A. J. (2021). CaCO<sub>3</sub> and air/steam effect on the gasification and biohydrogen both performance of corn cob as received: application in the Colombian Caribbean region. *Biomass and Bioenergy*, 153, 106207. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.106207>
- Gomez-Vazquez, R., Camargo-Trillos, D., & Fernandez-ballesteros, E. (2022). Biogenic nanoporous oxides recovery from by-products of bioenergy production: Rice husks and corncob biochars. *Biomass and Bioenergy*, 161, 106455. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2022.106455>
- Hoque, M. E., Rashid, F., & Aziz, M. (2021). Gasification and power generation characteristics of rice husk, sawdust, and coconut shell using a fixed-bed downdraft gasifier. *Sustainability (Switzerland)*, 13(4), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su13042027>
- Marrugo, G., Valdés, C. F., & Chejne, F. (2017). Biochar Gasification: An Experimental Study on Colombian Agroindustrial Biomass Residues in a Fluidized Bed. *Energy and Fuels*, 31(9), 9408–9421. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.7b00665>
- Martínez, L. V., Rubiano, J. E., Figueredo, M., & Gómez, M. F. (2020). Experimental study on the performance of gasification of corncobs in a downdraft fixed bed gasifier at various conditions. *Renewable Energy*, 148, 1216–1226. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.10.034>
- Omar, M. M., Munir, A., Ahmad, M., & Tanveer, A. (2018). Downdraft gasifier structure and process improvement for high quality and quantity producer gas production. *Journal of the Energy Institute*, 91(6), 1034–1044. <https://doi.org/10.1016/j.joei.2017.07.005>
- Patuzzi, F., Prando, D., Vakalis, S., Rizzo, A. M., Chiaramonti, D., Tirler, W., Mimmo, T., Gasparella, A., & Baratieri, M. (2016). Small-scale biomass gasification CHP systems: Comparative performance assessment and monitoring experiences in South Tyrol (Italy). *Energy*, 112, 285–293. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.06.077>
- Turinayo, Y. K., & Okure, M. A. E. (2018). Techno-Economic Viability of Husk Powered Systems for Rural Electrification in Uganda: Part I: Sustainability and Power Potential Aspects. In W. Leal Filho & D. Surroop (Eds.), *The Nexus: Energy, Environment and Climate Change* (pp. 37–51). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-63612-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-63612-2_3)

UPME. (2024). Proyección de la demanda de energía eléctrica, potencia máxima y gas natural. 2023-2037. In *Unidad de Planeación Minero-Energética*.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen al proyecto código BPIN 2021000100282 del sistema general de regalías

“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE GASIFICACIÓN DE BIOMASA RESIDUAL CON FINES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y POTENCIAL REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DERIVADAS DE LA INADECUADA DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS EN EL CORREGIMIENTO DE BATATA TIERRALTA-CÓRDOBA”.