Soluciones activadas:
la investigación al servicio de la agroindustria

Activated Solutions: Research Serving the Agroindustry

Investigadores transforman la biomasa residual del cacao en materiales con alto potencial industrial y comercial.

Researchers are transforming residual cocoa biomass into materials with high industrial and commercial potential.



Por / By:
Luisa María Echeverry Barrera
luisa.echeverry@upb.edu.co

Fotos / Photos:
Luisa María Echeverry Barrera

Con frecuencia, Instagram muestra videos de algún creador de contenido que explica, paso a paso, cómo hacer una limpieza profunda de la piel o cómo eliminar olores mediante el uso del carbón activado. Son videos que pueden alcanzar métricas de hasta siete mil "me gusta" y más de tres mil envíos por mensajes directos. Está claro que es un producto llamativo para muchos. ¡Y cómo no! Si sus beneficios son innumerables: desintoxica, elimina metales, purifica, desodoriza, alivia inflamaciones y hasta blanquea.

Instagram frequently features videos of content creators explaining, step by step, how to perform a deep skin cleanse or eliminate odors using activated carbon. These videos can generate engagement metrics of up to 7,000 likes and more than 3,000 direct-message shares. Clearly, it is a product that captures widespread interest—and with good reason. Its benefits are numerous: it detoxifies, removes metals, purifies, deodorizes, reduces inflammation, and even whitens.

Debido a su amplia área superficial y su alta capacidad de absorción, el carbón activado es un material útil en múltiples industrias: alimentaria, cosmética, farmacéutica, energética, química, entre otras. Y aunque es común encontrar contenido sobre su uso, poco se habla sobre cómo se obtiene.

En 2024, investigadores del Grupo sobre Nuevos Materiales comenzaron un estudio comparativo de dos métodos: pirólisis y gasificación, con el propósito de identificar el más adecuado para obtener hidrógeno verde y productos carbonosos a partir de los residuos de la biomasa del cacao. Una iniciativa que tiene origen en la necesidad de encontrar alternativas de aprovechamiento para contrarrestar los efectos de su inadecuada disposición final en los suelos.

La disposición de los residuos del cacao en el suelo produce malos olores, gases de efecto invernadero y se convierte en incubadora de plagas que causa efectos negativos a territorios y comunidades.





Carbón activado resultado del tratamiento superficial del biochar

The disposal of cocoa residues on the ground generates unpleasant odors, releases greenhouse gases, and creates breeding grounds for pests that affect both the territories and their communities.

Thanks to its extensive surface area and high adsorption capacity, activated carbon is a valuable material across a wide range of industries, including food, cosmetics, pharmaceuticals, energy, and chemicals, among others. Yet while content highlighting its applications is commonplace, far less attention is given to how it is produced.

In 2024, researchers from the Research Group on New Materials at Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) launched a comparative study of two methods—pyrolysis and gasification—to determine the most suitable approach for producing green hydrogen and carbonaceous materials from residual cocoa biomass. The initiative arose from the need to identify alternatives for utilizing these residues and mitigating the impacts associated with their inappropriate disposal in soils.

Mediante un trabajo articulado con tres comunidades indígenas del Resguardo Nazareth, ubicado en Leticia, Amazonas, los investigadores recolectaron la cantidad de biomasa requerida para la investigación, financiada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en el marco de la convocatoria Bioemprendimientos para el desarrollo y la conservación de la Amazonía. Luego de dos años, las pruebas de laboratorio indican que el método de pirólisis asistida por microondas es idóneo para conseguir tres tipos de productos: hidrógeno verde "gaseoso"; mediante la purificación del syngas; aceite biocombustible (líquido) y biochar (sólido), del cual se obtiene carbón activado al ser tratado superficialmente.

El potencial comercial de estos subproductos motivó en 2025 la creación de Nanomof, una organización de base tecnológica *(startup)* liderada por el investigador de la UPB, Javier Cruz Riaño. "Colombia importa más carbón activado del que exporta, lo que quiere decir que en el país hay una alta demanda de este material. Existe un nicho de mercado muy significativo que se debe aprovechar", concluye el investigador Cruz a propósito de la constitución de la empresa derivada del proyecto.

El proceso de pirólisis consiste en la transformación termoquímica de materiales orgánicos a alta temperatura y en ausencia de oxígeno (atmósfera controlada).

Pyrolysis is a thermochemical process that transforms organic materials at high temperatures in the absence of oxygen (under a controlled atmosphere).



Obtención de biochar a partir de biomasa

Working collaboratively with three Indigenous communities from the Resguardo Nazareth, located in Leticia, Amazonas, the researchers collected the biomass required for the study. The project was funded by the Inter-American Development Bank through the Bioentrepreneurship for the Development and Conservation of the Amazon call for proposals. After two years of laboratory testing, the results indicate that microwave-assisted pyrolysis is the most suitable method for obtaining three products: green hydrogen (gaseous); through the purification of syngas, biofuel oil (liquid), and biochar (solid), from which activated carbon is obtained through surface treatment.

The commercial potential of these by-products led, in 2025, to the creation of Nanomof, a technology-based startup led by UPB researcher Javier Cruz Riaño. "Colombia imports more activated carbon than it exports, which means there is strong domestic demand for this material. There is a highly significant market niche that should be leveraged," says researcher Cruz regarding the establishment of the company that emerged from the project.

Alta demanda
buenas oportunidades

Los bioproductos, como el hidrógeno verde y el carbón activado, tienen amplias posibilidades de aplicación en el mercado nacional e internacional. Aquí se destacan algunas.

Materia prima:

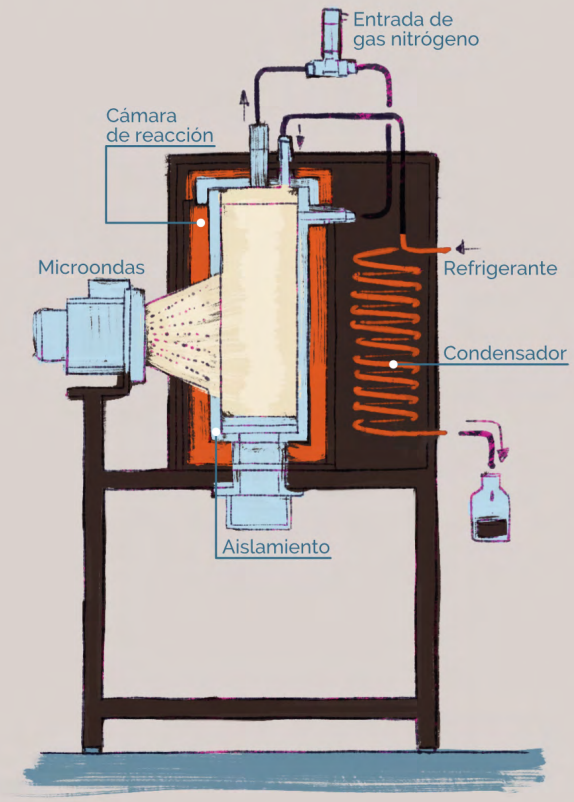
La biomasa residual del cacao que se produce en la Amazonía se caracteriza por contener:



- Porcentaje favorable de materia sólida combustible (carbono fijo)
- Nivel intermedio de lignina (molécula orgánica presente en las plantas)
- Cantidad adecuada de cenizas

Transformación termoquímica

Proceso de **pirólisis asistida por microondas (MAP):**



Hidrógeno verde: se obtiene mediante procesos y tecnologías limpias.

Industria
- Materia prima esencial en la producción de amoníaco, metanol y aceros.

Energía
- Generación de electricidad
- Calefacción y refrigeración
- Almacenamiento de energía

Transporte
- Propulsión de vehículos que solo emiten vapor de agua.

Para su uso en el hogar/industria por medio de gaseoductos es imperativo realizar adaptaciones técnicas que garanticen su seguridad y eficiencia.

Materiales carbonosos:

1 **Biochar:** se obtiene mediante la descomposición térmica de biomasa en ausencia de oxígeno (pirólisis).

Suelos
- Retiene agua, reduce acidez y absorbe metales pesados.

Ambiente
- Secuestra carbono de manera estable por cientos de años.

Cultivos
- Insumo para la agricultura regenerativa

Construcción
- Aditivo de materiales de construcción

2 **Carbón activado:** carbón tratado (o "activado") para ampliar su porosidad y atrapar sustancias.

Salud y medicina
- Tratamiento de intoxicaciones, alivio digestivo, salud renal.

Industria
- Purificación y filtración de agua, aire y gases industriales.

Cosmética
- Cuidado de la piel
- Industria alimentaria
- Decoloración de aceites comestibles y refinación de azúcar

Acuariofilia
- Limpieza del agua en peceras

Demanda mundial:

Tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR, siglas en inglés): indicador financiero del crecimiento medio anual de ventas o inversiones.

Biochar: 13%

Carbón activado: 5,5%

Fuentes:
- *NanoMOF S.A.S. (2024). Estudio de Mercado Carbón Activado en Colombia y el Mundo.*
- *NanoMOF S.A.S. (2024). Generación de H_2 verde a partir de biomasa lignocelulósica (Cantidad y Calidad).*
- *NanoMOF S.A.S. (2025). Informe técnico de caracterización y selección del bioproducto más eficiente como medio filtrante.*









Pirólisis en reactor basculante.

Con pirólisis se obtiene aproximadamente 33 % de material carbonoso, 33 % de syngas (combustible gaseoso) rico en hidrógeno y 34 % de bioaceites.

Pyrolysis yields approximately 33% carbonaceous material, 33% hydrogen-rich syngas (gaseous fuel), and 34% bio-oils.

Otro resultado es el diseño de un filtro de agua que beneficia a las comunidades indígenas. Los investigadores prototiparon una tecnología con capacidad para 200 personas, que se instalará en 2026 en su territorio y será una oportunidad para aplicar en contextos reales el conocimiento generado con la investigación.

La valorización de los residuos agrícolas es una opción prometedora para la agroindustria colombiana. En el informe Perspectiva Mundial de la Gestión de Residuos, publicado en 2024 por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en alianza con la Asociación Internacional de Residuos Sólidos

Another outcome of the research is the design of a water filtration system that will benefit Indigenous communities. The researchers developed a prototype technology with the capacity to serve 200 people, which is scheduled to be installed in the community's territory in 2026, providing an opportunity to apply the knowledge generated through the research in a real-world setting.

The valorization of agricultural residues represents a promising opportunity for Colombia's agroindustry. The Global Waste Management Outlook, published in 2024 by the United Nations Environment Programme in partnership with the International Solid Waste Association

(ISWA, por sus siglas en inglés), se concluye que la implementación de modelos de economía circular en los países, además de disminuir los costos anuales de la gestión de residuos, da lugar a ganancias significativas en la economía global. De ahí la importancia de este proyecto.

Si el famoso algoritmo de Instagram es insistente con los tutoriales, la próxima vez vale la pena preguntarse: ¿cuál es su origen?, ¿qué método utilizaron para su obtención? Si lo compro, ¿contribuyo a un proceso de economía circular capaz de transformar la agroindustria del país? Tal vez el detrás de cámara sea sorprendente.

(ISWA), concludes that implementing circular economy models not only reduces annual waste management costs but also generates significant gains for the global economy. This underscores the importance of projects such as this one.

So, the next time Instagram's algorithm insists on showing yet another tutorial, it may be worth asking: Where did this product come from? What process was used to produce it? If I buy it, am I supporting a circular economy model capable of transforming the country's agroindustry? The story behind the scenes may prove surprisingly compelling.



Investigadores, de izquierda a derecha: *Diego Alberto Castaño, Lizardo de Jesús Echavarría Villegas, Juan Pablo Quintero Martínez, Javier Cruz Riaño, Vladimir Martínez Tejada. También es parte del equipo Isaac Jaramillo Moreno.*
Agradecimiento: *Banco Interamericano de Desarrollo (BID).*

Ficha técnica

Nombre del proyecto: *Desarrollo de bioproductos de valor agregado a partir de residuos de biomasa cacaotera.*
Palabras clave: *Biomasa residual: Cacao; Materiales carbonosos; Pirólisis; Agroindustria.*
Grupo de investigación: *sobre Nuevos Materiales.*
Seccional: *Medellín.*
Líder del proyecto: *Javier Cruz Riaño.*
Correo: *luis.cruz@upb.edu.co*

Data sheet

Project Title: *Development of Value-Added Bioproducts from Residual Cocoa Biomass.*
Keywords: *Residual biomass; Cocoa; Carbonaceous materials; Pyrolysis; Agroindustry.*
Research Group: *on New Materials.*
Campus: *Medellín.*
Project Leader: *Javier Cruz Riaño.*
Email: *luis.cruz@upb.edu.co*