

Artículo Original

ESTUDIO DE PATENTES SOBRE EL EMPLEO DE LA BIOMASA CAÑERA EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA

PATENTS STUDY ON THE USE OF SUGARCANE BIOMASS IN ENERGY GENERATION

Odonel González Cabrera^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-5121-5912>
Taimi Ruiz Pérez² <https://orcid.org/0009-0003-7675-8088>

¹ Centro de Información y Gestión Tecnológica, Gestión de la información, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

² Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara, Departamento de Preparación para la Defensa, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

Recibido: Septiembre 1º, 2025; Revisado: Septiembre 24, 2025; Aceptado: Noviembre 18, 2025

RESUMEN

Introducción:

Las patentes protegen todas las soluciones dadas a nivel mundial a problemas técnicos de todas las ramas del saber tecnológico. Por otro lado, existen numerosas aplicaciones de los residuos de caña de azúcar y otros subproductos de la industria azucarera para generar electricidad. Es una forma de energía renovable que ha demostrado ser una alternativa sostenible y económica.

Objetivo:

Evaluar las soluciones ofrecidas en la literatura de patentes para su posible empleo en generación eléctrica empleando biomasa cañera.

Materiales y Métodos:

La base de datos de patentes seleccionada para el estudio fue Patenscope. Se determinó conformar una estrategia que cubriese el mayor número de patentes sobre la temática en cuestión. Se empleó una búsqueda avanzada que relacionase los términos seleccionados en el campo reivindicación en inglés. Se extraen un grupo de indicadores patentométricos, cuya base es principalmente cuantitativa, establecida por recuentos estadísticos y conteos de frecuencia.



Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales.

* Autor para la correspondencia: Odonel González, Email: ogonzalez@ciget.vcl.cu



Resultados y Discusión:

Se presentan los resultados de indicadores: evolución de la temática en el tiempo, cantidad de patentes por países, empresas y temáticas tecnológicas. También se identifican documentos específicos que son fundamentales en el desarrollo de tecnologías en el campo de estudio en cuestión.

Conclusiones:

El estudio de patentes identifica soluciones sobre la generación de energía a partir de biomasa cañera, con su procesamiento estadístico se pueden obtener varios indicadores patentométricos ventajosos para vigilancia tecnológica y prospectiva, también pueden ser asimilables para la industria cubana.

Palabras clave: biomasa; energía; generación; indicadores; información de patentes.

ABSTRACT

Introduction:

Patents protect all solutions given worldwide to technical problems in all branches of technological knowledge. On the other hand, there are numerous applications of sugar cane waste and other by-products of the sugar industry to generate electricity. It is a form of renewable energy that has proven to be a sustainable and economical alternative.

Objective:

To evaluate the solutions offered in patent literature for their possible use in electricity generation using sugarcane biomass.

Materials and Methods:

The patent database selected for the study was Patenscope. It was determined to create a strategy that would cover the largest number of patents on the subject in question. An advanced search was used that related the terms selected in the English claim field. A group of patentometric indicators were extracted, whose base is mainly quantitative, established by statistical counts and frequency counts.

Results and Discussion:

The results of indicators are presented: evolution of the subject over time, number of patents by country, companies and technological subjects. Specific documents are also identified that are essential for the development of technologies in the field of study in question.

Conclusions:

The patent study identifies solutions for the generation of energy from sugarcane biomass. With its statistical processing, several advantageous patentometric indicators can be obtained for technological and prospective surveillance, which can also be assimilated by the Cuban industry.

Keywords: biomass; energy; generation; indicators; patent information.

1. INTRODUCCIÓN

Los documentos de patentes se erigen como una de las fuentes de información tecnológica más actualizadas a nivel internacional. Las patentes salvaguardan todas las soluciones a

problemas técnicos de todas las ramas del saber tecnológico, que solicitan protección, por cuanto el sistema obliga a los inventores a publicar todos los detalles de su solución, hacen de las patentes una fuente indispensable a consultar. Las patentes son documentos que describen una invención, y deben incluir una descripción completa de la invención, así como una descripción del estado de la técnica. Esta información puede ser utilizada para identificar las tecnologías que están en desarrollo, las tecnologías que están ganando popularidad, y las tecnologías que están en declive. Las patentes son una forma de proteger la propiedad intelectual, y su solicitud y concesión es un proceso costoso y laborioso. Por lo tanto, las empresas suelen solicitar patentes para tecnologías que consideran que tienen un potencial de éxito comercial. Las solicitudes de patentes muestran la dinámica de innovación tecnológica de empresas y países (Romero, 2021).

El sistema de patentes es un componente fundamental del sistema nacional de innovación. Es el sistema nacional de propiedad industrial, la institución que estimula a las organizaciones que realizan actividades de investigación y desarrollo (I+D) y producen nuevo conocimiento, el cual codifican en patentes como un paso previo para la innovación. Este estímulo consiste en otorgar el monopolio de producción y comercialización durante 20 años a partir de la solicitud del registro de propiedad industrial. Durante este periodo las organizaciones de I+D pueden, de una parte, recuperar los gastos de I+D en los cuales incurren en el proceso de generar nuevo conocimiento y, por otra parte, obtener beneficios extraordinarios (monopólicos) que los estimulan a continuar invirtiendo en I+D, que finalmente desemboca en la creación de nuevo conocimiento (Zuñiga et al., 2016).

Los estudios de patentes de manera similar permiten realizar hallazgos que destacan la viabilidad de integrar determinadas tecnologías en el proceso de producción de productos como el tequila, promoviendo la sostenibilidad ambiental y la eficiencia económica, y mencionan las limitaciones actuales de las innovaciones basadas en la vinaza. De esta manera busca orientar a investigadores, actores de la industria y legisladores en el desarrollo de estrategias para aprovechar al máximo el potencial de la vinaza, contribuyendo a una economía más sostenible y circular (Suárez et al., 2025).

Se propone el aprovechamiento de los residuos agroindustriales como fuente de energía para impulsar una economía circular, eliminando así la dependencia de recursos no renovables en estos procesos (Rosas et al., 2025). En otro estudio se habla del empleo de residuos de forma general, empleando para su procesamiento los avances de la biotecnología (Silva et al., 2025). Otra alternativa de empleo de biomasa ha sido la producción de biocarbón, es un proceso prometedor para convertir residuos en un producto valioso con diversas aplicaciones potenciales para abordar problemas ambientales (Prochnow et al., 2024). Como consta de la Conferencia Earth and Environmental Science, en Muchammad et al., (2025), derivado de las soluciones de investigaciones e innovación en materiales sostenibles, se llama hidrocarbón, al producido a partir de biomasa mediante carbonización hidrotermal. Se ha consolidado como una solución versátil con potencial para diversas aplicaciones ambientales.

La biomasa cañera se refiere al uso de residuos de caña de azúcar y otros subproductos de la industria azucarera para generar electricidad. Es una forma de energía renovable que se utiliza en varios países a nivel mundial. A nivel global, el empleo de la biomasa cañera para generación eléctrica ha demostrado ser una alternativa sostenible y económica.

Países como Brasil, India, Tailandia, Australia y varios países de África han implementado programas exitosos de generación eléctrica a partir de biomasa cañera. Estos países aprovechan los residuos de la caña de azúcar, como los tallos y las hojas, para generar electricidad a través de procesos de combustión o gasificación.

En países tropicales como Tailandia y Brasil se ha estado utilizando la biomasa cañera como fuente de energía para generación eléctrica durante muchos años. La caña de azúcar es un cultivo muy común en Tailandia, y después de procesarla para obtener azúcar, los desechos orgánicos, como el bagazo de caña de azúcar, se utilizan para producir energía. El bagazo de caña de azúcar se utiliza como combustible en plantas de energía, en la actualidad, las plantas de producción de bioetanol en Tailandia se consideran un sistema de producción centralizado, ubicado predominantemente en zonas donde se concentran los cultivos convencionales (Jusakulvijit et al., 2021). Por otro lado, Brasil que ocupa el segundo lugar mundial en producción de bioetanol, el bagazo representa entre el 30 % y el 34 % del peso de la caña de azúcar procesada. Actualmente, la mayor parte del bagazo se quema para producir bioelectricidad, siendo responsable de aproximadamente el 9 % de la electricidad producida en Brasil (Rossi et al., 2021).

La generación eléctrica a partir de biomasa cañera tiene varios beneficios. En primer lugar, reduce la dependencia de fuentes de energía no renovables, como el carbón y el gas natural. Además, reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, ya que la quema de biomasa es neutra en cuanto a carbono, es decir, no añade carbono adicional a la atmósfera. Al mismo tiempo se produce la bioenergía a partir de biomasa agrícola y diversas especies de cultivos, que pueden clasificarse en tres generaciones, siendo la primera generación la que comprende la producción de biocombustibles a partir de cultivos alimentarios comestibles como la caña de azúcar, la remolacha azucarera, el sorgo, el maíz, el trigo, la cebada, la colza, el girasol y la canola (Nagarajan et al., 2025). Sin embargo, también existen desafíos asociados con el empleo de la biomasa cañera para generación eléctrica. Uno de ellos es la disponibilidad del bagazo de caña, ya que su utilización también compite con otros usos, como la producción de papel y la fabricación de productos químicos. Además, es necesario invertir en tecnologías más eficientes y limpias para maximizar el rendimiento y reducir las emisiones de la generación eléctrica a partir de biomasa cañera (Tsiropoulos et al., 2014).

Los centros de investigación que se dedican al tema de energía deben prestar atención a la dinámica de patentamiento en el mundo sobre la temática energética empleando fuentes renovables. Por ello el objetivo de esta pesquisa es evaluar las soluciones ofrecidas en la literatura de patentes para su posible empleo en generación eléctrica empleando biomasa cañera.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La base de datos de patentes seleccionada para el estudio fue Patenscope que es de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y que es un recurso para búsquedas a escala mundial que permite acceder a la información sobre patentes de diferentes países. Con independencia del idioma seleccionado para la búsqueda, se pueden encontrar documentos pertinentes en más de una docena de idiomas. A esta base tributan colecciones tanto nacionales como internacionales.

Se determinó conformar una estrategia que cubriese el mayor número de patentes sobre

la temática en cuestión. Se empleó una búsqueda avanzada que relacionase los términos seleccionados en el campo reivindicación en inglés (English claim: EN_CL). Se emplearon además técnicas de truncamientos de palabras donde fuese pertinente y anidamiento entre paréntesis para mayor precisión. Se unió todo a través de operadores boléanos (AND y OR). El operador OR para relacionar sinónimos y poder alcanzar mayor cantidad de documentos.

La estrategia final quedó con la siguiente estructura:

EN_CL:biomass AND ((EN_CL:sugar AND EN_CL:cane) OR EN_CL:sugarcane) AND (((EN_CL:generation) OR (EN_CL: production)) AND (EN_CL:energy OR EN_CL:electric*))

Medición: indicadores

Se emplean técnicas para el análisis y visualización de datos que provee la misma base de datos en sus resultados.

Se extraen un grupo de indicadores patentométricos, cuya base es principalmente cuantitativa, establecida por recuentos estadísticos y conteos de frecuencia. Además de introducir un significativo número de indicadores que relacionan dos o más variables.

La producción cuantitativa de patentes se mide por indicadores seleccionados, tales como cantidad de patentes por años, países, solicitantes e inventores líderes, clasificaciones de la CIP (Clasificación Internacional de Patentes) con más solicitudes.

La dimensión cualitativa se estudió a través de un conjunto de indicadores de impacto: Patentes con más citas, las cuales generalmente son documentos fundamentales de esa tecnología.

Se recuperaron para su procesamiento un total de 230 documentos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. *Dinámica de patentamiento en el tiempo*

La cantidad de patentes registradas por una empresa por años a nivel mundial (Figura 1) proporciona información sobre la actividad de innovación y desarrollo tecnológico de la empresa a lo largo del tiempo.

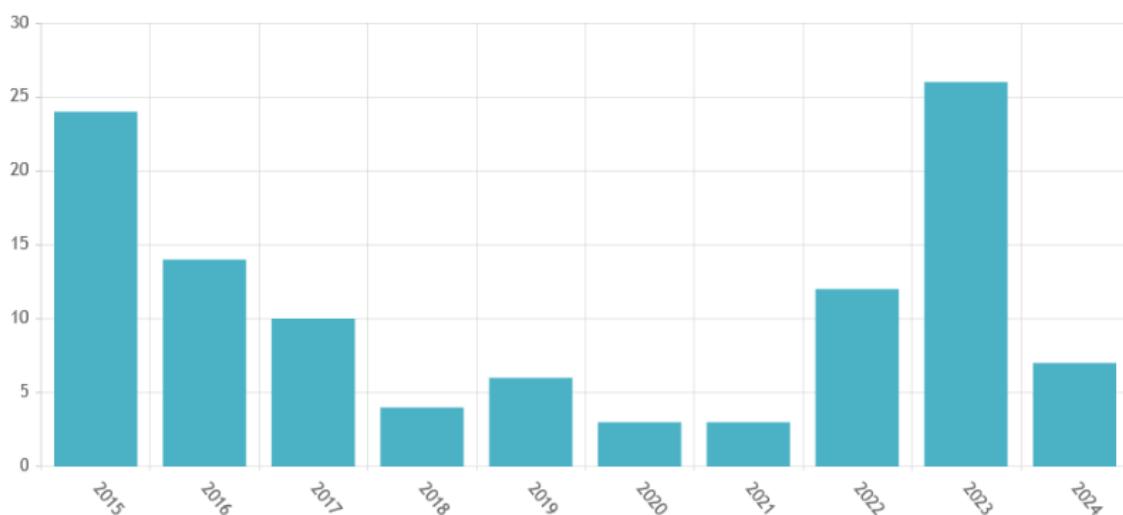


Figura 1. Cantidad de patentes por año

Fuente: Elaboración propia con datos de Patentscope

Se pueden extraer de esta información el nivel de inversión en investigación y desarrollo. Una mayor cantidad de patentes registradas indica que la empresa ha invertido recursos significativos en la generación de conocimiento y desarrollo de nuevos productos o tecnologías. Esto puede reflejar una estrategia de innovación y apertura hacia la adquisición de nuevos conocimientos para mantenerse competitivo en el mercado. También indica la capacidad de innovación. La cantidad de patentes también puede ser un indicador de la capacidad de la empresa para generar ideas novedosas y traducirlas en productos o tecnologías comercializables. Una empresa con una gran cantidad de patentes registradas demuestra un enfoque proactivo hacia la generación de nueva propiedad intelectual y su monetización.

Se aprecia de la Figura 1 que existe una cantidad significativa de solicitudes en los últimos años lo cual evidencia interés en la temática y su actualidad. Los años con mayor cantidad de solicitudes son 2023 por encima de las 25 solicitudes y en el 2015 con unas 24.

3.2. Empresas líderes en solicitudes de patentes

El indicador de empresas líderes en solicitudes de patentes (figura 2) ofrece información valiosa sobre las tendencias y avances tecnológicos en diferentes sectores de la industria. Por ejemplo, da una idea sobre innovación y desarrollo tecnológico. Las empresas líderes en solicitudes de patentes suelen ser las más innovadoras en sus respectivos campos. Al analizar sus solicitudes de patentes, se puede obtener información sobre los últimos avances y tendencias tecnológicas en áreas como la inteligencia artificial, la biotecnología, la nanotecnología, la energía renovable, entre otros.

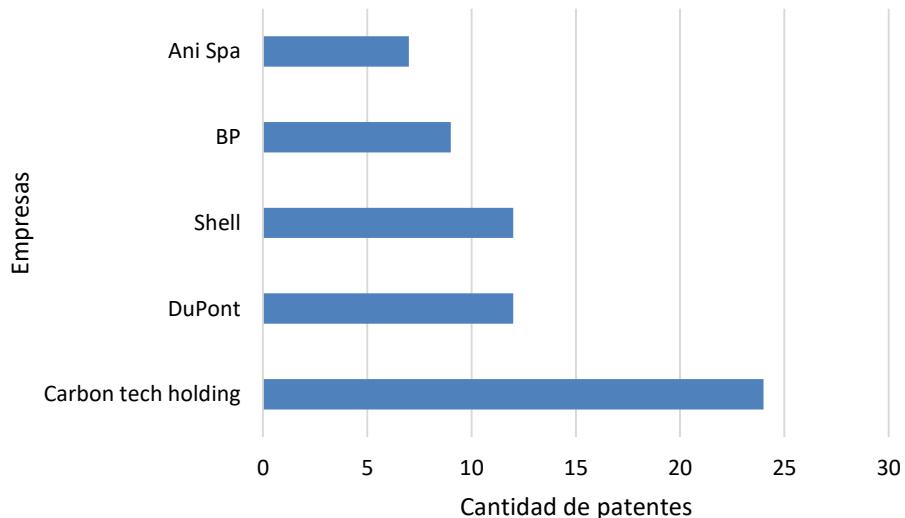


Figura 2. Entidades líderes en solicitudes de patente

Fuente: Elaboración propia con datos de Patentscope

Aporta información sobre la atención a la protección de la propiedad intelectual. Las solicitudes de patentes son una forma de proteger la propiedad intelectual de una empresa. Al observar la cantidad de solicitudes de patentes presentadas por una empresa líder, se puede inferir el nivel de inversión y los esfuerzos que dedican a proteger sus innovaciones.

También el esfuerzo en investigación y desarrollo. Las empresas que presentan numerosas solicitudes de patentes suelen invertir considerablemente en investigación y desarrollo, lo que indica una empresa enfocada en la generación de conocimientos y en el desarrollo de nuevas soluciones.

La competitividad de la entidad se refleja por este indicador. El número y la calidad de las solicitudes de patentes presentadas por una empresa también puede ser un indicador de su posición competitiva en el mercado. Las empresas líderes en solicitudes de patentes suelen tener una ventaja competitiva en términos de tecnología y capacidad de innovación.

Las entidades con más solicitudes son Carbon Tech Holding LLC con 24 solicitudes. Esta empresa norteamericana se especializa en tecnología que convierte la biomasa en combustibles de hidrocarburos, productos químicos y biocarbono, una enmienda del suelo que ahorra agua y fertilizantes. Le sigue en cantidad de solicitudes Du Pont (12), una empresa multinacional de origen estadounidense, dedicada fundamentalmente a varias ramas industriales de la química, siendo una de las más grandes empresas de química del planeta. Además, se observa la presencia de grandes empresas petroleras como Shell (12) y British Petroleum (BP) con nueve. La cantidad de patentes por entidad se corresponde con la actividad innovadora que desarrolla (Sifontes & Morales, 2014).

3.3. Países líderes en solicitudes de patentes

Los países líderes en solicitudes de patentes en una determinada tecnología pueden proporcionar información valiosa sobre el desarrollo y la innovación en ese campo.

Un alto número de solicitudes puede indicar un mayor desarrollo y nivel de actividad en ese campo. El número de patentes presentadas por empresas y personas de un país indica de la importancia que se le ha dado como política a la temática, como puede ser impulsada por políticas ecológicas.

En el empleo de biomasa cañera para generación de energía se destacan de este estudio países como Estados Unidos (52), la India (23), Canadá (8) y Australia (4).

Este indicador habla de la distribución geográfica. La distribución geográfica de las solicitudes de patentes puede revelar qué regiones del mundo están liderando el desarrollo de una tecnología en particular. Esto puede ser útil para identificar los centros de investigación y desarrollo más importantes y las áreas con mayor inversión en ese campo.

Los países líderes en solicitudes de patentes pueden revelar qué empresas están a la vanguardia en el desarrollo de esa tecnología. Esto puede ayudar a identificar a los principales actores en el mercado y su nivel de inversión en investigación y desarrollo.

Este indicador da un primer acercamiento a las fortalezas y debilidades en términos de investigación y desarrollo en una tecnología específica. Esto puede proporcionar información sobre los puntos fuertes de un país y los desafíos que enfrentan en ese campo.

3.4. Tendencias tecnológicas en el registro de patentes dado por la clasificación cooperativa de patentes (CPC)

Las clasificaciones de patentes con más registros (Figura 3) brindan información sobre las áreas o sectores tecnológicos que han generado un mayor número de invenciones y solicitudes de protección. Esto puede indicar el nivel de actividad e innovación en

determinados campos, así como la importancia y relevancia de estos avances en la sociedad.

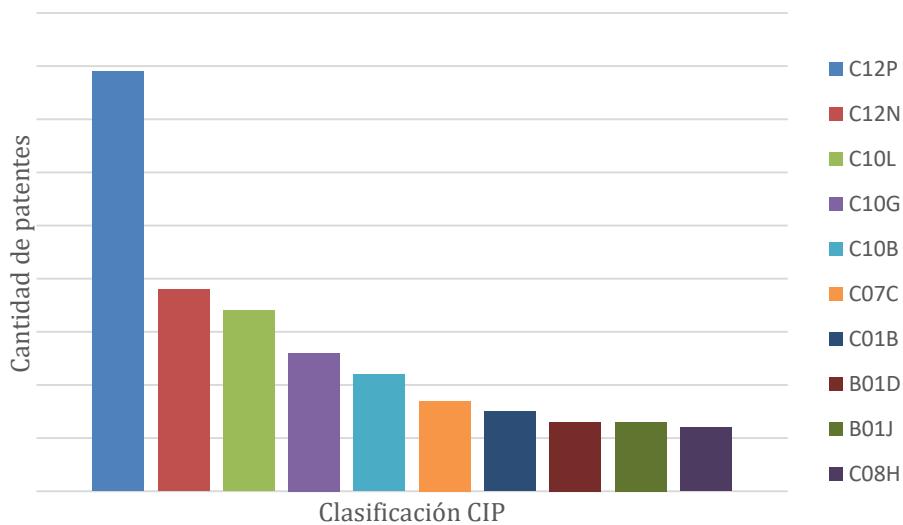


Figura 3. Clasificaciones de patentes con más registros

Fuente: Elaboración propia con datos de Patentscope

Para mejor entendimiento y facilitar el estudio se inserta la descripción de las principales clasificaciones (tendencias tecnológicas) con más solicitudes en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de las tendencias con más solicitudes

Fuente: Elaboración propia con datos de Patentscope

Clasificación CPC	Descripción
C12P	Procesos de fermentación o procesos que utilizan enzimas para la síntesis de un compuesto químico dado
C12N	Microorganismos o enzimas; composiciones que los contienen; propagación, cultivo o conservación de microorganismos; técnicas de mutación o de ingeniería genética; medios de cultivo
C10L	Combustibles no previstos en otros lugares; Gas natural; Gas natural de síntesis obtenido por procedimientos no previstos en las subclases C10G O C10K; Gas de petróleo licuado; Uso de aditivos para combustibles o fuegos; Generadores de fuego
C10G	Cracking de los aceites de hidrocarburos; Producción de mezclas de hidrocarburos líquidos
C10B	Destilación destructiva, especialmente adaptada para materias primas sólidas particulares o materias primas sólidas en forma especial, carbonización húmeda de turba de la producción de material que contiene celulosa de ácido pirolignado

3.5. Patentes más citadas por otras patentes

Las patentes más citadas en la descripción de otras patentes indican la importancia de esas patentes en el desarrollo tecnológico. Estas patentes suelen ser las que han establecido las bases para nuevas tecnologías o han sido utilizadas por otros inventores para mejorar sus

propias invenciones. Según plantea Díaz & de Moya, (2008) son invenciones fundamentales en desarrollo de una tecnología.

En concreto, las patentes más citadas pueden ser indicador de innovación, es que otras patentes la han tomado como base para el desarrollo y la introducción de nuevas ideas o tecnologías. También pueden ser considerados como indicadores de impacto, puesto que suelen haber contribuido a dar un impulso significativo en el desarrollo tecnológico de determinada rama, siendo las más importantes para un campo tecnológico concreto.

Específicamente, las patentes más citadas bajo esta estrategia se relacionan en la tabla 2.

Tabla 2. Patentes más citadas

Fuente: Elaboración propia con datos de Patentscope

Patentes	Veces que se cita	Título de la patente
US20060265954A1	35	Gasification
EP 1687390B1	26	Catalitic gasification

Las patentes se citan en la descripción de otras patentes por diferentes motivos. En algunos casos, las citas se utilizan para establecer el estado de la técnica, es decir, para demostrar que la invención descrita en la patente no es nueva. En otros casos, las citas se utilizan para describir la tecnología relacionada con la invención descrita en la patente. Y en otros casos, las citas se utilizan para reconocer la contribución de otros inventores al desarrollo tecnológico.

El análisis de las patentes más citadas puede ser una herramienta valiosa para comprender la evolución de la tecnología. Este análisis puede ayudar a identificar las tendencias tecnológicas, a evaluar el impacto de las innovaciones y a identificar las oportunidades de investigación y desarrollo.

4. CONCLUSIONES

1. El estudio de patentes involucra la visualización de gran cantidad de soluciones ofrecidas a nivel mundial sobre la generación de energía a partir de biomasa cañera, con su procesamiento estadístico se pueden obtener varios indicadores patentométricos ventajosos para vigilancia tecnológica y prospectiva. También se identifican documentos valiosos para toma de decisiones sobre inversiones y actividades de innovación tecnológica.
2. En el tema de generación de energía se ha podido constatar la gran cantidad de soluciones que se han ofrecido en diferentes partes del mundo y que pueden ser asimilables par la industria cubana. Siendo las más cercanas al contexto cubano los de procesos de fermentación y los que emplean microrganismos o enzimas.

REFERENCIAS

de Oliveira, M. N., Mosquera, L. R., Martins, P. H. d. S., Serrano, A. L. M., Bispo, G. D., Vergara, G. F., Saiki, G. M., Neumann, C., & Gonçalves, V. P. (2024). Tracking Biofuel Innovation: A Graph-Based Analysis of Sustainable Aviation Fuel Patents. *Energies*, 17(15), 3683. <https://doi.org/10.3390/en17153683>

- Díaz, M., & de Moya, F. (2008). El análisis de patentes como estrategia para la toma de decisiones innovadoras. *Profesional de la información*, 17(3), 293-302. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2580583>
- Jusakulvijit, P., Bezama, A., & Thrän, D. (2021). The availability and assessment of potential agricultural residues for the regional development of second-generation bioethanol in Thailand. *Waste and Biomass Valorization*, 12(11), 6091-6118. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12649-021-01424-y.pdf>
- Muchammad, T., Afkar, K., Widiyanti, A., Rosyidah, E., Hamidah, L., Fitrianah, L., & Rahmayanti, A. (2025). Recent Developments in Biomass-Derived Hydrochar Patents for Enhanced Environmental Applications. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1448, 012012. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1448/1/012012>
- Nagarajan, D., Veeraraj, S. D., Jasmin, A., Suresh, A., Palanisamy, A., Govindarajan, P. L., & Rajendran, K. (2025). Economics, Intellectual Property, and Environmental Aspects of Bioenergy and Their Commercial Utilization. In: Singhal, R.K., Indu, El Sabagh, A., Dwivedi, K.K. (eds) Forage Crops in the Bioenergy Revolution. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-96-2536-9_19
- Prochnow, F. D., Cavali, M., Dresch, A. P., Belli, I. M., Libardi, N. J., & de Castilhos, A. B. (2024). Biocarbón: del laboratorio a la escala industrial: una visión general de los avances científicos e industriales, las oportunidades en el contexto brasileño y las contribuciones al desarrollo sostenible. *Processes*, 12(5), 1006. <https://doi.org/10.3390/pr12051006>
- Romero, J. D. (2021). Panorama tecnológico colombiano: una aproximación desde las solicitudes de patentes en Colombia entre los años 2000 y 2018. *Revista Científica*, 40(1), 89-101. <https://doi.org/10.14483/23448350.16929>
- Rosas, F. E., Pozzan, R., Martínez, W. J., Letti, L. A. J., de Mattos, P. B. G., Ramos, L. C., Spinillo, G., Amaro, G., dos S. Costa, G., Porto, L., & Soccol, C. R. (2025). Enzymes produced by the genus aspergillus integrated into the biofuels industry using sustainable raw materials. *Fermentation*, 11(2), 62. <https://doi.org/10.3390/fermentation11020062>
- Rossi, L. M., Gallo, J. M. R., Mattoso, L. H., Buckeridge, M. S., Licence, P., & Allen, D. T. (2021). Ethanol from sugarcane and the Brazilian biomass-based energy and chemicals sector. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 9(1), 4293-4295. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acssuschemeng.1c01678>
- Sifontes, D. A., & Morales, R. M. (2014). La Actividad innovadora por género en América Latina: un estudio de patentes. *Revista Brasileira de Inovação*, 13(1), 163–186. <https://doi.org/10.20396/rbi.v13i1.8649075>
- Silva, S. O., Mafra, A. K. C., Pelissari, F. M., Rodrigues de Lemos, L., & Molina, G. (2025). Biotecnología en la agroindustria: valorización de residuos agrícolas, subproductos y prácticas sostenibles. *Microorganisms*, 13, 1789. <https://doi.org/10.3390/microorganisms13081789>
- Suárez, M., Merritt, H., Oyoque, G., Estrella, D. P., Oregel, E., & Arias, S. (2025). Valorización sostenible de la vinaza de la industria del tequila: una revisión de patentes sobre tecnologías impulsadas por la bioeconomía. *Agronomía*, 15, 1567. <https://doi.org/10.3390/agronomy15071567>

- Tsiropoulos, I., Faaij, A. P., Seabra, J. E., Lundquist, L., Schenker, U., Brøis, J. F., & Patel, M. K. (2014). Life cycle assessment of sugarcane ethanol production in India in comparison to Brazil. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 19(5), 1049-1067. <https://doi.org/10.1007/s11367-014-0714-5>
- Zuñiga, M., Pérez, C. J., & García, M. (2016). Retos de los académicos en la producción de conocimiento en las universidades públicas estatales de México. *Revista Eletrônica Pesquiseduca*, 8(16), 295-315. <https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/623>

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- Dr.C. Odonel González Cabrera. Conceptualización, conservación de datos, metodología, visualización, redacción - primera redacción.
- M.Sc. Taimi Ruiz Pérez. Redacción - revisión y edición.