

Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva VTIC en patentes para fabricación de Pelét y briquetas

Como se ha visto Colombia ha establecido su objetivo de reemplazar la energía basada en combustibles fósiles por energías renovables. Para ello, la investigación y el desarrollo (I+D) en el sector de las energías renovables debe realizarse de forma masiva y debe estar bien planificada. Sin embargo, hay instituciones a nivel mundial que realizan investigación sin una dirección clara y se superponen.

La investigación de patentes como un proceso de la Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva -VITC, puede ser una solución para el problema que puede desentrañar patrones y tendencias ocultos en lo que el investigador inventó a nivel mundial (Hendrix et al., 2016).

El desarrollo del uso de patentes como base de datos de tecnología de origen se convierte en un gran tema de discusión y puede generar muchos beneficios potenciales de la demanda del mercado, especialmente de la diversificación de productos. En comparación con otras fuentes de información, las patentes suelen considerarse la mejor fuente para el reconocimiento oportuno de los cambios tecnológicos.

Se supone que las esferas tecnológicas con altas tasas de crecimiento relativo de patentes serán más atractivos en el futuro que aquellas esferas con bajo crecimiento relativo de patentes (Hendrix et al., 2016).

Investigaciones como la realizada por (Hendrix et al., 2016) demuestran como el estudio de patentes logra llegar a análisis de inteligencia que permitan identificar dificultades en productos de peletización como por ejemplo el de residuos de racimos de fruta vacíos en Indonesia identifico que

el mercado local presenta problemas con los métodos realizados actualmente y que requiere mejoras en el proceso.

Además, identificó como el mercado de Japón y China investigan en patentes relacionadas en peletización del material y que la investigación es más fuerte en estos países.

De acuerdo con el informe de (Awake Intelligence, 2023) la investigación de patentes a nivel mundial en temas de biocombustibles en forma de Pelét se han incrementado las investigaciones a lo largo de los años como se aprecia en la Figura 1 desde 1966 a 2023 en donde se aprecia que la tecnología empezó a estudiarse desde el año 2003 con 20 patentes y a partir de allí incrementándose teniendo su pico en el 2011 con alrededor de 190 patentes desarrolladas en ese año. Como conclusión se observa que se han desarrollado 2186 con respecto al tema hasta el año 2023.

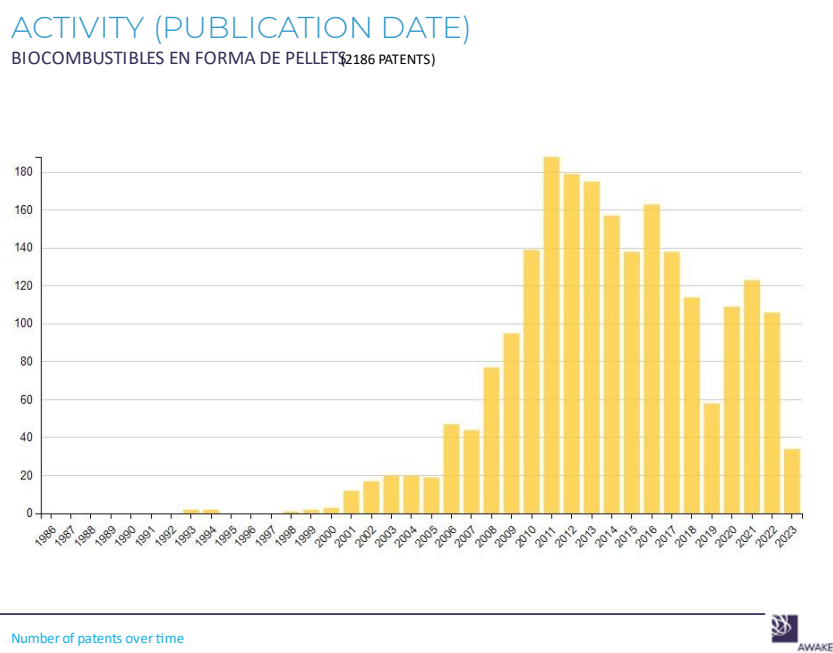
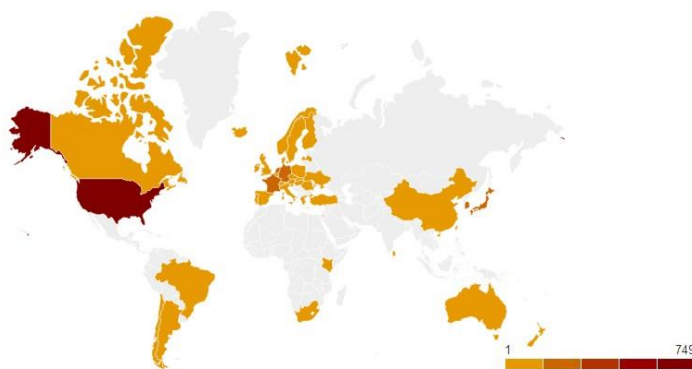


Figura 1. Publicación de Patentes de Biomasa a lo largo de los años 1966 – 2023.

Awake Intelligence , 2023.

El uso de Pelét ha tomado más fuerza a nivel mundial, transformando el concepto de combustibles fósiles para la generación de energía, lo cual ha logrado una mayor participación de la biomasa. Como se muestra en la Figura 2 en América del Norte se ha marcado un hito en el uso de este, donde se han sumado países como Australia y Brasil.

COUNTRY (APPLICANT)
BIOCOMBUSTIBLES EN FORMA DE PELLETS (2186 PATENTS)



Where are the patents, applicants or inventors located



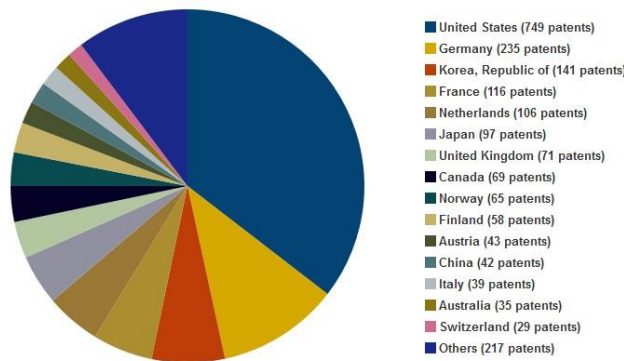
Figura 2. Aplicación de vigilancia tecnológica de patente de biocombustible Pelét por países, Awake Intelligence. 2023

La importancia de las patentes es vital en el desarrollo de proyectos, permitiendo alimentar la base de datos y es punto de partida para otros investigadores en la materia. Por esto, la importancia de que el conocimiento generado en las investigaciones sea reconocido y patentado.

Como se muestra en la figura 8 países como Estados Unidos (749 patentes), Alemania (235 patentes) o la República de Corea (141 patentes), han realizado avances en importantes en el desarrollo de la biomasa a través de la peletización.

COUNTRY (APPLICANT)

BIOCOMBUSTIBLES EN FORMA DE PELLET (2186 PATENTS)



Where are the patents, applicants or inventors located



Figura 3 Cantidad de Patentes de Pelét por países. Awake Intelligence, 2023

6.1 Fase 1. Identificar los conceptos de la vigilancia tecnológica

Para llevar a cabo esta etapa, se adoptó la metodología AENOR 166006:2018, enfocándonos especialmente en las áreas de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, los cuales se ampliaron en el Capítulo 4 Marco teórico, donde se presenta la información de los hallazgos teóricos, por la cual se definieron los conceptos clave para la estructuración del proceso a seguir.

Para ampliar la búsqueda se emitieron comunicados a entidades gubernamentales como el Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ecopetrol, Fedemaderas y la UPME con el objetivo de obtener información sobre el estado actual de la densificación y peletización de la biomasa en Colombia.

En el desarrollo práctico de las acciones, se realizó una revisión exhaustiva de la literatura expuesta en el marco teórico de este documento. Identificando elementos cruciales para el logro del objetivo central de esta tesis, que se centra en la evaluación de la potencialidad del uso de biomasa, en general, para la producción de combustibles densificados, como es el caso de los pélets.

Estos pélets presentan características esenciales que merecen un análisis detenido, tales como sus aplicaciones y los sectores potenciales y emergentes de estos combustibles, los países productores y los países demandantes. Asimismo, es crucial examinar la materia prima para la elaboración de estos biocombustibles, que puede provenir de residuos urbanos, maderables, industriales y agrícolas.

Existen diversos métodos para el proceso de elaboración de los biocombustibles, que van desde la densificación directa hasta procesos más complejos como la torrefacción, explosión de vapor, carbonización hidrotermal y tratamiento biológico. Cada uno de estos procesos presenta ventajas en cuanto a la generación de volumen de material procesado (rendimiento).

Adicionalmente, es imperativo destacar las ventajas asociadas a la calidad de los pélets, el uso eficiente de energía, la reducción de la humedad, el mejoramiento de la infraestructura, la resistencia del pélet, la reducción del contenido de cenizas, la disminución de óxidos de carbono, entre otros aspectos.

Finalmente, se observa que los pélets producidos pueden ser clasificados según su calidad para uso industrial o no industrial, proporcionando una visión completa de su potencial y aplicaciones en distintos contextos.

6.2 Fase 2. Determinación de los elementos críticos de la vigilancia tecnológica

Desde la búsqueda se estructuraron preguntas orientadoras y palabras claves para realizar una refinación.

No	Preguntas orientadoras	Palabras claves de búsqueda	búsqueda final	Fuentes de información
1	Cuál es la demanda y el mercado de pélets en el mundo en que sector y cuál es su proyección de consumos y escenarios	Pélet, biomasa, energía, demanda, mercado, proyección	Sciencedirect: "pellet" and "biomass" and "energy" and "bioenergy" and "fuel" and "demand" Google Academic: biomass AND pellet AND energy AND demand AND "production" AND bioenergy AND country	Bases de datos científicas: Scopus (Science Direct, Elsevier) Springerlink, Scielo, Google Academic, Lens Patentes: patentscope, Lens
2	Exploración de plantas y tecnologías de producción de pélets en el mundo para atender el mercado	pélet, biomasa, energía, tecnología, producción, oferta	Science direct: Biomass AND Technology AND Pellet AND Energy AND Densification	Bases de datos científicas: Scopus (Science Direct, Elsevier) Springerlink, Scielo, Google Academic, patentscope Patentes: patentscope,
3	Costos de producción de biomasa para atender la demanda Costos del sistema de peletización	Pélet, biomasa, energía, costo, producción, tecnología	Sciencedirect: biomass and energy and cost and production and Densification	Bases de datos científicas: Scopus (Science Direct, Elsevier) Springerlink, Scielo, Google Academic, patentscope Patentes: patentscope,
4	Que escala de producción consumo de pelets comercial existe para atender la demanda	Pélet, biomasa, volumen de producción	Sciencedirect: "pellet" AND "biomass" AND "energy" AND "production" AND "densification" AND "material" AND "scale"	Bases de datos científicas: Scopus (Science Direct, Elsevier) Springerlink, Scielo,

No	Preguntas orientadoras	Palabras claves de búsqueda	búsqueda final	Fuentes de información
				Google Academic, patentscope Patentes: patentscope,
5	¿Cuáles son las principales materias primas utilizadas para producción de pelets? Disponibilidad de biomasa en cantidad y calidad	Biomasa, pélets, energía, materia prima, disponibilidad, oferta, fuente	Sciencedirect: "pellet" AND "biomass" AND "energy" AND "production" AND "densification" AND "material"	Bases de datos científicas: Scopus (Science Direct, Elsevier) Springerlink, Scielo, Google Academic, patentscope Patentes: patentscope,
6	En qué grado de adopción se encuentra la tecnología de peletización	Biomasa, pélets, energía, tecnología, adopción, madurez y optimización	Lens.org: (Title: (Pelle*) OR (Abstract: (Pelle*) OR Claims: (Pelle*))) AND ((Title: (Biomass) OR (Abstract: (Biomass) OR Claims: (Biomass))) AND ((Title: (Energ*) OR (Abstract: (Energ*) OR Claims: (Energ*))) AND (Title: (Technolo*) OR (Abstract: (Technolo*) OR Claims: (Technolo*)))))	Lens.org, TIM Analytics, PatentScope

Tabla 1. Preguntas Orientadoras y Palabras Claves Búsqueda. Fuente: Adoptado por autores.

6.3 Fase 3. Desarrollar el proceso de vigilancia tecnológica que identifique las variables de importancia para la investigación y que dé respuesta a los objetivos.

Con el fin de iniciar con la labor de la vigilancia competitiva, teniendo en cuenta las variables identificadas y dar respuesta a las preguntas orientadores y a los objetivos de la

investigación, se diseñaron unas herramientas de captura de información relevante que incluyo lo siguiente:

- a) Uso del software Zotero para guardar, organizar y gestionar la bibliografía consultada de artículos, patentes, libros, investigaciones y otros relevantes para la vigilancia
- b) Se utilizo la herramienta de Excel 365 con el fin de ubicar la información relevante de tipo cualitativa y cuantitativa para organizar los datos y evaluar la información.
- c) Los aplicativos Lens.org y TIM Analytics, utilizan algoritmos avanzados que les permite realizar graficas estadísticas con las palabras claves, ubicación de países, autores, compañías que son las dueñas de las patentes y poder efectuar análisis de la información.

6.4 Fase 4. Análisis de la información y realización de la Inteligencia competitiva IC.

En esta fase se dará respuesta a la preguntas orientadoras planteadas en la fase anterior.

Vigilancia de la Demanda y Proyección

La demanda de los pelets va en aumento acentuado con los incentivos dados por el gobierno donde se establecen regulaciones, políticas y etiquetas de calidad locales en el uso del combustible sustituto. [65] con un gran desarrollo en el Centro y Sur de Europa.

País	Producción	Consumo	Uso	Novedades
Suecia	1.600.000	1.670.000	60% usado en centrales eléctricas, calefacción urbana, calderas	El gobierno impuso impuesto a los combustibles fósiles de CO2 (59%), incentivando el uso de biocombustibles en
	Ton/año (2006)	Ton/año (2006)	industriales, plantas combinadas de energía y calor o casas privadas.	comparación de carbón o gas. La inversión de la empresa eléctrica (Stockholm Energy) en la planta de pélets para cubrir sus necesidades.

País	Producción	Consumo	Uso	Novedades
Alemania	550.000	4200.000	Calefacción	Su demanda ha crecido con el aumento de los precios del petróleo y gas, junto con las tasas de apoyo del gobierno aumentando el fondo presupuestal.
	Ton/año	Ton/año		
Austria	600.000			Incentivado por tener varios actores en el mercado, subsidios y estándares de calidad.
	Ton/año			
Grecia	87.000	11.100	Calderas Industriales	Biomasa es de origen agrícola (hojas, granos, cascara, paja, tallos, cascarilla de arroz)
	Ton/año	Ton/año		

Tabla 2. Resultados de la Vigilancia de la Demanda y Proyección

El mercado del Pellet ha ido en crecimiento al igual que su valorización, por lo que se estima que para el año 2022 su valor se encuentren en 6.5 Mil Millones de USD, estimándose un crecimiento de en 6,9 Mil Millones de USD en el 2023 a 10.5 Mil Millones de USD para el año 2032 [66]

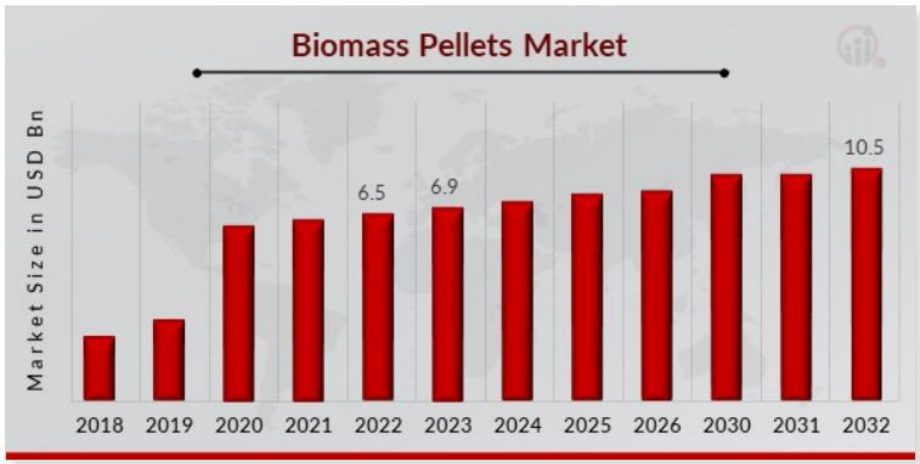


Figura 4 Tamaño del mercado de Pélet en M Millones de USD Fuente [66]

Resultados de la vigilancia de la tecnología de densificación de biomasa

Existen varios tipos de tecnología de densificación que se ofrecen para producir combustibles de biomasa sólida. Las briquetas o pellets se pueden utilizar directamente para fines domésticos, industriales y también para generación de energía. La densificación de la aplicación de residuos de

biomasa tiene diferentes clasificaciones y produce diferentes formas y tamaños de briquetas o pellets entre las tecnologías se encuentran:

Tipo de Tecnología	Técnica	Proceso	Ventaja	Desventaja	Fuente
Enlace frío	Uso de aglutinantes	Se usa para convertir partículas finas en briquetas con aglutinante, no utiliza calor, no ablanda la lignina, ni se funde la partícula	Ahorra costos de energía y es rentable. Se usa para hornos de fundición	Los aglutinantes constituyen hasta el 60% de los costos de los pellets y briquetas	67], [68]
Densificación mecánica	Densificación Mecánica: Hay 6 formas de lograr la densificación mecánica: fardos, pellets, cubos, briquetas, astillas de madera y discos. Hay dos pasos básicos de compactación: (i) prensado y (ii) extrusión, donde el prensado de partículas tiene lugar en un espacio confinado.	Prensa de Rodillo: Las prensas de rodillos tienen dos rodillos cilíndricos de dimensiones similares, que giran en sentido horario y antihorario sobre el mismo eje paralelo. Las partículas de biomasa se introducen en la prensa de rodillos y se las obliga a pasar a través del espacio desde la parte superior entre los rodillos, donde se presionan en una matriz para formar el producto densificado deseado.	Mantenimiento bajo	Degaste alto en las piezas.	67], [69]
			Briquetas adecuadas para gasificador, co-combustión, conversión bio química	Requiere de aglutinante No es posible la carbonización de la biomasa.	
				Baja presión Rendimiento (combustible biomasa) Moderado	
	Prensa manual:	Se clasifican en presan de pistón o de tornillo dependiendo de la técnica de prensado	Requieren de poco capital. Bajos costos de operación	• Baja presión. • Baja capacidad de producción (5 y 50 Kg/h)	67]
			Producción de pélets a pequeña escala. Para suplir la baja presión se debe agregar aglutinante.	• Los aglutinantes requieren de mayor estudio para incluirlo en la tecnología	

Tipo de Tecnología	Técnica	Proceso	Ventaja	Desventaja	Fuente
				<ul style="list-style-type: none"> • Los aglutinantes generan mayor costo 	
	Prensa de Pistón hidráulicas y mecánicas	Consta de un pistón y una matriz accionados por un accionamiento eléctrico o hidráulico. El granulo se forma cuando la biomasa se presiona/perfora en una matriz mediante un pistón alternativo (ariete) a altas presiones de compactación	Control preciso de presión y velocidad Menos desgaste	Costo mayor de capital e instalación. El mantenimiento es más complejo. Requieren de mayor energía.	[67]
	Pistones de accionamiento mecánico	Una prensa de pistón de accionamiento mecánico tiene fuerza de compresión de 200 Mpa	<p>Las prensas mecánicas suelen tener un costo inicial más bajo en comparación con las hidráulicas.</p> <p>Se usa para la producción a gran escala de briquetas de 200 a 2500 Kg/h.</p> <p>Menores costes operativos</p> <p>Menor demanda energética.</p> <p>Mejor rendimientos que las hidráulicas</p>	Mayor costos de mantenimiento con granulados de menor calidad	[67]
	Prensas hidráulicas de pistón	funcionan como prensas de pistón mecánicas, pero la energía del pistón es ejercida por un cilindro impulsado por sistema hidráulico	<p>Diseño simple requiere poco mantenimiento.</p> <p>Ofrecen control de la fuerza.</p> <p>Idóneo para gasificadores, co-combustón, conversión química</p>	Menor rendimiento comparado con las mecánicas (lentas)	[67], [70], [69].

Tipo de Tecnología	Técnica	Proceso	Ventaja	Desventaja	Fuente
Densificación de tornillos	De tornillos	Cuenta con una prensa tornillo y un molde hecho de acero dulce.	Se usa en gasificación y co-combustión de carbón.	Alto costo de mantenimiento el tornillo requiere	[67],
		Dispone de una matriz y un extrusor de tornillo, funciona alimentando continuamente la biomasa y esta empuja la biomasa por el troquel cilíndrico.	Tiene bajo costo de capital	reemplazo regular.	
			Produce menos ruido	Alta demanda energética.	
			Pélets carbonizados		
			Muy buen rendimiento		

Tabla 3. Resultados de la vigilancia de Densificación de la biomasa

Vigilancia de la Tecnología para la Peletización de biomasa Torrefactada:

Como tendencia en los últimos años se evidenció que la torrefacción es un proceso que mejora la calidad de la biomasa en estructura, densidad, capacidad calorífica, y porcentaje de humedad se ha utilizado como elemento para densificación para producción de pélets y briquetas, además porque se utiliza en combinación con otras fuentes de biomasas para la elaboración de combustibles sólidos renovables, como residuos orgánicos, residuos sólidos urbanos, lodos de aguas residuales.

Esta materia orgánica torrefactada, además disminuye la presión de los bosques y el uso del suelo ante los procesos de producción maderera, siendo una alternativa sostenible de carbono neutralidad y de gestión de los residuos sólidos.

Técnica	Proceso	Observaciones	Fuente
Técnica de la bandeja	Implica la alimentación de los materiales en la máquina, donde son comprimidos a		[69] [67]

Técnica		Proceso	Observaciones	Fuente
		través de una matriz o dado, y luego cortados a la longitud deseada. Los pellets resultantes emergen de la máquina listos para ser enfriados o recolectados.		
Densificación por Extrusión		Genera pellet mediante rodillos que fuerzan a la biomasa a formar masas cilíndricas que se cortan en tamaños manejables, requieren uso de aglutinantes.	Al usar aglutinantes pueden generar costos adicionales	[67]
Por Tambor		La peletización en tambor funciona como un horno giratorio, dónde un tambor giratorio inclinado empuja la biomasa y fomenta la aglomeración debido a las fuerzas giratorias. Utiliza tamices adjuntos para separar las partículas finas del producto de biomasa densificada	Forma menos gránulos que los otros dos anteriores métodos (extrusión y bandeja)	[67]

Tabla 4. Resultados de vigilancia de torrefacción y densificación.

Tecnología de Densificación de carbón mineral con biomasa

Los carbones de baja calidad representan casi la mitad de las reservas mundiales de carbón[71]. El lignito desempeña un papel cada vez más importante en el suministro de energía primaria en países en desarrollo como China [72]. Los carbones de lignito tienen un bajo poder calorífico y un alto contenido de humedad y oxígeno, alguno carbones de lignito presentan un alto contenido de cenizas y contenido de humedad (25-60%) [73] da como resultado un bajo poder calorífico, una baja eficiencia, un alto costo de transporte y altas emisiones de CO 2. El poder

calorífico del lignito se puede aumentar significativamente mediante el secado y briquetado. La fabricación de briquetas también puede disminuir la tendencia a la combustión espontánea del lignito [74].

Técnica	Proceso	Observaciones	Fuente
Densificación del carbón	Briquetas de lignito:	Propiedades	[75]
	sin ningún aglutinante	mecánicas mejoraron con	
	utilizando prensa hidráulica a	presión aumentada.	
	diferentes presiones y	Tamaño de	
	temperaturas. Utilizaron tallos	partícula entre 3 a 5 cm.	
	de maíz alcalinizados como	Briqueta con gran	
	aglutinante para briqueta carbón	desempeño en proceso de	
	de antracita	pirólisis.	
	Densificación de	Briquetas con alta	[75]
	carbón con aglutinante	resistencia mecánica y	
	compuesto hecho de paja de	menor temperatura de	
	maíz para fabricación de	ignición	
	briquetas de bajo rango con	bajo condiciones	
	tamaño de partícula de 0,5 mm a	optimizadas liberaron	
	2 m, utilizando máquina de	menor SO ₂ y NO	
	moldeo hidráulica		

Tabla 5. Vigilancia de la densificación de carbón lignito y peletización de biomasa

Tecnología de Co-Densificación: Materia prima secundaria generada por pretratamiento

Co-densificación: Es un proceso de densificación simultanea de diferentes materias primas para lograr una calidad prometedora del pellet, el punto es encontrar la formulación óptima para equilibrar costo y calidad [52].

Materia prima primaria: la cual lo constituyen principalmente los gránulos biológicos, generalmente de residuos agrícolas (paja, corteza, tallos, ramas, cáscaras, etc.), Sin embargo, también se presenta la materia prima secundaria: Es aquella generada por diversos pretratamientos, que se agregan al pélet con un contenido menor que la materia prima primaria, pero mayor que los aglutinantes. La materia prima secundaria como la biomasa pretratada como el biocarbón o desechos como lodos de tratamiento de aguas residuales y desechos de animales.

Esta materia prima secundaria, la cual ha tenido un interés creciente en los últimos años, no se puede incorporar de forma directa para la elaboración de combustibles sólidos como pellets o briquetas, sino que, deben contar con un proceso previo llamado co-densificación. Esto se logra mediante procesos o métodos en los cuales se destaca la torrefacción y la pirólisis rápida, que permita que se puedan densificar los combustibles y explorar la posibilidad de contar con varios tipos de combustibles renovables sólidos como los pélets, briquetas para también obtener, líquidos como gasolina, diésel y gas. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan los ejemplos de co-densificación y las técnicas:

Tipo de Tecnología	Técnica	Proceso	Ventaja	Desventaja	Fuente
Enlace frío	Uso de aglutinantes	Se usa para convertir partículas finas en briquetas con aglutinante, no utiliza calor, no ablanda la lignina, ni se funde la partícula	<ul style="list-style-type: none"> Ahorra costos de energía y es rentable. Se usa para hornos de fundición 	Los aglutinantes constituyen hasta el 60% de los costos de los pellets y briquetas	[67], [68]
Densificación mecánica	Densificación Mecánica: Hay 6 formas de lograr la densificación mecánica: fardos, pellets, cubos, briquetas, astillas de madera y discos. Hay dos pasos básicos de compactación: (i) prensado y (ii) extrusión, donde el prensado de partículas tiene lugar en un espacio confinado.	Prensa de Rodillo: Las prensas de rodillos tienen dos rodillos cilíndricos de dimensiones similares, que giran en sentido horario y antihorario sobre el mismo eje paralelo. Las partículas de biomasa se introducen en la prensa de rodillos y se las obliga a pasar a través del espacio desde la parte superior entre los rodillos, donde se presionan en una matriz para formar el producto densificado deseado.	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento bajo Briquetas adecuadas para gasificador, co-combustión, conversión bio química 	<ul style="list-style-type: none"> Degaste alto en las piezas. Requiere de aglutinante No es posible la carbonización de la biomasa. Baja presión Rendimiento (combustible biomasa) Moderado 	[67], [69]
		Prensa manual: Se clasifican en presan de pistón o de tornillo dependiendo de la técnica de prensado	<ul style="list-style-type: none"> Requieren de poco capital. Bajos costos de operación Producción de pélets a pequeña escala. Para suplir la baja presión se debe agregar aglutinante. 	Baja presión. Baja capacidad de producción (5 y 50 Kg/h) Los aglutinantes requieren de mayor	[67]

Tipo de Tecnología	Técnica	Proceso	Ventaja	Desventaja	Fuente
				estudio para incluirlo en la tecnología	
				Los aglutinantes generan mayor costo	
	Prensa de Pistón hidráulicas y mecánicas	Consta de un pistón y una matriz accionados por un accionamiento eléctrico o hidráulico. El granulo se forma cuando la biomasa se presiona/perfora en una matriz mediante un pistón alternativo (ariete) a altas presiones de compactación	<ul style="list-style-type: none"> Control preciso de presión y velocidad Menos desgaste 	<ul style="list-style-type: none"> Costo mayor de capital e instalación. El mantenimiento es más complejo. Requieren de mayor energía. 	[67]
	Pistones de accionamiento mecánico	Una prensa de pistón de accionamiento mecánico tiene fuerza de comprensión de 200 Mpa	<p>Las prensas mecánicas suelen tener un costo inicial más bajo en comparación con las hidráulicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> Se usa para la producción a gran escala de briquetas de 200 a 2500 Kg/h. Menores costes operativos Menor demanda energética. Mejor rendimientos que las hidráulicas 	Mayor costos de mantenimiento con granulados de menor calidad	[67]
	Prensas hidráulicas de pistón	funcionan como prensas de pistón mecánicas, pero la energía del pistón es ejercida por un cilindro impulsado por sistema hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> Diseño simple requiere poco mantenimiento. Ofrecen control de la fuerza. Idóneo para gasificadores, co-combustón, conversión química 	Menor rendimiento comparado con las mecánicas (lentas)	[67], [70], [69].
Densificación de tornillos	De tornillos	Cuenta con una prensa tornillo y un molde hecho de acero dulce.	<ul style="list-style-type: none"> Se usa en gasificación y co-combustión de carbón. 	Alto costo de mantenimiento	[67],

Tipo de Tecnología	Técnica	Proceso	Ventaja	Desventaja	Fuente
		Dispone de una matriz y un extrusor de tornillo, funciona alimentando continuamente la biomasa y esta empuja la biomasa por el troquel cilíndrico.	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene bajo costo de capital • Produce menos ruido • Pélets carbonizados Muy buen rendimiento	tornillo requiere reemplazo regular. Alta demanda energética.	

Tabla 6. Vigilancia de tecnologías de co-densificación de materia prima secundaria para peletización, Fuente: Autores, 2023

Costos de producción de biomasa para atender la demanda / Costos del sistema de peletización

En la producción de biocombustibles a partir de biomasa, se identifican diversos costos que atraviesan diferentes aspectos del proceso. Estos incluyen: [76]

1. **Costos de Materias Primas:**
 - Envolviendo los gastos asociados a la recolección de la materia prima.
 - Comprendiendo también los costos de transporte necesarios para llevar la biomasa al lugar de procesamiento. [76]
2. **Costos Laborales:**
 - Abordando los salarios destinados a los trabajadores encargados de la recolección de la materia prima.
 - Incluyendo los sueldos de aquellos que operan las instalaciones de conversión de biomasa. [76]
3. **Costos Fijos:**
 - Englobando una serie de aspectos, tales como:
 - Equipos necesarios para el proceso.
 - Edificaciones e instalaciones requeridas.
 - Gastos asociados al mantenimiento de equipos e instalaciones.
 - Desarrollo y mantenimiento de la red de distribución.
 - Gastos generales de la planta.

- Gastos administrativos.
- Pagos de intereses derivados de préstamos utilizados en el desarrollo del proyecto. [76]

Estos costos transversales reflejan la complejidad y la diversidad de los elementos involucrados en la producción de biocombustibles a partir de biomasa, proporcionando una visión más detallada de los diferentes aspectos financieros asociados a este proceso.

Tecnologías o patentes más utilizadas

Las patentes de las tecnologías fueron consultadas de tres fuentes que fueron Lens.org, TIM Analytics y PatentScope los resultados de la búsqueda se presentan a continuación en la siguiente tabla:

Base de datos	Búsquedas	Países que presentaron patentes	Compañía
Lens.org	83 Patentes	China, EE. UU., Canadá, Reino Unido	Carbon Technology Holdings, Biomass Energy Enhancement
TIM Analytics	27 Patentes	China, Japón Suiza, Rusia, Alemania, Italia y Francia	Hefei Yung, Greentech, Miyamae K.K., Yunun Fulung Wood.
Patentscope	0 patentes	Ninguna	Ninguna

Tabla 7. Vigilancia de patentes de tecnologías de peletizado

Las patentes que arroja el algoritmo de búsqueda se revisaron de acuerdo con la importancia de investigación tecnológica conforme con las palabras claves, así como a la relevancia que brinda el aplicativo por defecto a continuación se resaltan las patentes más importantes:

Título traducido	Resumen patente	fecha concesión	Fuente
Pellets de biomasa procesados a partir de materias primas que contienen carbono orgánico	Patente peletización a partir de una materia prima procesada que contiene carbono orgánico o materia prima secundaria que mejora la densidad energética	2017	[19]
Deshidratación de lodos y conversión de biosólidos en combustible renovable.	Proceso para convertir los biosólidos en carbón hidrófilo para convertirlo en combustible renovable viable para peletizar.	2011	[20]
Método para producir biocombustible mediante la conversión de un material polimérico fundido mezclado con fluido supercrítico	Producción de pelets mediante aguas con fluido supercrítico	Patent Aplicación, published 2023	[21]
Procesos y sistemas para producir biocoque en un reactor de interfaz	Producción de pelets mediante proceso intermedio en un reactor de interfaz cinético y el biocoque con material orgánico producir pellets de buena calidad	Patente pendiente publicada en 2023	[22]

Título traducido	Resumen patente	fecha concesión	Fuente
Pellets de biomasa procesados a partir de materias primas que contienen carbono orgánico	Patente peletización a partir de una materia prima procesada que contiene carbono orgánico o materia prima secundaria que mejora la densidad energética	2017	[19]
cinética y biocoque producido a partir del mismo.			
Gasificación sinérgica de biomasa activada con metano y dióxido de metano-carbono para la producción de gas de síntesis rico en hidrógeno	Pirolización de materia prima, obtención de gas y biocarbono, este último se peletiza	publicado 2023	[23]
Procesos y sistemas para recuperar carbono de líquidos de pirólisis de biomasa	método para fabricar un material con alto contenido de carbono fijado que comprende pirolizar biomasa para generar sólidos intermedios y un vapor de pirólisis; condensar el vapor de pirólisis para generar líquido de pirólisis y del proceso intermedio conseguir el biocarbón para peletizar	pendiente: Publicado en 2023	[24]

Título traducido	Resumen patente	fecha concesión	Fuente
Pellets de biomasa procesados a partir de materias primas que contienen carbono orgánico	Patente peletización a partir de una materia prima procesada que contiene carbono orgánico o materia prima secundaria que mejora la densidad energética	2017	[19]
La patente comprende: pirolizar una materia			
Producción de pellets de biocarbono con alto contenido de carbono fijo y reactividad optimizada, y pellets de biocarbono obtenidos a partir de los mismos	prima que contiene biomasa en un primer reactor de pirólisis para generar un primer reactivo biogénico y un vapor de pirólisis; introducir el vapor de pirólisis a una unidad de separación, para generar un precipitado de pirólisis en forma líquida o sólida; poner en contacto el primer reactivo biogénico con el precipitado de pirólisis, generando así un material intermedio; peletizar el material intermedio	pendiente: Publicado en 2023	[25]
La patente describe un combustible en			
Combustible de pellets de biomasa	pellets de biomasa. El combustible en pellets de biomasa se compone de las siguientes sustancias: del 10 al 20 % de bambú, del 50 al 60 % de madera, del 2 al 6 % de cáscara de arroz, del 10 al 15 % de estiércol de aves, del 8 al 12 % de aceite,	Patente descontinuada: 2015	[26]

Título traducido	Resumen patente	fecha concesión	Fuente
Pellets de biomasa procesados a partir de materias primas que contienen carbono orgánico	Patente peletización a partir de una materia prima procesada que contiene carbono orgánico o materia prima secundaria que mejora la densidad energética	2017	[19]
	del 6 al 10 % de polvo de ganga, de 1 a 2% de un fijador de azufre y de 0,5 a 1% de óxido de calcio.		
Fabricante de pellets	proceso mejorado de extrusión de matriz plana para la peletización de biomasa y un fabricante de pelets portátil para realizar dicho proceso, cuya construcción peculiar permite su implementación incluso a niveles domésticos, pero se caracteriza por un rendimiento uniforme de pelets de alta calidad para su uso como energía renovable. fuente de energía limpia	Pendiente: publicada en 2015	[27]
Proceso y aparato para fabricar un combustible torrefacto densificado.	producir un combustible superior a partir de biomasa torrefizando primero la biomasa y luego densificándola para hacer pellets, cubos o troncos con los pasos de: calentar la biomasa a una temperatura de 150-300 C y preferiblemente a 200-280 C en un dispositivo de calentamiento, y densificación de la biomasa torrefactada	Pendiente: Publicado 2002	[28]

Título traducido	Resumen patente	fecha concesión	Fuente
Pellets de biomasa procesados a partir de materias primas que contienen carbono orgánico	Patente peletización a partir de una materia prima procesada que contiene carbono orgánico o materia prima secundaria que mejora la densidad energética	2017	[19]
	resultante en un dispositivo que comprime la biomasa caliente para formar pellets, cubos o troncos		
Proceso de preparación de combustible de pellets de biomasa.	Según la invención, como materias primas principales se utilizan cáscaras de maní, paja, aserrín, cáscaras de arroz, cortezas y heno, el tamaño de partícula de las materias primas principales se establece en 2-5 mm, y se utiliza una cerámica porosa con una estructura porosa. Se utilizan cenizas como materiales auxiliares, de modo que el combustible en pellets de biomasa formado tenga una estructura porosa densa y pueda estar en pleno contacto con el oxígeno durante la combustión para proporcionar eficiencia de combustión	Patentado: 2019	[29]

Título traducido	Resumen patente	fecha concesión	Fuente
Pellets de biomasa procesados a partir de materias primas que contienen carbono orgánico	Patente peletización a partir de una materia prima procesada que contiene carbono orgánico o materia prima secundaria que mejora la densidad energética	2017	[19]
Dispositivo y proceso para producir combustible en pellets de alto poder calorífico mediante pirólisis a baja temperatura de residuos agrícolas	escribe un dispositivo y un proceso para producir un combustible en pellets de alto poder calorífico mediante pirólisis a baja temperatura de residuos agrícolas y forestales. El dispositivo comprende un horno de gasificación, un pulverizador de materia prima, un secador ciclónico de materia prima, un colector de polvo ciclónico, un separador gas-líquido, un purificador de adsorción catalítica, un ventilador de tiro inducido por gas combustible, un purificador de enjuague sellado con agua, un eyector, una válvula reguladora, un soplador de aire, un horno de pirólisis de baja temperatura con tambor en espiral de doble capa y un generador de combustible en pellets	Patentado: 2019	[30]

Título traducido	Resumen patente	fecha concesión	Fuente
Pellets de biomasa procesados a partir de materias primas que contienen carbono orgánico	Patente peletización a partir de una materia prima procesada que contiene carbono orgánico o materia prima secundaria que mejora la densidad energética	2017	[19]
Método de preparación de combustible de pellets de biomasa ecológico	Preparación de un combustible en pellets de biomasa respetuoso con el medio ambiente. El combustible de pellets de biomasa comprende astillas de madera, tallos de maíz, mazorcas de maíz, pajas de soja, cáscaras de arroz, cáscaras de nogal americano, cáscaras de maní, cáscaras de nueces de macadamia, cáscaras de avellanas, desechos de plátano, desechos de papa, cenizas vegetales, cenizas volantes, un aglutinante y aceite de cocina usado. Los componentes anteriores se procesan bajo condiciones de alta presión para formar gránulos cilíndricos	Patentado: 2018	[31]
Dispositivo de secado para el procesamiento de pellets de madera de paja.	Un dispositivo de secado para el procesamiento de pellets de madera de paja. El dispositivo de secado para el procesamiento de pellets de madera de paja comprende un mecanismo de transporte, un cilindro interior de secado, un motor giratorio, patas elevadoras, una base y un cilindro receptor de material; tiene un alambre resistivo calefactor y patas elevadoras están dispuestas en el extremo	Patentado 2018	[32]

Título traducido	Resumen patente	fecha concesión	Fuente
Pellets de biomasa procesados a partir de materias primas que contienen carbono orgánico	Patente peletización a partir de una materia prima procesada que contiene carbono orgánico o materia prima secundaria que mejora la densidad energética	2017	[19]
	inferior del cuerpo del dispositivo de secado.		
Máquina todo en uno de trituración y peletización de biomasa	una máquina todo en uno de trituración y peletización de biomasa, que comprende una abertura de alimentación. La abertura de alimentación está provista internamente de un dispositivo de expulsión, y una plataforma de alimentación y conectada a una malla de criba; un dispositivo de corte, y una cinta transportadora y se extiende hasta el triturador; y el conjunto de trituración se comunica con un conjunto de granulación a través de una abertura ciega	Patentado 2018	[33]
Materia prima para la preparación de combustible de pellets de biomasa de paja.	proporciona una materia prima para preparar combustible en pellets de biomasa de paja y pertenece a la tecnología de desarrollo y utilización de residuos agrícolas y ganaderos. La materia prima se prepara mezclando 20-30 % en peso de estiércol de	Patentado 2016	[34]

Título traducido	Resumen patente	fecha concesión	Fuente
Pellets de biomasa procesados a partir de materias primas que contienen carbono orgánico	Patente peletización a partir de una materia prima procesada que contiene carbono orgánico o materia prima secundaria que mejora la densidad energética	2017	[19]
	vaca y 70-80 % en peso de paja de cultivo, donde el estiércol de vaca contiene 15-25 % de agua y el tamaño de partícula no es superior a 4 mm; la paja del cultivo incluye paja de arroz, paja de trigo, paja de mijo, tallo de maíz, paja de leguminosas, tallo de sorgo, tallo de tabaco y tallo de girasol y contiene entre un 15 y un 20 % de agua		
Proceso para deshidratar y carbonizar combustible de pellets de biomasa.	El proceso comprende los siguientes pasos: (1) seleccionar y limpiar una materia prima de combustible de biomasa y realizar un tratamiento de secado al aire para controlar que el contenido de humedad del 15 al 20 por ciento; (2) cortar mecánicamente la materia prima del combustible en pellets de biomasa secada al aire; (3) introducir vapor en el combustible de pellets calor entre la materia prima del combustible de pellets de	patentado: 2016	[35]

Título traducido	Resumen patente	fecha concesión	Fuente
Pellets de biomasa procesados a partir de materias primas que contienen carbono orgánico	Patente peletización a partir de una materia prima procesada que contiene carbono orgánico o materia prima secundaria que mejora la densidad energética	2017	[19]
	biomasa y el vapor; (4) aspirar ininterrumpidamente a través de una interfaz introducir el vapor; (5) secar el combustible en pellets de biomasa y (6) tratar la materia prima de combustible de pellets de biomasa descargada en un carbonizador.		
Peletizadora de biomasa de matriz plana con función de control de proceso de proporción de pulverización de partículas	describe un peletizador de biomasa de matriz plana con una función de control del proceso de proporción de pulverización de partículas y pertenece al campo técnico de los equipos de energía de biomasa. El peletizador de biomasa de matriz plana comprende un sistema de transporte de materia prima, un sistema de peletización y un sistema de control, en el que se forma un puerto de descarga en el sistema de peletización y un dispositivo de muestreo	Patentado 2016	[36]

Título traducido	Resumen patente	fecha concesión	Fuente
Pellets de biomasa procesados a partir de materias primas que contienen carbono orgánico	Patente peletización a partir de una materia prima procesada que contiene carbono orgánico o materia prima secundaria que mejora la densidad energética	2017	[19]
	está dispuesto en el puerto de descarga y conectado con un sistema de medición de la proporción de pulverización. que está conectado al sistema de control		
Procesos para la producción de biomasa densa en energía y azúcares o derivados del azúcar, mediante hidrólisis y torrefacción integrada	proporciona procesos para convertir biomasa en biomasa densa en energía para combustión, sola o en combinación con otro combustible sólido. En algunas variaciones, la biomasa se extrae para producir un licor de extracto que contiene oligómeros hemicelulósicos y sólidos ricos en celulosa;	Patentado 2012	[37]
Sistema de procesamiento de biomasa	El sistema (AS - sistema) consta de un marco (1), cámara de activación (2), clasificador (3), eje impulsor (4), carga de alimento (no se muestra en la figura), descarga de alimento (5), activador. (6) y canales de suministro de aire caliente y residuos de madera. El sistema está	2011	[38]

Título traducido	Resumen patente	fecha concesión	Fuente
Pellets de biomasa procesados a partir de materias primas que contienen carbono orgánico	Patente peletización a partir de una materia prima procesada que contiene carbono orgánico o materia prima secundaria que mejora la densidad energética	2017	[19]
	destinado a proporcionar (a diferencia de la tecnología tradicional de secado y molienda) beneficios tales como menor costo de inversión, menor tiempo necesario para su instalación, 4 veces menos espacio necesario, menos energía térmica y electricidad requerida para secar y moler material húmedo		

Tabla 8. Vigilancia de patentes importante en peletización

Vigilancia de proyectos importantes de producción de pélets de biomasa

En la investigación realizada se observó un par de proyectos que publico la Comisión europea sobre aprovechamiento de pelets de biomasa como se resume en la siguiente tabla:

Proyecto	Objetivo	Costo	Organización /País	Fecha	Fuente
Unidad de Peletización Móvil, Proxipel.	Unidad de peletización móvil. La materia prima se tritura, se muele, se seca y se prensa para obtener biopellets	50.000 €	Proxipel S.A., Suiza	2019 a 2020	[77]
El proceso BIAR: transformar biomasa de bajo valor en combustibles de alto valor para la recuperación de energía	Proceso químico para mejorar la biomasa, eliminar cenizas, disminuir humedad.	71.429 €	INSER Energía SRL, Italia	2018 - 2018	[78]

Tabla 9. Vigilancia de proyectos financiados por ONG, Fuente: Adaptado por Autores, 2023