

**ANÁLISIS DE TENDENCIAS DE DESARROLLO EN MATERIALES DE ORDEN
VEGETAL COMO SUSTITUTOS DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) A
PARTIR DE LA REVISIÓN PATENTES**

AUTOR:

KAREN ELIANA PARRA FORERO

DIRECTOR:

M. Sc. JAIME EDDY USSA GARZÓN

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
PROYECTO CURRICULAR INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ, D.C.**

2022

**ANÁLISIS DE TENDENCIAS DE DESARROLLO EN MATERIALES DE ORDEN
VEGETAL COMO SUSTITUTOS DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) A
PARTIR DE LA REVISIÓN PATENTES**

AUTOR:

KAREN ELIANA PARRA FORERO

**TRABAJO DE GRADO EN LA MODALIDAD DE MONOGRAFÍA COMO REQUISITO
PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

DIRECTOR:

M. Sc. JAIME EDDY USSA GARZÓN

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
PROYECTO CURRICULAR INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ, D.C.**

2022

AGRADECIMIENTOS

A mí hermano Emanuel, por inspirarme y llenarme de fortaleza y amor para enfrentar cada día.
Esto es para ti Emi, espero que estes orgulloso...

A mi mamá y papá, por su amor, paciencia, comprensión y apoyo en todos los proyectos que
emprendo, a ustedes gracias por todo.

Al profesor Jaime Ussa, por su paciencia, guía y apoyo a lo largo de este proceso.

A Karolina por apoyarme y motivarme, y a mis amigos y compañeros por brindarme su consejo
cuando lo necesite.

TABLA DE CONTENIDO

1. Resumen	7
2. Introducción.....	8
3. Objetivos.....	10
3.1. General	10
3.2. Específicos	10
4. Planteamiento del problema	11
5. Estado del arte	17
6. Marco teórico.....	21
6.1. Poliestireno Expandido	21
6.2. Nuevos materiales y Biomateriales.....	26
6.3. Patentes	27
6.4. Tech mining/ Minería tecnológica	38
6.5. Mapas tecnológicos /Mapa de Patentes.....	39
6.6. Matrices de Co-ocurrencia	43
7. Metodología.....	44
7.2. Etapa 2.....	47
7.3. Etapa 3:.....	49
8. Resultados y Discusión.....	50
8.1. Patentes	54
8.2. Literatura científica	60
8.3. Mapeo.....	63
8.4. Análisis de tendencias	69
9. Conclusiones.....	74
10. Recomendaciones	76
11. Bibliografía.....	77

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Secciones de clasificación del CIP	33
Tabla 2. Ejemplo de navegación por CPI	33
Tabla 3 Tipo de análisis derivados de la minería tecnológica	39
Tabla 4 Métodos analíticos y formas de presentación utilizadas en los principales mapas de patentes	43
Tabla 5 Palabras clave/Key words	45
Tabla 6 Ecuaciones formuladas para la búsqueda de patentes en LENS.ORG	50
Tabla 7 Ecuaciones formuladas para la búsqueda de literatura científica en LENS.ORG	51
Tabla 8 Consolidación de patentes producto de la búsqueda	55

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 Niveles jerárquicos del sistema CIP	33
Figura 2 Mapas de patentes.....	40
Figura 3 Tipos de mapas de análisis cualitativo	42
Figura 4 Fuentes de datos y colaboradores de LENS.ORG.....	46
Figura 5 Documentos de patente a lo largo del tiempo	57
Figura 6 Estado legal de los documentos de patente	58
Figura 7 Principales códigos de clasificación CPC para los documentos de patente	59
Figura 8 Documentos de patente por jurisdicción	60
Figura 9 Trabajos académicos a lo largo del tiempo	61
Figura 10 Principales campos de estudio.....	62
Figura 11 Países con mayor número de publicaciones de literatura científica	63
Figura 12 Mapa de red de co-autoría de documentos de patente.....	64
Figura 13 Mapa de Co-autoría literatura científica.....	65
Figura 14 Mapa de red de Co-ocurrencia de palabras en documentos de patente	67
Figura 15 Mapa de Co-ocurrencia de palabras en literatura científica	68

GLOSARIO

CIP: Clasificación Internacional de Patentes

CPC: Cooperative Patent Classification (Clasificación Cooperativa de Patentes)

EPS: Expanded Polystyrene

I+D: Investigación y Desarrollo

USPTO: United States Patent and Trademark Office (Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos)

WIPO: World Intellectual Property Organization (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual)

1. Resumen

El aumento de la crisis ambiental asociada al alto nivel de consumo de materiales como el poliestireno expandido (EPS) y la falta de aprovechamiento posconsumo de los mismos, acrecentando los niveles de contaminación a nivel mundial, ha conllevado a la búsqueda de materiales sustitutos derivados de especies vegetales que puedan suplir de manera eficiente las características y funciones proporcionadas por aquellos empleados tradicionalmente. El análisis de patentes relativas a materiales de orden vegetal empleados como sustitutos del EPS busca determinar las tendencias de desarrollo en torno a esta temática, así como los países que han venido generando estas patentes y los enfoques de investigación que se han abordado, con el fin de establecer un estado del arte que permita trazar una hoja de ruta en torno a la investigación para la especie promisoría *Montanoa quadrangularis* Sch. bip. Asteraceae, así como la innovación que pueda derivar de estos procesos, entendiendo estos documentos como un indicador de conocimiento actualizado y confiable para la identificación de tendencias tecnológicas. La metodología se basa en la identificación de patentes por medio de la plataforma LENS.ORG para la ventana 2010-2020, así como el consecuente análisis de la información recolectada por medio del método tech-mining y la generación de matrices de co-ocurrencia y mapas tecnológicos que permitan reconocer las tendencias de desarrollo actuales.

Palabras clave: Análisis de Patentes, Poliestireno Expandido, Materiales Sustitutos, Materiales de Orden Vegetal, *Montanoa quadrangularis*.

2. Introducción

El Poliestireno Expandido (EPS), un polímero del estireno que contiene un agente expansor (el pentano) derivado del petróleo, es un material altamente empleado en diferentes aplicaciones debido a sus propiedades físicas y químicas dado que presenta una buena capacidad de aislamiento térmico debido a la estructura propia del material que esencialmente consiste en aire ocluido dentro de una estructura celular conformada por el poliestireno, aproximadamente un 98% del volumen del material es aire y únicamente un 2% materia sólida, lo que también permite que este sea uno de los materiales de embalaje disponibles más ligero, además de que su estructura una resistencia mecánica y a impactos extraordinaria lo que lo convierte en uno de los materiales más importantes dentro de la industria del embalaje, construcción, entre otras considerando su funcionalidad como aislante térmico y acústico.

Sin embargo, al ser por lo general, un plástico de un solo uso con dificultades para su proceso de reciclaje y/o recuperación trae consigo problemáticas ambientales que presentan afectaciones a nivel global, siendo la principal de ellas su acumulación en vertederos y rellenos sanitarios, en ecosistemas naturales, constituyéndose junto con una gran variedad de plásticos en uno de los principales contaminantes de los océanos, así como en espacios públicos afectando la calidad de vida de la población mundial, lo que se ve incrementado teniendo en cuenta su gran demanda dado que es producido de forma masiva y a un bajo costo.

Estas problemáticas asociadas, conllevan a que se estén generando una serie de medidas a nivel nacional e internacional, como lo realizó el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS con el Plan Nacional de la Gestión Sostenible de los

Plásticos de un solo uso cuyo objetivo es implementar la gestión sostenible de plástico en donde Colombia se suscribe al compromiso de 10 años para frenar la contaminación por plásticos de un solo uso. Buscando que al 2030, el 100% de estos plásticos sean reutilizables, reciclables o compostables.

Es por ello que surge la necesidad de llevar a cabo un análisis de las patentes que se han desarrollado en torno a la temática de materiales de base natural que pueden ser empleados como sustitutos del EPS, con el fin de determinar las tendencias de desarrollo en torno a esta temática, así como los países que han venido desarrollando estas patentes y los enfoques de investigación que se han abordado, partiendo de la idea de que las patentes son un indicador objetivo para la previsión tecnológica (Chang et al., 2009), así mismo, que estas brindan conocimiento actualizado y confiable para la identificación de tendencias tecnológicas (Yoon & Kim, 2012), con el fin de realizar el monitoreo de estas tendencias con las que se puedan brindar alternativas que permitan mitigar la problemática que se viene presentando producto del uso de este material, adicionalmente se busca generar un estado del arte mediante el cual se encuentren bases para posteriores investigaciones a desarrollarse en torno a la especie promisorio *Montanoa quadrangularis* Sch. bip. Asteraceae, considerando que pese a que se ha evidenciado que esta tiene un alto potencial para convertirse en un sustituto no se cuenta con el suficiente fundamento técnico que permita que este sea constituido como una alternativa real.

3. Objetivos

3.1. General

Analizar las tendencias de desarrollo en materiales de orden vegetal y su uso como sustitutos del Poliestireno Expandido (EPS) a través de la revisión de patentes para la ventana 2010 – 2020

3.2. Específicos

- Identificar las patentes desarrolladas para la ventana 2010 – 2020 en torno a materiales de orden vegetal como sustitutos del EPS
- Desarrollar matrices de co-ocurrencia y mapas tecnológicos en función a las patentes encontradas y analizadas
- Definir el estado situacional de procesos de investigación e innovación en torno a materiales de orden vegetal como sustitutos del EPS por medio de la revisión de patentes.

4. Planteamiento del problema

A nivel mundial, la búsqueda de una mejor calidad de vida ha conllevado al aumento de la demanda de bienes y servicios para satisfacer las exigencias de los consumidores, no obstante, como consecuencia de dicho estilo de vida, se ha visto el incremento de las problemáticas asociadas a la gestión de los residuos sólidos enmarcados, de acuerdo con (V. Ramírez & Antero, 2014) “en un esquema de producción-acumulación-consumo que funciona bajo un modelo del beneficio inmediato, el despilfarro, la producción incontrolada y una consecuente acumulación de residuos”, puesto que después de que los productos (tanto domésticos como industriales) han cumplido con su ciclo de vida en el mercado, son dispuestos en rellenos sanitarios o bien, en las calles o en entornos naturales generando que los niveles de contaminación sigan en aumento.

Durante años la producción de diversos sectores de la industria y la manufactura, como por ejemplo la industria del embalaje y la construcción, se ha basado en materias primas producto de la extracción de recursos no renovables, la deforestación y la contaminación ambiental. Como consecuencia de esto, se han generado productos que perduran en el ecosistema más tiempo como desechos, que el tiempo que se dedican al uso. A esto se le suma la utilización de energías no renovables para hacer funcionar una gran cantidad de productos y servicios que necesitamos a diario. Dichas desventajas han impulsado la revolución material y, en particular, el intento de diversas disciplinas por cambiar los esquemas establecidos con respecto a la materialización de bienes, es decir, modificar la fabricación de productos hacia un camino sustentable. (Duarte & Nuñez, 2020)

Dentro de los materiales de consumo más empleados a nivel global se destaca el poliestireno expandido -EPS por sus siglas en inglés-, comúnmente denominado ***Icopor*** en Colombia o ***Styroform*** en Estados Unidos, por su uso tanto en el sector del envasado y embalaje,

así como en la construcción. El poliestireno expandido es altamente empleado debido a que presenta, entre otras, una buena capacidad de aislamiento térmico debido a la estructura propia del material que esencialmente consiste en aire ocluido dentro de una estructura celular conformada por el poliestireno, aproximadamente un 98% del volumen del material es aire y únicamente un 2% materia sólida, lo que también permite que este sea uno de los materiales de embalaje disponibles más ligero. Su estructura espumada ofrece una resistencia mecánica y a impactos extraordinaria; los envases y embalajes de poliestireno expandido son resistentes a la humedad, sales, numerosos tipos de ácidos y a la mayor parte de las grasas (Rodríguez, 2013)

Así mismo, (Rodríguez, 2013) indica que para obtener la misma protección que ofrece el EPS se tendría que emplear mucha más cantidad de otros materiales, como el cartón, y en consecuencia mucho más peso (hasta seis veces más), y como poco el mismo volumen lo que supone una amplia desventaja en la búsqueda y apropiación de materiales sustitutos o alternativos.

Sin embargo, la principal problemática relativa a este material se encuentra asociada a la disposición final del mismo, considerando que su nula biodegradabilidad, al ser un material químicamente inerte, genera que la cantidad de residuos en los sitios de disposición final vaya en aumento. En dicho sentido, (Arcila & Giraldo, 2015) establecen que una tonelada de Poliestireno Expandido equivale a cien toneladas en volumen de otros materiales, ocupando un espacio mayor en los rellenos sanitarios. Aunado a lo anterior, la poca cultura de reciclaje que se presenta en un país como Colombia genera que el aprovechamiento posconsumo que pueda darse de este residuo sea bajo, acrecentando el problema, además, ha de resaltarse que este material es derivado de una fuente no

renovable, altamente contaminante y de un gran valor comercial como lo es el petróleo, utilizándose 1,5 litros de petróleo por cada 1 m³ de material. (Román-Ramos et al., 2014)

Debido a las diversas problemáticas que se evidencian con relación a este y otros materiales que tradicionalmente se vienen consumiendo, se presenta una creciente necesidad de encontrar alternativas que se encuentren inmersas en las tendencias actuales de desarrollo, las cuales, buscan alcanzar índices aceptables de sostenibilidad económica y ambiental. Por ello se encuentran alternativas como la implementación de estrategias como la de las 3 R, las cuales abarcan: *Reducir* el uso de recursos naturales utilizados; *Reutilizar* el material en otras aplicaciones (decoración y relleno para el sector de la construcción) y, *Reciclar*, entendido como el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima o insumos para la fabricación de nuevos productos. (Contreras, 2015)

Sin embargo, de las 859.000 toneladas de plástico desechado en el año, solo es reciclado el 28% (CEMPRE Colombia, 2013), equivalente a 240.520 toneladas y dentro de las cuales solo 500 toneladas son de EPS participando activamente con el 0,2% del total de reciclaje de plásticos en el país (Fundación Verde Natura , 2015)

Así mismo se establece la necesidad de “desacoplar” el crecimiento económico de la extracción de recursos naturales y disminuir la intensidad del consumo de materiales (Vélez & Jaramillo, 2014) por ello se ha venido proponiendo como alternativa de solución la sustitución de este por materiales derivados de la naturaleza con los que no solo se permita reducir el impacto sobre el ambiente sino que, también, se garantice que las ventajas propias de los materiales tradicionales (resistencia, el aislamiento, entre otros) sean suplidas.

Esta necesidad de buscar alternativas de materiales es contemplada en los objetivos de desarrollo sostenible declarados por las Naciones Unidas en la Agenda 2030 (PNUD, 2015) resaltándose, principalmente, los objetivos 9 y 12:

- Objetivo 9. Construir infraestructura resiliente, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación: Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente.
- Objetivo 12. Garantizar modalidades de producción y consumo sostenibles: De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales

En contraparte, se evidencia que un país como Colombia cuenta con una ventaja extraordinaria presenta frente a otros países respecto a su capital natural, cuenta de esto es se halla en las más de 63.303 especies registradas en el Sistema de Información de Biodiversidad (SIB) y las cerca de 25 millones de hectáreas con aptitud forestal, dentro de las que puede presentarse una infinidad de materiales que pueden suponerse como sustitutos de materiales tradicionalmente empleados y que, debido a los niveles de consumo con lo que contamos en la actualidad, se han convertido en una problemática que concierne al mundo en su totalidad. Sin embargo, este vasto potencial en capital natural está siendo desaprovechado en tanto la innovación en investigación en campos como especies promisorias no es amplio en el país.

De acuerdo con autores como Gonzáles (2003) citado por Álvarez (2014) una especie vegetal puede llegar a tener el carácter de promisorio cuando está subutilizada o poco conocida a nivel local o global, pero con unas grandes potencialidades en campos

como la ecología, la ingeniería, la conservación del medio ambiente y cuando pueden representar un potencial económico para un país o región de manera particular o para la humanidad en general, no obstante, este tipo de especies carecen de investigaciones encaminadas a reconocer sus características a nivel físico, químico y mecánico y, como consecuencia, es poca la información que se presenta con referencia a su potencial uso. Tal es el caso de la especie *Montanoa quadrangularis* Sch. bip. Asteraceae, comúnmente conocida bajo el nombre de “Arboloco”

Montanoa quadrangularis Sch. bip. Asteraceae es una especie forestal pionera de los ecosistemas intervenidos de los Andes tropicales de Colombia y Venezuela, el área de distribución de esta especie abarca las tres cordilleras andinas de Colombia. Las plantas de arboloco se caracterizan por presentar un rápido crecimiento y una alta tasa de producción de biomasa (Tamayo-rincón, Rodríguez-Pérez, & Escobartorres, 2010), es por ello por lo que suele ser comúnmente empleada en la recuperación de zonas degradadas por derrumbes, deforestación y erosión causada por la actividad antrópica. Otros de los usos que se le han dado a esta especie están relacionados con la construcción, debido a que produce una madera de buena calidad, resistente y de alta durabilidad, así mismo ha sido empleada en la elaboración de artesanías y se reconocen usos medicinales como antiespasmódico y antiinflamatorio. No obstante, y pese a la variedad de usos que se le ha dado a esta especie, el aprovechamiento del arboloco es limitado por el poco conocimiento que se tiene de aspectos de su fisiología, así como de sus propiedades físicas, mecánicas y de trabajabilidad, entre otras, que han propiciado que este recurso forestal sea subutilizado y no se esté prestando atención a su potencial uso como sustituto de materiales que en la actualidad vienen contribuyendo a la problemática global de la contaminación del medio ambiente y la sobreexplotación de los recursos naturales

Es, considerando todo lo anterior, que surge la necesidad de llevar a cabo un análisis de las patentes que se han desarrollado en torno a la temática de materiales de orden vegetal que pueden ser empleados como sustitutos del EPS, con el fin de determinar las tendencias de desarrollo en torno a esta temática, así como los países que han venido desarrollando estas patentes y los enfoques de investigación que se han abordado, partiendo de la idea de que las patentes son un indicador objetivo para la previsión tecnológica (Chang et al., 2009), así mismo, que estas brindan conocimiento actualizado y confiable para la identificación de tendencias tecnológicas (Yoon & Kim, 2012), constituyéndose como una herramienta de monitoreo que posibilita el mapeo tecnológico, todo esto con el fin de que este análisis se convierta en un insumo de futuras investigaciones relativas a la búsqueda de nuevas alternativas de materiales que puedan mitigar la problemática de contaminación a la que nos enfrentamos en la actualidad y que se encuentra en constante aumento. Todo ello con el fin de establecer un estado del arte que permita trazar una hoja de ruta en torno a la investigación para la especie *Montanoa quadrangularis* Sch. bip. Asteraceae, así como la innovación que pueda derivar de estos procesos.

5. Estado del arte

Las instituciones de I + D – Investigación y Desarrollo-, así como aquellas dedicadas a la investigación e innovación, utilizan las patentes como pautas de investigación para buscar brechas tecnológicas e innovaciones para desarrollar productos que satisfagan las necesidades.

Los sectores empresariales utilizan las patentes para supervisar las tendencias tecnológicas, evaluar su capacidad de inversión y planificar el trato con la competencia. Los institutos educativos utilizan las patentes para encontrar oportunidades de transferencia de tecnología y utilizar el potencial de la tecnología en beneficio de la sociedad.(Ampornphan & Tongngam, 2020)

El análisis y la extracción de datos de patentes, puede ayudar a obtener información para el análisis y la previsión de tendencias de desarrollo tecnológico (Ampornphan & Tongngam, 2020) por ello este tipo de análisis ha venido cobrando importancia en los procesos investigativos y, producto de ello, se han identificado diferentes trabajos entorno al análisis de patentes de los usos potenciales de materiales vegetales incluyendo el uso de los mismos como sustitutos de materiales convencionalmente empleados, por ejemplo, en la industria del embalaje.

(Cerimi et al., 2019) en su estudio “*Hongos como fuente de nuevos materiales biológicos: una revisión de patente*” describen las tendencias y aplicaciones que se han venido desarrollando entorno al micelio fúngico como un nuevo biomaterial sostenible. El estudio estableció una ventana de tiempo comprendida entre el 2009 - 2018 para la verificación de las patentes y solicitudes de patente que reclaman biomasa fúngica o materiales compuestos fúngicos desarrolladas en este periodo y que han sido empleadas en aplicaciones de la industria del embalaje, textil, cuero y automotor, obteniendo como resultado 47 patentes relacionadas con el tópico de estudio, la mayor parte de las patentes fueron desarrolladas en: Estados Unidos con 28 patentes, seguido por China con 14, Australia con 3 y Canadá y Japón con una cada uno.

También se encontró que la mayor parte de las patentes fueron desarrolladas por empresas y no por universidades. Como conclusión, los autores indican que el análisis de la situación de las patentes en el campo de las aplicaciones de hongos orientada a materiales muestra de manera convincente que esta área es actualmente un sector de crecimiento significativo

Por su parte (Yang et al., 2018) realizaron un análisis de patentes en la industria del Grafeno en el estudio denominado “Obtención de una ventaja competitiva sostenible a partir de la Información de Patentes: Un Análisis de Patentes de la Industria del Grafeno”. Entendiendo el Grafeno, de acuerdo con los autores, como uno de los materiales disruptivos o materiales avanzados del siglo XXI y que desempeña un papel insustituible en la solución de los problemas de desarrollo sostenible de las crisis energéticas, la escasez de agua y la contaminación ambiental. El análisis de las patentes fue desarrollado a través del modelo de perspectiva multinivel o MLP por sus siglas en inglés -Multi-level Perspective- aplicando los conceptos del macro paisaje, sistema meso socio-técnico, y micro nichos para luego integrar el análisis de patentes con la teoría del ciclo de vida de la tecnología -TLC- para examinar las patentes que implican la competencia tecnológica mundial

Se obtuvieron como resultados: (1) Que la actividad en torno a patentes se encuentra concentrada en países como China, Corea, Japón y Estados Unidos, siendo este último quien registra un mayor número de patentes (2) El campo del Grafeno es un área tecnológica emergente y de rápido crecimiento, con un número creciente de patentes a lo largo del año, resaltándose que se encontró un incremento a la aplicación tecnológica y de preparación de material a lo largo del tiempo (3) La nanotecnología, la nanofilm, las herramientas de transporte, los agentes de relleno y reforzantes y los electrodos, que se

encontraban en gran parte en los campos de la electroquímica, eran los puntos críticos en campos de investigación recientemente.

Del mismo modo, en 2020 (Minghan et al., 2020), analizaron la tecnología de fibra de bambú, desde la perspectiva de las patentes, con la esperanza de ayudar a las empresas y al personal de I+D -Investigación y Desarrollo- a comprender mejor la tendencia de desarrollo tecnológico y la ruta de evolución de esta. El documento propone un nuevo método de agrupación e identificación de subgrupos mediante la construcción de una red de citas de patentes de fibra de bambú y una red de clasificación de patentes.

Como conclusiones, los autores resaltan que la innovación de la tecnología de fibra de bambú es muy dependiente del origen de las materias primas, por lo que se forman dos grandes regiones de innovación: la región de Asia Oriental y la región de Europa-América. Asia Oriental tiene el mayor número de patentes y potencial de desarrollo tecnológico. Además, se realizó la clasificación de temas y tecnologías en las cuales se está presentando el desarrollo de innovación en torno a la fibra de bambú, los cuatro grupos encontrados fueron: (1) Funcionalidad (antibacteriana, adsorción, etc.), la combinación (hilado y telas); (2) fabricación y aplicación de materiales compuestos reforzados con fibra de bambú; (3) equipos de producción automatizados y los ablandadores de desgomado ecológico y (4) preparación de carbón de bambú.

Ha de resaltarse que la mayor parte de la literatura y estudios concernientes a la temática de análisis de patentes han sido desarrollado en inglés, es poca la información relativa que ha sido desarrollada en español o bien, los que han sido adelantados en este idioma, no se encuentran inmersos en el tema en el cual se encuentra enfocado este análisis, sino que, se ha explorado en el marco de las ciencias sociales, por ejemplo, o a nivel del estudio de patentes desde un punto de vista del derecho, por lo que es indispensable ampliar el espectro de investigación e introducir el

mismo en el estudio de materiales de orden vegetal y su uso como sustitutos del Poliestireno Expandido (EPS) resaltándose, también, que el análisis de datos de patentes no se ha aplicado para explorar las actividades de patentamiento y el desarrollo tecnológico en torno a un material específico como el EPS.

Es, teniendo en cuenta lo anterior, que el presente estudio supone un insumo importante para analizar las tendencias de desarrollo de un tema que viene cobrando relevancia en la actualidad y que parte de una problemática que aqueja a la población mundial como lo es la contaminación y la apremiante necesidad de cerrar la brecha tecnológica en el actual paradigma de desarrollo.

6. Marco teórico

Con el fin de adelantar el análisis de tendencias con base en la revisión de patentes, es necesario comprender, en primera instancia, qué es el poliestireno expandido (EPS), cuáles son las problemáticas ambientales derivadas del uso de este material y cuáles son las alternativas que se están proponiendo para enfrentarlas. Así mismo, es importante entender qué son las patentes y cómo es empleado el análisis de estas en el marco de los desarrollos investigativos.

6.1. Poliestireno Expandido

El poliestireno expandido o EPS por sus siglas en inglés (Expanded Polystyrene), se define como un material rígido de celda cerrada rellena de aire, proveniente del polímero poliestireno con un agente expansor diferente a los compuestos fluorados de carbono (Ramos & María Ruiz, 1988). Los sólidos celulares del poliestireno son materiales conformados por una serie de celdas unidas entre sí, formando arreglos bidimensionales llamados paneles de miel o arreglos tridimensionales llamados espumas. (Gibson & Ashby, 1997)

El descubrimiento del poliestireno expandido se dio en 1831, en un líquido incoloro, el estireno, que fue aislado por primera vez de una corteza de árbol. Hoy día se obtiene mayormente a partir del petróleo. El poliestireno fue sintetizado por primera vez a nivel industrial en el año 1930 y hacia fines de la década del 50, la firma BASF de Alemania, por iniciativa del Dr. F. Stastny, desarrolla e inicia la producción de un nuevo producto: poliestireno expandible, bajo la marca Styropor. (López & Laines, 2013)

A nivel estructural, de acuerdo con (G. R. N. Ramírez, 2017) el poliestireno expandido pertenece al grupo de las espumas celulares, a nivel macroscópico la estructura del poliestireno expandido consiste en perlas o esferas con diámetro que varían de 2 a 4 mm y que están apoyadas

en sus tangentes y fusionadas entre sí, cada perla de poliestireno expandido está constituida por una estructura tridimensional de tipo cerrado y de tamaño variable en la que se mantiene aire ocluido, lo cual da origen a un material liviano.

Como la mayor parte de los plásticos, el poliestireno proviene del petróleo del cual se obtiene una sustancia llamada estireno (monómero) el cual se polimeriza con agua y un agente expansor para obtener el poliestireno expandible o expandido (EPS), el cual es la materia prima en la industria de la transformación de los artículos para el sector de la construcción, embalaje y envase, entre otras aplicaciones diversas, por sus características de aislante acústico, térmico, de inocuidad y por su baja absorción de agua (Ramos & María Ruiz, 1988) citado por (Quintero, 2013).

El EPS se obtiene a través del moldeado por vapor, el cual consta de tres etapas: pre-expansión, maduración y moldeo. Se obtiene el Poliestireno (PS) en perlas por polimerización en suspensión, que se impregnan con un agente expansor, generalmente pentano, a alta presión y temperatura, aunque también se puede llevar a cabo la impregnación con la polimerización, en la pre-expansión se calienta con vapor de agua, lo que produce un doble efecto: ablandamiento de las perlas por efecto de la dilatación del pentano que se encuentra dentro de las perlas obtenidas. En la maduración se enfrían y estabilizan las perlas pre expandidas, condensándose el pentano e introduciéndose aire. El molde se llena de las perlas pre expandidas, se cierra y se calienta inyectando vapor de agua. El pentano residual, el aire, se dilatan y el PS se ablanda y expande, produciéndose una deformación de las perlas, ocupando los espacios vacíos entre ellas y soldándose entre sí, ocupando la forma del molde en una estructura multicelular (Quintero, 2013).

El EPS es un material químicamente inerte no biodegradable, es decir, que no se descompone, no se desintegra, no desaparecen en el medio ambiente y no contiene Clorofluorocarbonos (CFC), por consiguiente, los EPS no pueden químicamente contaminar el suelo, el agua o el aire, no obstante, se constituyen en un problema ambiental si no se reciclan porque es considerado como un material eterno dada su nula biodegradabilidad. (López & Laines, 2013)

En porcentaje de peso equivale a un 0.3 del total de residuos plásticos a nivel nacional, aunque no marca una diferencia en porcentaje significativa en peso. Los fabricantes de productos de poliestireno expandido utilizan una densidad mínima de 10 kg/m³ y puede variar hasta máximo de 20 kg/m³. Pero al ser almacenada como material de desecho, se obtiene la mitad de la densidad más baja (5 kg/m³) debido a que los productos desechados tienen formas diversas que generan muchos espacios vacíos (López & Laines, 2013).

6.1.1. Problemática ambiental asociada al EPS

El poliestireno expandido (EPS) es empleado en diversos procesos desde aislamiento en construcción hasta como material de embalaje, pero muchas veces se desconoce el peligro ambiental y para la salud que se generan por causa del EPS. Por un lado, el EPS es resistente a la fotólisis y tarda más de un millón de años en descomponerse, así mismo, pese a que el este se puede reciclar, el mercado del reciclaje es minúsculo, lo que significa que muchas personas y/o empresas no podrían reciclarlo, aunque quisieran (Miller & Muncrief, 2021). De acuerdo con (Arthuz-López & Pérez-Mora, 2019) se han empleado los siguientes tratamientos para el reciclaje del EPS: El tratamiento primario que consiste en someter a operaciones mecánicas el plástico para obtener un producto de similares características, un claro ejemplo es la trituración; El tratamiento

secundario, que consiste en someter el material a temperaturas altas de fusión y con ello obtener un plástico similar que ocupe menos espacio; El reciclado terciario, o reciclado químico, que persigue la transformación de este con el uso de solventes. Finalmente, el reciclado cuaternario consiste en la incineración para recuperar energía.

En Colombia, la industria de fabricación de poliestireno expandible produce y comercializa productos de ciclo de vida largo, como geobloques, cornisas, sistemas de aislamiento para la construcción y refrigeradores, así como productos de ciclo de vida corto, como cajas multiusos y sistemas de empaque para el transporte de bienes frágiles y cajas, por nombrar algunos. Sin embargo, los productos de ciclo de vida corto terminan su vida útil en el mejor de los casos como desechos sólidos que terminan en vertederos y basureros en diferentes ciudades del país. (Castro et al., 2017)

La composición de los residuos sólidos en Colombia en 2010 consistió en un 65% de residuos orgánicos, seguido por un 14% de plásticos. Particularmente en Bogotá, el reciclaje de plásticos es marginal en comparación con otros tipos de materiales de empaque y envases. Según CEMPRE, las cantidades recuperadas por la red de acopio de la empresa recicladora CODESARROLLO incluyeron 2932 toneladas de PET y 1973 toneladas de HDPE, LDPE, PP y PS. La cantidad de materiales plásticos utilizados en Colombia ha aumentado de 169.000 toneladas en 2005 a 209.655 toneladas en 2010, lo que corresponde al 27,5% del consumo aparente de resinas plásticas vírgenes. (Castro et al., 2017)

Por otra parte y considerando los efectos sobre la salud, se destaca que el componente principal del EPS, el estireno, ha sido identificado como un posible carcinógeno por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer, como resultado,

la salud de las personas expuestas a procesos de fabricación que involucran productos derivados del estireno podría verse afectada (Miller & Muncrief, 2021).

Así mismo, las personas que usan productos hechos de estireno podrían estar expuestas al estireno que se filtra de dichos productos, además, podrían estar propensos a verse afectados por el benceno y las dioxinas, considerando que ambos químicos se utilizan en la producción del EPS. Todo esto combinado, supone un costo oculto del uso de EPS que no necesariamente ha sido considerado por gran parte de la población. Ha de resaltarse, también, que debido a que el EPS tiene como base de producción el petróleo, es prácticamente imposible pronosticar el costo a largo plazo debido a la volatilidad del mercado del petróleo (Miller & Muncrief, 2021).

6.1.2. Alternativas de solución presentadas frente a la problemática

Una de las principales alternativas que se plantean para los residuos de EPS es el reciclaje para emplearse como materia prima en otro tipo de actividades como en el caso planteado por (Wibowo et al., 2017) en donde se propone el uso de EPS reciclado como panel de relleno en losas de hormigón en conjunto con el bambú como material alternativo al uso de acero en este tipo de estructuras encontrando que, en general, la losa de hormigón armado con refuerzo de bambú y el panel de relleno de EPS mostró un rendimiento razonablemente bueno en comparación con las losas con barras de acero. Otro uso que se le está dando a los residuos de EPS es la inclusión de este material como aditivo para la mejora de mezclas asfálticas hasta de 50% en cuanto a resistencia (Cárdenas & Fonseca, 2009)

Del mismo modo, de acuerdo con la revisión llevada a cabo por (Rizal et al., 2020), el EPS se emplea como material de construcción para viviendas en zonas como Nigeria, de acuerdo con el autor, la introducción de materiales plásticos avanzados y tecnología de construcción de

poliestireno expandido en la industria de la construcción de este país es una iniciativa que permite, al reducir los costos de construcción, facilitar el acceso a viviendas asequibles para las masas.

Sin embargo, y pese a las alternativas que se han presentado para dar tratamiento o hacer aprovechamiento a los residuos de EPS, se evidencia que estas no brindan una solución a la raíz del problema que es, en última instancia, la fabricación y uso de este material por lo que, como consecuencia, existe un fuerte interés en la investigación de materiales sustitutos, especialmente, aquellos con una base vegetal que haga uso y/o aprovechamiento de productos que han sido subutilizados como los residuos de la producción agrícola y las industrias de procesamiento, o polímeros derivados de especies vegetales.

6.2. Nuevos materiales y Biomateriales

La búsqueda de materiales o materias primas que ayuden al ser humano a suplir sus necesidades ha tenido un estrecho vínculo con la historia de la humanidad, tanto así, que varios periodos históricos fueron bautizados usando el nombre del material más representativo y más utilizado dentro de cada periodo de la historia “Es así como las sociedades humanas atravesaron las edades de piedra, del bronce y del hierro, hasta llegar a una era marcada por el uso del silicio y materiales como los compuestos, los inteligentes y los nanoestructurados” (Dávila et al., 2011). Sin embargo, en la actualidad es evidente que las diferentes investigaciones asociadas a la temática se están desarrollando en el marco de un uso sustentable de los recursos naturales.

De acuerdo con (Kumar Gupta et al., 2015) “Los seres humanos usaban biomateriales en la antigüedad sin saberlo realmente. En los últimos tiempos, se ha prestado

mucha atención a su desarrollo a partir de recursos sostenibles impulsados por la necesidad de desarrollar alternativas cada vez más sostenibles a los materiales tradicionales. La urgente necesidad de un desarrollo energético sostenible depende de los avances de las tecnologías “verdes” y, cada vez más, de los materiales biocompatibles con propiedades comparables a los materiales existentes porque son el camino hacia un futuro más sostenible.”

Los nuevos materiales se pueden clasificar en categorías como biomateriales, nanomateriales, materiales de impresión 3D, inteligentes, entre otros. Todos ellos nacen de una innovadora concepción de creación, según la cual, las diversas disciplinas se interceptan y comparten información para obtener un acercamiento diferente ante múltiples problemas con la finalidad de contribuir con los problemas que presenta la sociedad actual (Duarte & Nuñez, 2020).

En su mayoría, los materiales actuales de base biológica se crearon en función de producir materiales sustentables y su implementación parte de iniciativas y de campos disciplinares diversos. Se puede diferenciar entre aquellos que poseen una base o composición natural y orgánica, y los clasificados como bio-renovables. Los materiales biológicos se asocian continuamente con la economía circular debido a que esta categoría está diseñada para generar ciclos cortos y cerrados de vida útil, es decir que, una vez que el compuesto ha sido utilizado o ha cumplido su cometido como producto o pieza, puede ser descartado y desaparecer, ya sea mediante biodegradación, fertilizando la tierra, o simplemente disolviéndose sin dejar rastros nocivos (Duarte & Nuñez, 2020).

6.3. Patentes

Para efectos del presente proyecto se entiende que una patente es “un derecho de exclusividad concedido por el Estado para proteger y explotar una invención. Una patente es la contrapartida al hecho de proteger una invención mediante reserva o secreto y, como tal, requiere

que el solicitante de la patente haga público su invento a través de una solicitud de patente, de forma que un experto en la materia referida por dicha solicitud pueda reproducir la invención. A cambio de publicar su invento, el solicitante obtiene, como se dijo, un derecho que permite impedir a otros, cualquier forma de explotación comercial de la invención, dentro del territorio de obtención de la patente y por un periodo de tiempo limitado.” (Ortiz & Escorsa, 2010)

Así mismo, (Gómez Hurtado, 2018) plantea que los documentos de patentes ofrecen diversa información que puede considerarse de dos tipos: 1) la documentación administrativa, que distingue elementos como a) los datos relativos al solicitante y de su representante, b) la documentación aportada, c) datos sobre la vida administrativa de la patente y d) los pagos realizados, y 2) la información técnica integrada por tres partes: a) la descripción: plantea el problema técnico que la invención pretende solucionar, a la vez que se detalla el contenido y las características técnicas de la misma, b) las reivindicaciones: se hace referencia a la segunda parte del documento de la patente, y c) los dibujos, que no tienen por qué incluirse siempre, aunque permiten tener una concepción visual más completa de la invención.

6.3.1. Tipos de documentos de Patentes

La documentación de patentes se clasifica en diferentes colecciones de documentos que se son dependientes del sistema legal de cada país. De acuerdo con la (Oficina Española de Patentes y Marcas, 2018) los tipos básicos de documentos de patente son los siguientes:

- **Solicitud de patente.** Es el documento que describe la invención en la forma en que ha sido presentada por el inventor ante una Oficina de Patentes. La mayoría de las Oficinas

de Patentes publican las solicitudes de patente a los 18 meses de su presentación, antes de saber si se va a conceder o no la patente.

- **Patente concedida.** Es el documento que describe la invención, tal y como va a ser protegida, tras pasar por las distintas fases del procedimiento de concesión que pueden dar lugar a modificaciones de la solicitud original.
- **Informe sobre el Estado de la Técnica.** El Informe sobre el Estado de la Técnica (IET) es un documento redactado íntegramente por las Oficinas de Patentes y referente a una solicitud de patente concreta, y que contiene citas de otros documentos (patentes o no patentes) relacionados con la solicitud en cuestión, y donde se indica si dichos documentos afectan a la novedad y actividad inventiva de la invención que se quiere patentar según los criterios de la correspondiente oficina de patentes o si simplemente reflejan el estado de la técnica.

6.3.2. ¿Qué información contienen los documentos de patentes?

De manera general, al hablar de información de patentes se hace referencias a lo que se publica en los documentos de patente y a la información que puede obtenerse analizando las estadísticas sobre presentación de solicitudes (Ortiz & Escorsa, 2010)

A continuación, se lista la información que se encuentra en los documentos de patente:

- **Número de patente y fecha de concesión:** el número de la patente es asignado, secuencialmente, por la oficina de patentes que la concede en la fecha que se indica.
- **Título de la patente:** el título debe ser representativo del contenido; lo escribe el inventor o su abogado, y no tiene impacto sobre la interpretación de la patente.

- Nombre del inventor: nombre de la persona o personas que han inventado y desarrollado la invención. Para efectos de la patente, el orden de los nombres no tiene relevancia; el solicitante es quien define el orden, no la oficina de patentes.
- **Nombre del solicitante:** nombre de la persona o de la empresa que solicita la protección de determinada tecnología o en el caso de las patentes concedidas, la empresa o persona que tiene la titularidad de la patente, porque el o los inventores han cedido los derechos de la invención.
- **Número de solicitud:** la primera solicitud de patente presentada que servirá de base para las siguientes solicitudes nacionales, regionales o internacionales que se presenten dentro del plazo determinado por la oficina de patente (12 a 18 meses).
- **Fecha de prioridad:** corresponde a la fecha de presentación de la primera solicitud de patente a partir de la cual está protegida la invención si se aprueba la solicitud, y marca el inicio de un plazo de prioridad de un año para presentar otras solicitudes de patentes regionales o internacionales. Esta fecha se usa para determinar el comienzo del período de años de duración de la patente.
- **Clasificación Internacional de Patentes (CIP):** son códigos específicos (letras y números) que se utilizan para identificar el o los grupos tecnológicos a los que pertenece la invención. El código CIP de una patente es asignado por la oficina de patentes, nacional o regional, que la pública. Para las patentes presentadas en Estados Unidos de América (EUA), la clasificación es distinta, y es asignada por la Oficina de Patentes de EUA (USPTO).
- **Clasificación Cooperativa de Patentes (CPC):** Se trata de un sistema bilateral desarrollado conjuntamente por la Oficina Europea de Patentes (OEP) y la Oficina de

Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO) que combina las mejores prácticas de clasificación de las dos oficinas y ya se utiliza en más de 45 oficinas de patentes de todo el mundo. El CPC se basa en el IPC y consta de: todos los símbolos del CPI, un tronco principal de símbolos CPC y una serie 2000 de códigos de indexación para obtener información adicional.

- **Citas y referencias:** en determinados documentos de patente se hace referencia a la información pertinente a la tecnología que se está patentando, y que el perito de la oficina de patentes ha considerado al evaluar la patentabilidad de la invención. Estas referencias y citas pueden corresponder a otras patentes o a otros tipos de documentos (publicaciones científicas).
- **Resumen:** breve descripción de la invención escrita por el o los solicitantes.
- **Dibujo:** descripción gráfica de la invención.
- **Descripción:** explicación clara y concisa de la tecnología existente y los problemas que experimenta, así como de la manera en que se aplica la nueva tecnología para resolver esos problemas.
- **Reivindicaciones (Claims):** declaración en la que se define el alcance de la protección solicitada u otorgada por medio de la patente. Corresponde a la parte más importante del documento de patentes, pues en ellas se detalla la invención a proteger.

6.3.3. Familia de Patentes

La familia de patentes es el grupo de patentes publicadas en varios países y que describen la misma invención o varias invenciones que tienen un elemento en común, basándose en una primera solicitud de patente denominada solicitud de prioridad. (Superintendencia de Industria y Comercio, 2019) Existen distintos tipos de familias de patentes:

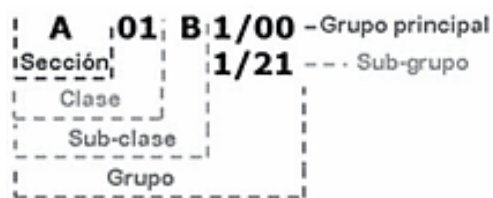
- Familia de patentes simple: Es una familia de patentes relativa a la misma invención y en la que el “derecho de propiedad” de cada miembro está basado exactamente en la o las mismas solicitudes de origen.
- Familia de patentes compleja: Es una familia de patentes relativa a la o las mismas invenciones que tienen un elemento común y en la que el “derecho de propiedad” de cada miembro está basado en al menos una solicitud de origen en común con los demás miembros de la familia.
- Familia de patentes ampliada: Es una familia de patentes relativa a una o varias invenciones y en la que el “derecho de prioridad” de cada miembro está basado en al menos una solicitud de origen común con al menos otro miembro de la familia.

6.3.4. Clasificación Internacional de Patentes (CIP)

Todos los documentos de patente se clasifican por medio de códigos específicos que identifican el grupo(s) tecnológico(s) al que pertenece la invención. Este tipo de clasificación puede reducir las limitaciones de una búsqueda asociadas al idioma y terminología, facilitando la obtención de documentos de patentes. La CIP abarca prácticamente todas las tecnologías imaginables y se actualiza periódicamente para mejorar el sistema y tomar en consideración la evolución técnica (Ortiz & Escorsa, 2010).

El sistema CIP se encuentra organizado en diferentes niveles jerárquicos que incluyen: Secciones, Clases, Subclases y Grupos (Grupo principal y Subgrupo). La Figura 1 evidencia la manera en la cual se presenta esta clasificación.

Figura 1 Niveles jerárquicos del sistema CIP



Fuente: Adaptado de (INDECOPI, 2020)

El sistema CIP divide el conocimiento tecnológico en ocho grandes secciones, contando con un aproximado de 70,000 subdivisiones.

Tabla 1. Secciones de clasificación del CIP

SECCIÓN A	Necesidades corrientes de la vida
SECCIÓN B	Técnicas industriales diversas; transportes
SECCIÓN C	Química; metalurgia
SECCIÓN D	Textiles; papel
SECCIÓN E	Construcciones fijas
SECCIÓN F	Mecánica; iluminación; calefacción; armamento; voladura
SECCIÓN G	Física
SECCIÓN H	Electricidad

Fuente: Adaptado de (INDECOPI, 2020)

Cada una de las secciones se divide en clases, subclases, grupos y subgrupos de tal manera que permite identificar claramente el tipo de tecnología al cual pertenece una invención. La clasificación divide el conjunto de la tecnología, empleando símbolos y niveles jerárquicos. Un símbolo completo de clasificación se compone del conjunto de los símbolos asignados a la sección, a la clase, a la subclase y al grupo principal o al subgrupo. (INDECOPI, 2020)

Tabla 2. Ejemplo de navegación por CPI

Sección A	Necesidades Corrientes de la Vida
Clase A01	Agricultura; Silvicultura; Cría, Caza, Captura; Pesca
Subclase A01H	Novedades vegetales o Procedimientos para su obtención; Reproducción de Plantas por técnicas de cultivo de tejidos
Grupo principal A01H/00	Procedimientos de modificación de los genotipos

Subgrupo A01H/08	Métodos o aparatos para modificar el número de cromosomas
-----------------------------	---

Fuente: Adaptado de (INDECOPI, 2020)

6.3.5. Clasificación Europea de Patentes (EDA)

El sistema de clasificación de ECLA es una extensión de la Clasificación Internacional de Patentes sistema. Contiene 134 000 subdivisiones, es decir, unos 64 más que el IPC por lo que es más preciso. También es más homogéneo y sistemático. (ESPACENET, 2017)

El símbolo de clasificación ECLA está formado por una letra que indica una clase existente IPC, seguido de un número (dos dígitos) que caracteriza el nivel de sección de la CIP (por ejemplo, B65). Opcionalmente, la clasificación puede ser seguido por una secuencia de una letra (por ejemplo, B65D) que caracteriza el nivel de la subclase de la CIP, un número (variable, los dígitos 1-3, por ejemplo, B65D81) que caracteriza el nivel de grupo de la CIP, una barra diagonal "/" y un número (variable, 1-3 dígitos, por ejemplo, B65D81/32) que caracteriza el IPC o subgrupo de clasificación completo. (ESPACENET, 2017)

6.3.6. Bases de datos patentes

Las bases de datos de patentes funcionan como motores de búsqueda Web que recuperan información a través de palabras clave, relacionadas con el objeto de búsqueda. La selección de estas palabras la debe realizar el interesado considerando, además, diferentes términos equivalentes y el idioma en el que funciona la base de datos. (Méndez, 2017)

6.3.7. El análisis de Patentes

El cambio climático y sus consecuentes efectos tales como la masiva transformación de ecosistemas, el aumento de la temperatura, la pérdida del hielo marino ártico, el miedo frente a la escasez de ciertas materias primas, entre otros, ha conllevado a que gobiernos y personas del común propendan por alcanzar el “desarrollo sostenible”, no obstante, como lo indica (Brent & Pretorius, 2008) mantener el desarrollo sostenible es muy difícil. Estas dificultades pueden atribuirse a antecedentes socioculturales y políticos que cambian con el tiempo, producto de estos cambios, las tecnologías para la sostenibilidad también se han transformado, por lo que los gobiernos y las empresas intentan predecir y administrar la tecnología utilizando análisis de patentes (Kim et al., 2018) considerando que, producto de dicho análisis, se obtienen datos objetivos para trazar las tendencias en las cuales se están produciendo estas tecnologías.

Se resalta, también, que según los datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, WIPO por sus siglas en inglés, el 90-95% de las invenciones se publicarán anualmente en la literatura sobre patentes y el 80% de ellas no aparecerán en otras revistas (Chen et al., 2014) así pues, la literatura sobre patentes se constituye en un base de datos técnica con información relevante, frente a numerosas temáticas, que puede omitirse en otras fuentes de información como lo son las revistas de investigación. Además, (Chen et al., 2014) resalta que, por medio de la recuperación de patentes, el personal de I + D podría dominar la última tecnología de productos. Los datos de patentes proporcionan los conceptos necesarios de I + D de productos y Patent Around para acortar el tiempo de las investigaciones y reducir el riesgo que estas presentan y, como consecuencia, mejorar la patentabilidad de los productos.

Ahora bien, ha de tenerse en cuenta que los servicios de bases de datos de patentes permiten examinar documentos de patentes para conocer mejor la gestión de la tecnología, el uso de estas bases de datos ha dado lugar a una investigación activa sobre el análisis de patentes, hasta ahora,

el análisis de patentes se ha realizado principalmente mediante evaluaciones de expertos de carteras de campos tecnológicos específicos. Sin embargo, al respecto, (Kim et al., 2018) considerando indica que el análisis cualitativo de patentes realizado por expertos es problemático, en primera medida se consumen costos y tiempo de análisis. En segundo lugar, la subjetividad de los expertos puede estar involucrada en los resultados de sus análisis y como tercer punto no se garantiza la reproducibilidad de los resultados de este. Muchos investigadores están intentando utilizar el análisis cuantitativo para resolver el problema del análisis cualitativo. Las patentes incluyen varios indicadores cuantitativos como citas, patentes familiares, fechas de presentación, etc. Sin embargo, el mayor problema en el análisis cuantitativo de patentes es el análisis cuantitativo de datos no estructurados de patentes, como una descripción de la tecnología.

Por su parte, (Perng & Huang, 2016), indican que el análisis de patentes consiste en leer y seleccionar datos relevantes de patentes extraídos de una búsqueda, determinando si la patente está relacionada con el tema de la investigación, posteriormente, decidiendo el contenido y tamaño apropiados de la muestra y realizar un análisis estadístico mediante un método sistemático, posteriormente, se genera un mapa de patentes correlacional basado dicho análisis. Partiendo del proceso anterior, se explica y analiza la información relevante, contribuyendo así a la inteligencia de patentes para ayudar a comprender la tendencia del desarrollo tecnológico en un campo específico.

A juicio de (Barcelon Yang, 2012) el análisis de patentes desempeña un papel importante y esencial en el proceso innovador considerando que este proporciona información sobre patentes que supone un valor agregado para respaldar tres áreas clave

de la I + D empresarial, consecuentemente la autora define estas áreas claves como se cita a continuación:

“La primera área es apoyar la I + D científica, por ejemplo, proporcionando análisis de vanguardia en un área tecnológica en particular. La segunda área es apoyar la adquisición y protección de la propiedad intelectual. La tercera área es apoyar el desarrollo comercial y las transacciones estratégicas. En el trabajo de desarrollo empresarial, la información sobre patentes es importante para el análisis de los competidores, para comprender un área tecnológica en particular, determinar la aplicabilidad de la patente e identificar a los posibles socios de la alianza para las actividades de concesión de licencias y de inversión, y para redactar reclamos de licencias externas y desinversión de patentes.”

6.3.8. El análisis de Patentes como método investigativo

Teniendo en cuenta a (Gómez Hurtado, 2018) se entiende que los indicadores de patentes proveen información sobre los resultados de la actividad científica en una institución, país o región del mundo. Tradicionalmente, de acuerdo con este autor, se han clasificado como sigue: a) indicadores de actividad, que proporcionan datos acerca del volumen e impacto de las actividades de investigación y cuyas variables más importantes son los inputs (recursos puestos en circulación) y los outputs o productos que se elaboran, entre los que se encuentran las patentes, y b) indicadores de relación, que rastrean los lazos y las interacciones entre investigadores y campos.

Paralelamente, (Reyes Álvarez et al., 2017) plantea que:

“El uso de patentes como un indicador que representa los esfuerzos inventivos tiene larga data (...) primer trabajo “estadístico” de patentes fue elaborado por Schmookler (1979), quien tenía como objetivo determinar que la demanda afecta a la actividad inventiva. Los estudios que le siguieron a dicho trabajo tomaron a las patentes como una medida del cambio tecnológico y de

la actividad inventiva (Comanor y Sherer, 1969), a nivel de firma (Sanders, Rosman y Harris, 1959, Sherer, 1965), o tratando de relacionar el gasto en investigación y desarrollo y las patentes (Hall, Griliches y Hausman, 1986; Pakes, 1985). En especial, es el trabajo realizado por Griliches (1979) el de mayor aporte, al proponer una función de producción de conocimiento basada en spillovers (o mejor conocidas como externalidades positivas de las que se ven favorecidos agentes que no invierten para la generación de conocimientos) de conocimiento y el uso de patentes.”

Para Vergara (2004) citado por (Diessler, 2010) la información contenida en las patentes puede aplicarse en las cinco fases de desarrollo de un nuevo producto, según la fase a desarrollar y las características del mismo. Por ejemplo, para la primera fase (concepto inicial del producto) la información de patentes se aplicaría para obtener un informe del estado de la técnica y analizar las necesidades del mercado; en la segunda fase (identificación de características del producto) se obtendría información sobre el posicionamiento de tecnologías frente a necesidades del mercado y para el análisis y la evaluación de invenciones; en la tercera fase (investigación y desarrollo) se podría efectuar el seguimiento de tecnologías, realizar un análisis continuo de nuevas tecnologías concurrentes y el informe de patentabilidad; en la cuarta fase (lanzamiento del nuevo producto) se analizaría la familia de una patente y su estado legal, se podrían buscar potenciales licenciarios y en la quinta fase (explotación y diversificación), buscar nuevos socios, productos y oportunidades de inversión.

6.4. Tech mining/ Minería tecnológica

El Tech mining o Minería tecnológica es definido por (Infante et al., 2010) como la observación que se realiza sobre la tecnología con el fin de detectar y analizar los

cambios tecnológicos que se están presentando, con ello se busca analizar las direcciones de lo que está ocurriendo ahora y que ocurrirá en el futuro considerando el desarrollo de una tecnología en particular. Se debe agregar que la minería tecnológica es la aplicación de herramientas de minería de texto sobre información científica y tecnológica, manteniendo actualizados los procesos de innovación tecnológica. Por otro lado, se destaca que la minería tecnológica se distingue de la minería de datos y de texto por su énfasis en el conocimiento del dominio de la ciencia y la tecnología para informar sus prácticas.

En la Tabla 3 se plasman los diferentes tipos de análisis que se pueden derivar desde la minería tecnológica propuestos por (Porter & Cunningham, 2005)

Tabla 3 Tipo de análisis derivados de la minería tecnológica

A	Vigilancia tecnológica	Cataloga, caracteriza e interpreta las actividades de desarrollo tecnológico
B	Inteligencia Tecnológica Competitiva	Encontrar del ambiente externo ¿Quién está haciendo qué?
C	Previsión Tecnológica	Anticiparse a posibles desarrollos futuros en tecnologías particulares
D	Mapeo Tecnológico	Seguir los pasos de la evolución dentro de tecnologías relacionadas y familias de productos.
E	Evaluación Tecnológica	Anticiparse a posibles indirectas y consecuencias fuera de tiempo de un cambio tecnológico en particular
F	Gestión de los procesos tecnológicos	Brindar información acerca de las tecnologías a los que toman decisiones

Fuente: *Tomado de* (Porter & Cunningham, 2005)

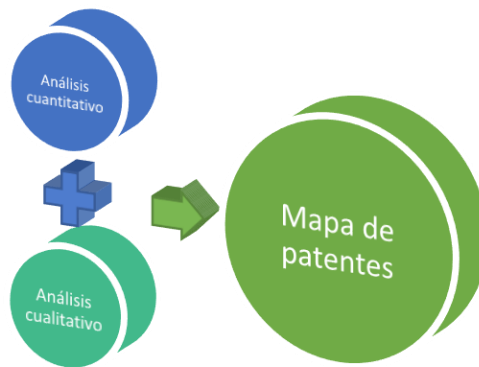
En el presente estudio se realiza un análisis desde el mapeo tecnológico, así como desde la vigilancia en tanto se interpretan los resultados obtenidos desde el mapeo con el fin de identificar las tendencias de desarrollo.

6.5. Mapas tecnológicos /Mapa de Patentes

De acuerdo con el (Worldwide Intellectual Property Service, 2013), los mapas de patentes son la expresión gráfica de los resultados del análisis de patentes con el fin de que la información derivada de este sea entendida de manera fácil y efectiva. Los mapas de patentes se producen

mediante la recopilación de información relacionada con la patente de un campo de tecnología de destino, procesándola y analizándola.

Figura 2 Mapas de patentes



Fuente: *Tomado de* (Worldwide Intellectual Property Service, 2013)

En términos generales,(Barbieri & Palma, 2016) indican que un mapa de patentes es capaz de mostrar relaciones complejas e invisibles entre diferentes documentos de patente, así como sus características peculiares, aprovechando una visualización de dimensiones reducidas más simple. Mientras que (Suzuki, 2011) destaca que la característica más importante de este tipo de mapas es que la información sobre patentes contenida en ellos se ha recopilado para un propósito particular y se ha analizado adecuadamente para ese cumplirlo, también recalca que los mapas de patentes permiten a las personas que no están familiarizadas con el sistema de propiedad intelectual y la información sobre patentes conocer las tendencias tecnológicas, la expansión de las redes de patentes y las áreas de desarrollo estratégico de los competidores.

Por su parte, (Wang et al., 2018) indican que dentro de los usos que se le pueden atribuir a los mapas de patentes se destacan: el análisis de tendencias tecnológicas, interacciones con la competencia, la infracción de patentes, además, destaca que el mapeo

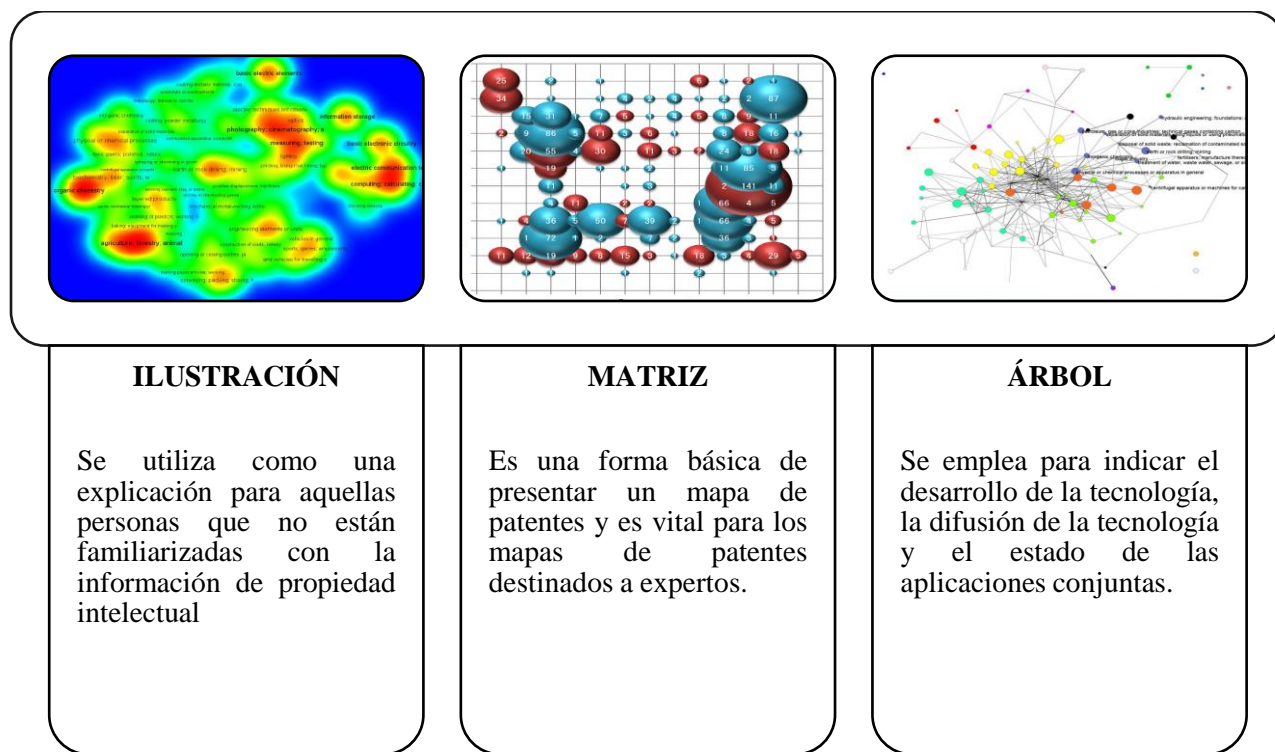
de patentes es un método común que implica presentar información de patentes obtenida de un sistema de recuperación utilizando varios métodos de análisis cualitativo y cuantitativo.

A partir de los mapas tecnológicos se propone obtener información sobre lo que está sucediendo en una determinada área tecnológica: en qué temas se está investigando, cuáles son las líneas de investigación emergentes, cuáles son las empresas y los equipos de investigación líderes, entre otros aspectos, la construcción de estos mapas se basa en la concurrencia de palabras que mide la frecuencia de aparición conjunta de dos palabras. Si dos palabras aparecen juntas, por ejemplo “inmunología” y “electrónica”, en muchos artículos técnicos o en patentes (en sus títulos, resúmenes o palabras clave) existirá evidentemente una relación o “proximidad” entre ambas. Por el contrario, una baja concurrencia entre dos palabras (aparecen juntas muy pocas veces o nunca) será señal de una “lejanía” o falta de relación entre ellas. Los programas informáticos utilizados suelen incorporar técnicas multivariantes, incluyendo análisis por componentes principales (ACP) y análisis factorial de correspondencias (AFC) (Ángulo Cuentas et al., 2008).

6.5.1. Análisis cualitativo

Este tipo de análisis se emplea para analizar el contenido de los documentos de patente individuales y los resultados a menudo contienen números de documentos que son relevantes. Normalmente, un mapa de patentes se presenta como una ilustración, gráfico, estructura de árbol, tabla o matriz. Los resultados de un análisis cualitativo rara vez se presentan en forma de gráfico (Suzuki, 2011).

Figura 3 Tipos de mapas de análisis cualitativo



Fuente: Tomado de (Suzuki, 2011)

6.5.2. Análisis cuantitativo

El análisis cuantitativo, por su parte, implica la formación de un grupo de patentes como grupo principal de una categoría determinada. Utiliza información bibliográfica contenida en la literatura de patentes, que incluye: distinciones entre documentos; números de documento; la clasificación; la nacionalidad, el nombre y la dirección del solicitante; el nombre del inventor; y el número de invenciones. (Wang et al., 2018)

De manera similar a los análisis cualitativos, se utilizan una variedad de formas para presentar los resultados de un análisis cuantitativo, incluidas ilustraciones, gráficos, estructuras de árbol, matrices, etc. De estas formas, un gráfico es la forma básica de presentar los resultados de un análisis cuantitativo. (Suzuki, 2011)

Tabla 4 Métodos analíticos y formas de presentación utilizadas en los principales mapas de patentes

MAPA DE PATENTE	MEJOR MÉTODO ANALÍTICO	FORMA COMÚN DE PRESENTACIÓN
Mapa basado en elementos	Análisis cualitativo	Ilustración
Mapa de desarrollo tecnológico	Análisis cualitativo	Estructura de árbol
Mapa de relaciones entre patentes	Análisis cualitativo	Estructura de árbol
Mapa de matriz	Análisis cualitativo/Análisis cuantitativo	Matriz/ Gráficas
Diagrama de arte sistematizado	Análisis cuantitativo	Ilustración
Mapa de series de tiempo	Análisis cuantitativo	Gráfica
mapas de análisis de picos gemelos	Análisis cuantitativo	Gráfica
Mapa de maduración	Análisis cuantitativo	Gráfica
Mapa de ranking	Análisis cuantitativo	Lista/Gráfica

Fuente: Tomado de (Suzuki, 2011)

6.6. Matrices de Co-ocurrencia

La matriz de co-ocurrencia representa un gráfico de red, por lo que los indicadores de análisis de la red, como el grado, la centralidad y la densidad, son útiles para identificar tendencias y palabras clave de una tecnología. (Yoon et al., 2011)

7. Metodología

El alcance del proyecto, como fue definido en los objetivos del mismo, plantea el análisis de tendencias de desarrollo en materiales de origen vegetal para la ventana de tiempo 2010 – 2020, partiendo de la revisión de patentes. Con lo anterior, se busca determinar los avances que se han presentado en términos de innovación e investigación de nuevos materiales con base vegetal que hayan sido o puedan, a futuro, ser empleados como sustitutos del EPS. Además, se realizará un comparativo entre los resultados encontrados sobre la temática en bases de datos de literatura científica con aquellos encontrados en bases de patentes, con el fin de confrontar los resultados presentados producto de la investigación que se ha adelantado en la temática y las patentes que se han registrado como fruto de estos y otros procesos.

Lo anterior, también con el fin de obtener una visión más clara frente a la innovación y tendencias en este tema, teniendo en cuenta lo expresado por Albino et al (2014) citado por (de Souza Mendonça et al., 2017):

“Las patentes no representan toda la cartera innovadora. Además, algunas innovaciones no son patentables y las patentes no siempre representan el mecanismo más adecuado para proteger las innovaciones. El valor de las patentes puede variar entre países y las características de los regímenes de apropiación pueden afectar la propensión a patentar”

Por ello es importante realizar un análisis desde estas dos perspectivas, además, de esta manera se facilitó el contar con una cantidad de publicaciones lo suficientemente representativa, con un pool de estudios relacionados que permitiese ser analizada con el fin de encontrar las tendencias.

La metodología empleada consta de tres etapas que son descritas a continuación y que son adaptadas de la propuesta por Albino et al. (2014) citado por (de Souza Mendonça et al., 2017).

Etapa 1

La primera etapa abarca de la búsqueda de las palabras clave (Key words) que serán empleadas, posteriormente, para la formulación de las ecuaciones de búsqueda, por otra parte, se definió la base de datos a emplear para obtener los diferentes documentos que serían procesados y analizados.

Palabras clave (Key words):

Con el fin de encontrar las palabras clave para formular las ecuaciones, se realizó una revisión general de la temática de sustitutos de materiales, materiales de base vegetal y sustitutos del EPS para, de esta forma, encontrar aquellas palabras que coincidieran con el tema y que permitiesen encontrar elementos relacionados para generar las búsquedas. Al realizar la revisión con las palabras clave en español, los portales no arrojaban resultados que pudiesen ser analizados en el contexto de esta investigación razón por la que se determinó que las palabras claves a emplear estarían en el idioma inglés a fin de generalizar y ampliar la búsqueda y los consecuentes resultados. Las palabras clave relacionadas con la temática son sintetizadas en la Tabla 5

Tabla 5 Palabras clave/Key words

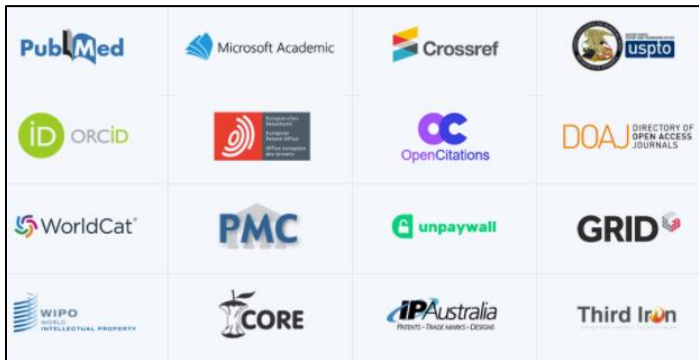
PALABRAS CLAVE/KEY WORDS	
ESPAÑOL	INGLÉS
Poliestireno expandido	Expanded Polystyrene
Material Sustituto	Substitute material
Sustituto/Reemplazo	Substitute /Replacement
Espumas de base biológica	Biobased foams
Espumas biodegradables	Biodegradable foams
Polímero de base biológica	Biobased polymer/ Biopolymer
Materiales verdes	Green materials
Reino vegetal	Planta kingdom

Fuente: Elaboración propia

7.1.1. LENS.ORG Open-Source Platform

La base de datos seleccionada para llevar a cabo las búsquedas tanto de la literatura científica como de las patentes fue la plataforma LENS.ORG.org que es una “infraestructura cibernética global abierta” que incorpora las fuentes de datos de patentes de los registros bibliográficos DocDB de la Oficina Europea de Patentes desde 1907, solicitudes de la USPTO desde 2001, subvenciones de la USPTO desde 1976, asignaciones de la USPTO, subvenciones de la Oficina Europea de Patentes (EP) desde 1980, solicitudes PCT de la OMPI desde 1978 y texto completo de patente australiana de IP Australia. Los conjuntos de datos académicos también están integrados con PubMed, CrossRef y Microsoft Academic (Saheb & Saheb, 2020), esta última posee características de gran importancia como el ser multidisciplinar, al albergar un rango completo de disciplinas académicas, así como el ser polidocumental al incluir libros, capítulos de libros, comunicaciones de congresos, patentes y artículos de revistas científicas permitiendo, en el presente estudio, tener una mirada amplia frente los diferentes tipos de literatura científica que se pueden estar generando, así mismo, al tener una diversidad de bases de datos de patente permite que la búsqueda pueda abarcar un amplio espectro.

Figura 4 Fuentes de datos y colaboradores de LENS.ORG



Fuente: Portal web LENS.ORG.ORG

Se resalta que la plataforma LENS.ORG también permite la visualización de analíticas y métricas basadas en los resultados de búsqueda, lo cual supone un insumo de gran valor para el análisis.

7.1.2. Ecuaciones de búsqueda:

Las ecuaciones de búsqueda ayudan a llevar orden en la búsqueda de publicaciones y permiten evaluar tendencias durante el tiempo. La composición de estas ecuaciones se basa en las palabras clave que se definieron en el apartado 0 del presente documento. En la formulación de las ecuaciones se hace uso de los conectores lógicos OR, AND y NOT, de la siguiente manera: entre sinónimos o familias de palabras clave se usa el conector lógico OR, esto da un grado de flexibilidad al buscador para ampliar la búsqueda; se usa el conector AND para enlazar las familias de palabras clave; NOT es usado si se desea suprimir algún término de la búsqueda. Las ecuaciones también incluyen el límite temporal definido en el objeto de este estudio, por lo que se buscaron investigaciones y patentes relacionadas y hubiesen sido publicadas a partir del año 2010 hasta el 2020, como se planteó en el objetivo general, sin embargo, se evaluó la ventana 2010 – 2021 con el fin de obtener los resultados más actualizados posibles.

7.2. Etapa 2

La segunda etapa consta de la elección del software para el análisis de los datos con el fin de generar las matrices de co-ocurrencia de palabras y los mapas de patentes, para los dos casos fue seleccionado el Software de uso libre VOSviewer.

7.2.1. Matrices de Co-Ocurrencia

Las matrices de co-ocurrencia son construidas por VOSviewer a partir de la información descargadas desde el portal LENS.ORG, en formatos RIS o CVS, a través del denominado índice de similaridad Fuerza de Asociación (FA):

Este índice calcula la fuerza de la co-ocurrencia de dos elementos en los documentos, dividida por sus ocurrencias solitarias en todo el corpus. Se formula de la siguiente manera: $S_{ij} = C_{ij} / w_i * w_j$ donde C_{ij} es el número de co-ocurrencias de los ítems i y j y, w_i y w_j el total de ocurrencias de los ítems i y j por separado. La fuerza de la asociación es en realidad una medida probabilística bien conocida para calcular la probabilidad de que dos elementos coincidan más que por casualidad (cohesión léxica o medida de asociación), bajo el supuesto de que sus ocurrencias individuales son estadísticamente independientes. (Yang et al., 2018)

7.2.2. Elaboración de mapas

Los mapas de patentes fueron realizados por medio del software VOSviewer siendo esta una herramienta para la construcción y visualización de redes bibliométricas desarrollado por Nees Jan van Eck y Ludo Waltman del Centro de Estudios de Ciencia y Tecnología (CWTS), de la Universidad de Leiden.

Para obtener una visualización, VOSviewer aplica la técnica de normalización de la fuerza de asociación, mediante la cual son generadas las matrices de co-ocurrencia previamente explicadas, luego se emplea la técnica del mapeo VOS, donde VOS significa visualización de similitudes (visualization of similarities) y finalmente la técnica de agrupación, mediante este proceso se genera el posicionamiento de los nodos en un espacio bidimensional, de manera que los nodos que se posicionaron cerca los unos de los otros se consideraron que estaban fuertemente relacionados, mientras que los nodos muy alejados se consideraron que estaban débilmente relacionados. (van Eck & Waltman, 2010)

Una agrupación (cluster) es un conjunto de nodos estrechamente relacionados según el tipo de vínculo que se analiza; cada nodo es asignado exactamente a un cluster y se encuentran diferenciados por colores. (Limaymanta, 2020) Los nodos se encuentran conectados por enlaces o líneas el grosor de las líneas representa la fuerza de los vínculos.

Los mapas son elaborados con base en la información descargada de LENS.ORG que ha sido preprocesada, se realizaron dos tipos de mapas:

Mapa de red de co-autoría: Esta red muestra la colaboración entre autores en un artículo, este tipo de análisis permite evaluar las tendencias de colaboración, identificar a los principales investigadores y organizaciones.

Mapa de co-ocurrencia de palabras: Este tipo de mapas hace uso de las palabras contenidas los campo de título, resumen y keywords como unidad de análisis, y la co-ocurrencia de estas como indicador relacional. De acuerdo con (Gavilanes, 2017), este tipo de análisis es posible identificar áreas emergentes de conocimiento, composición temática de líneas de investigación, entre otras por lo que es la metodología que se aplicará en el presente estudio atendiendo al objetivo general del mismo.

7.3. Etapa 3:

La etapa 3 supone el análisis de los resultados obtenidos a través de las ecuaciones empleadas en LENS.ORG, así como de las métricas que esta plataforma proporciona y de los mapas generados en VOSviewer todo ello con el propósito de establecer el estado de las tendencias de materiales de origen vegetal empleados como sustitutos del EPS.

8. Resultados y Discusión

Con base en la metodología descrita, plantearon una serie de ecuaciones de búsqueda con el fin de encontrar aquella que, tras su revisión y análisis, brindará los mejores resultados en términos de patentes y literatura científica que estuviesen directamente relacionadas con el tema. Como resultado, se sintetizaron las ecuaciones formuladas que resultaron más relevantes, con el subsecuente número de resultados, así mismo, se realizaron las observaciones asociadas a cada una de estas con el fin de encontrar la ecuación más apropiada y de la que cuyos resultados serán analizados para plantear las tendencias de desarrollo que se están presentando tanto en ámbitos investigativos, como en generación de procesos y patentes. En la Tabla 6 se sistematizan las ecuaciones generadas para la indagación de patentes, mientras que la Luego de comprar los resultados obtenidos para cada una de las ecuaciones formuladas, se encontró que la ecuación del ítem 1 de la Tabla 6 arrojaba la mayor cantidad de resultados asociados con la intención de la búsqueda siendo estos quienes brindaban mejores instrumentos para el análisis, hecho que se validó mediante la revisión de cada uno de los 349 resultados generados, encontrando finalmente 8 patentes relacionadas con el objeto de estudio que, en última instancia, fueron los resultados empleados para el análisis.

Tabla 7 denota las ecuaciones formuladas en la búsqueda de literatura científicas.

Tabla 6 Ecuaciones formuladas para la búsqueda de patentes en LENS.ORG

ITEM	ECUACIÓN	NÚMERO DE PATENTES	OBSERVACIONES
1	("Expanded polystyrene") AND (Substitute AND plant) Filters: Publication Date = (2010-01-01 - 2021-12-31) Grouped by Extended Families	349	Esta ecuación brindaba una mayor cantidad de resultados relacionados, en comparación con las demás ecuaciones propuestas.
2	("Expanded polystyrene") AND (Substitute AND ((biopolymers OR natural)))	5131	Los resultados producto de esta ecuación no evidenciaban un filtro adecuado para obtener aquellas

	Filters: Publication Date = (2010-01-01 - 2021-12-31) Expanded by Simple Families		patentes que estuviesen relacionadas con la sustitución del EPS.
3	("Expanded polystyrene") Filters: Grouped by Simple Families CPC Classification Code = (B29k2311/10)	8	En esta ecuación, además de las Key words, se empleó el código de clasificación de patentes relacionadas, Solo una de las patentes esta directamente relaciona con la temática
4	("expanded polystyrene") OR ("substitute material" OR (Biofoam OR (vegetable OR (plant OR (fiber AND based))) Filters: Publication Date = (2010-01-01 - 2021-12-31) Grouped by Extended Families	1,803,352	Con la final de validar el uso de los operadores booleanos, se empleó una combinación de términos en donde se incluyese el operador OR a fin de validar los resultados para este caso, encontrando que este tipo de arreglo genera que la plataforma incluya todas aquellas patentes que contengan el término por lo que no discrimina puntualmente a aquellos que permiten validar el objeto de este estudio.
5	Patents = ("expanded polystyrene") AND ("substitute material") AND (Biofoam AND (vegetable AND (plant AND (fiber AND based))) Filters: Publication Date = (2010-01-01 - 2021-12-31) Grouped by Extended Families	0	En contraste con la ecuación anterior (ítem número 5 de la tabla) al emplear el booleano AND la plataforma no registra ningún tipo de resultado.

Fuente: Elaboración propia

Luego de comprar los resultados obtenidos para cada una de las ecuaciones formuladas, se encontró que la ecuación del ítem 1 de la Tabla 6 arrojaba la mayor cantidad de resultados asociados con la intención de la búsqueda siendo estos quienes brindaban mejores instrumentos para el análisis, hecho que se validó mediante la revisión de cada uno de los 349 resultados generados, encontrando finalmente 8 patentes relacionadas con el objeto de estudio que, en última instancia, fueron los resultados empleados para el análisis.

Tabla 7 Ecuaciones formuladas para la búsqueda de literatura científica en LENS.ORG

ITEM	ECUACIÓN	NÚMERO DE TRABAJOS	OBSERVACIONES
1	("Expanded polystyrene") AND (Substitute AND (material AND plant)) Filters: Year Published = (2010 - 2021) Query contains regular expression = Enabled External ID Type = (excl PubMed, excl PubMed Central)	67	Con el uso de estos términos y filtros de búsqueda se encontró una mayor afinidad de los resultados con el objetivo del estudio, en tanto los mismos denotaban la orientación de la investigación hacia materiales de

			origen vegetal como posibles sustitutos de otros materiales, entre ellos el EPS.
2	("Expanded polystyrene") AND (Substitute) AND (biopolymers OR natural) Filters: Year Published = (2010 - 2021) External ID Type = (excl PubMed, excl PubMed Central)	121	De manera similar a lo ocurrido con la ecuación del Ítem 1, se encontró afinidad de resultados con el objetivo de estudio, sin embargo, no todos los resultados estaban orientados hacia la investigación sobre materiales sustitutos del EPS.
3	(title:(expanded polystyrene) OR abstract:(expanded polystyrene) OR keyword:(expanded polystyrene) OR field_of_study:(expanded polystyrene)) OR (title:(biobased) OR abstract:(biobased) OR keyword:(biobased) OR field_of_study:(biobased)) AND (title:(biodegradable) OR abstract:(biodegradable) OR keyword:(biodegradable) OR field_of_study:(biodegradable)) OR (title:(natural) OR abstract:(natural) OR keyword:(natural) OR field_of_study:(natural)) OR (title:(biocomposite) OR abstract:(biocomposite) OR keyword:(biocomposite) OR field_of_study:(biocomposite)) OR (title:(substitute) OR abstract:(substitute) OR keyword:(substitute) OR field_of_study:(substitute))	6189	Los resultados no discriminaban a aquellos estudios que estaban dirigidos a materiales que se proponen como posibles sustitutos del EPS, la ecuación no cuenta con la suficiente precisión para discriminarlos.
4	(Title:(Substitute) OR abstract:(Substitute) OR fulltext:(Substitute)) AND (title:(Replacement) OR abstract:(Replacement) OR fulltext:(Replacement)) AND (title:(Expanded polystyrene) OR abstract:(Expanded polystyrene) OR fulltext:(Expanded polystyrene)) AND (title:(Biobased material) OR abstract:(Biobased material) OR keyword:(Biobased material) OR field_of_study:(Biobased material))	1	Al establecer más términos en la búsqueda, la misma se restringe.

Fuente: Elaboración propia

Por su parte, en el caso de la literatura científica, se replicó la búsqueda con los mismos términos de la ecuación seleccionada en el caso de patentes y se encontró que, en comparación con las otras ecuaciones formuladas, se presentaban mejores resultados por lo que se decidió, también, trabajar con la ecuación del ítem 1 de la Tabla 7. Por otra parte, se generó la ecuación del ítem 2 en donde se incluyó la palabra biopolímeros (biopolymer)

haciendo referencia a polímeros de base vegetal, con esta combinación de palabras, se encontraron resultados asociados por lo que se realizó una revisión de cada uno de los resultados de las ecuaciones 1 y 2 en tanto fueron las que arrojaron resultados con mayor relación, en la plataforma de LENS.ORG se generó una colección en donde se agruparon los resultados que estuviesen dentro de la línea de estudio con el fin de garantizar que los resultados obtenidos en efecto estuviesen vinculados con materiales sustitutos del EPS y cuyo origen fuera una base vegetal.

Tras realizar este filtro, se obtuvieron 21 documentos relacionados, estos resultados fueron empleados para el posterior análisis.

Se destaca que al llevar a cabo la búsqueda con las ecuaciones de patente previamente indicadas, se emplearon términos “Expanded Polystyrene”, “Substitute material” y “plant”, además de “Biopolymer” en el caso de la literatura científica, se realiza la salvedad de que al emplear este término en la ecuación de búsqueda de patentes no se encontraron resultados concluyentes por lo que el término no fue empleado en dicho caso; Estos términos o palabras clave, fueron seleccionadas luego de realizar diferentes combinaciones en conjunto con los operadores booleanos con el fin de encontrar aquella que proporcionará los resultados más precisos.

Se ha de tener en cuenta que la búsqueda se orientó, principalmente, a buscar aquellos sustitutos de EPS, es decir, aquellos que estuviesen encaminados a reemplazar este material dadas sus propiedades y aplicaciones, razón por la que la búsqueda fue muy puntual con el fin de obtener los resultados más detallados posibles, no obstante, se encontró que hay diversos materiales encaminados a reemplazar espumas de poliestireno en general o con diferentes características del EPS que no eran objeto de este estudio o bien, los resultados que podrían estar relacionados con la temática, no se encontraban inmersos en la ventana de tiempo planteada. Así mismo, ha de destacarse que la búsqueda no se enfocó en un solo tipo de aplicación, sino que se pretendió

encontrar la generalidad de este material y de las posibles alternativas que se han planteado frente al mismo.

Partiendo de los resultados obtenidos se realiza el análisis, presentado a continuación, de los documentos de patente encontrados, así como los documentos de literatura científica.

8.1. Patentes

En la Tabla 8 se sintetiza la información de los documentos de patente encontrados que tienen una relación directa con los materiales de origen vegetal empleados como posibles sustitutos del poliestireno expandido, tras realizar la revisión de cada uno de los 349 resultados que arrojó la plataforma LENS.ORG al emplear la ecuación ("*Expanded Polystyrene*") AND (*Substitute AND plant*), se encontró que 8 de estas patentes tenían una relación directa con esta temática. Además, detectó que estas patentes describían métodos y procedimientos para generar elementos como embalajes, paneles aislantes, composiciones de materiales, así como la conversión de un material fibroso en una estructura de espuma celular. En general, las patentes hacían mención del uso de materiales biobasados, fibras naturales, material lignocelulósico, mediante los cuáles podían llevarse a cabo procesos para generar materias primas que pudiesen ser buenos sustitutos del EPS en tanto, se mencionaba la problemática ambiental que se encuentra estrechamente relacionada con este material, especialmente, en su posconsumo, que también fue descrito en el apartado 6.1.1 del presente documento

Tabla 8 Consolidación de patentes producto de la búsqueda

ÍTEM	CÓDIGO DE PATENTE	PAÍS	AÑO	RESUMEN	ESTADO
1	WO 2019/185313 A1	Italia	2019	Un embalaje (10, 110), que comprende un aislante térmico (15, 115) encerrado entre dos capas, una primera capa (13a, 14a, 113a), que es externa al embalaje, y una segunda capa (13b, 14b, 113b), que es interno al embalaje. El aislante térmico (15, 115) está fabricado con fibras naturales... Otra de las peculiaridades de la invención consiste en que tal el aislante térmico 15 está hecho de fibras naturales. Tales fibras naturales son, por ejemplo, algodón y/o lana y/o lyocell y/o similares.	Pendiente
2	US 2021/034755 0 A1	Estados Unidos	2021	Un sistema de paneles aislantes a base de fibra natural para facilitar el envío. Uno o más paneles a base de fibra natural se insertan en el interior de un contenedor de envío para encapsular la carga útil, o en el exterior del contenedor de envío para encapsular el contenedor de envío y la carga útil. Una película o membrana puede encapsular uno o más de los paneles aislantes. Pueden estar presentes microperforaciones en la membrana para facilitar la captura de la humedad del interior.	Pendiente
3	US 2020/037773 2 A1	Estados Unidos	2020	Se presenta una composición que comprende (a) un material lignocelulósico y/o un material celulósico; y (b) un derivado de la celulosa. También se da a conocer un proceso para preparar la composición. El proceso puede incluir proporcionar un derivado de celulosa en un disolvente; y mezclar un material lignocelulósico y/o un material celulósico en el disolvente. El material lignocelulósico y/o el material celulósico puede comprender el 90% de partículas que van de 0,01 a 5 mm de tamaño. El material lignocelulósico y/o el material celulósico pueden derivarse de un residuo de biomasa.	Pendiente
4	US 7967904 B2	Estados Unidos	2009	La presente invención proporciona un método y materiales mejorados para la formación de contenedores biodegradables que pueden contener productos alimenticios en condiciones secas, húmedas o húmedas y proporciona los contenedores biodegradables preparados según el proceso descrito. Los envases se producen mediante el uso de una suspensión de almidón pregelificado que es única en su capacidad para formar geles hidratados y para mantener esta estructura de gel en presencia de muchos otros tipos de materiales y a bajas temperaturas.	Inactivo

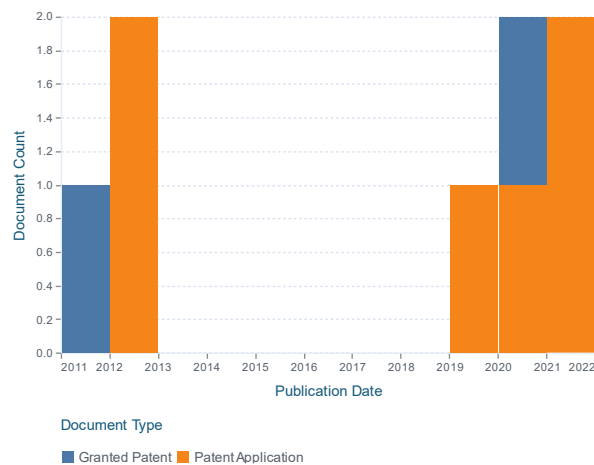
5	US 2021/003141 3 A1	Estados Unidos	2021	Se proporciona un sistema y un método para crear un sustituto de espuma rígida. Mediante el uso de materiales de unión naturales y materiales de fibra natural, el sistema y el método pueden utilizarse para crear sustitutos ecológicos para el poliestireno expandido. El sistema generalmente comprende una sala de procesamiento y una instalación de moldeo. La sala de procesamiento puede incluir un abridor, limpiador y soplador, que se puede utilizar para romper y limpiar el material de fibra natural. La instalación de moldeo puede incluir una mezcladora, moldeadora y horno, que se puede utilizar para crear moldes. El método generalmente implica el procesamiento de un material de fibra natural antes de mezclarlo con un material de unión natural y fluido para crear una mezcla fluida, donde dicha mezcla fluida es posteriormente moldeada y curada para crear un producto terminado.	Pendiente
6	US 10875979 B2	Estados Unidos	2020	Un proceso de espumado para convertir material fibroso en una estructura de espuma celular incluye mezclar material fibroso y un agente aglutinante a base de disolvente para formar una mezcla; saturar la mezcla con un gas presurizado para formar una mezcla saturada de gas; expandir el gas mezcla saturada mediante la reducción de la presión del gas presurizado para formar una mezcla expandida con huecos en el material fibroso; y el curado de la mezcla expandida para ajustar el material fibroso y expulsar el disolvente para proporcionar una red estable de material fibroso con propiedades de amortiguación.	Activa
7	CN 102505579 A	China	2012	Procedimiento de preparación de un material amortiguador de fibra vegetal. El método de preparación se caracteriza por que la fibra vegetal se utiliza como materia prima de partida, se adopta un proceso de conformación húmeda, y el material de amortiguación de fibra vegetal se prepara directamente mediante la adición de agua para descongestionar, colocando en un molde, deshidratación y conformación, secado y acabado y otras etapas que se realizan secuencialmente. Al adoptar el método de preparación para preparar el material amortiguador de fibra vegetal, no se introducen un agente reticulador, un adhesivo y otras materias primas aditivas, por lo que el costo se reduce en gran medida y se logran efectos verdes y ecológicos completos; el producto tiene la densidad de 0,1-0,2 g/cm ³ ; y a través de la prueba, el producto tiene el coeficiente de amortiguación alrededor de 3,0-5,0 y es un excelente EPS (poliestireno expandible) sustituto.	Activa

8	US 2012/001030 7 A1	Estados Unidos	2012	La invención proporciona una composición y un proceso para la producción de perlas expandibles a partir de un polímero termoplástico compostable o biobasado. Un aspecto clave de esta invención es la capacidad de incorporar cantidades suficientes de agente soplante de hidrocarburos en la matriz del polímero compostable o biobasado. Se puede utilizar el siguiente proceso. En primer lugar, las materias primas de polímeros compostables o biobasados, aditivos hidrofóbicos y otros aditivos se mezclan mediante técnicas de procesamiento de fusión. A continuación, se añade un agente de soplado de hidrocarburos a la mezcla, ya sea por adición en la masa fundida o por impregnación en el sólido, para producir un grano expandible. Los abalorios pequeños, ligeros y espumados se producen calentando el abalorio expandible. Luego, las perlas expandidas se utilizan posteriormente en operaciones convencionales para moldear en artículos espumados.	Discontinuada
---	---------------------------	-------------------	------	---	---------------

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el análisis de documentos de patente, se encontró que los años 2012 y 2021 son los años con mayor número de aplicación de patentes (Patent application) con dos aplicaciones cada uno, por otra parte, en el año 2020 se cuenta con una aplicación de patente y una patente concedida. Mientras que, como se evidencia en la Figura 5, entre los años 2013 y 2018 no se cuenta con ningún registro de patentabilidad en torno a materiales sustitutos del EPS de origen vegetal.

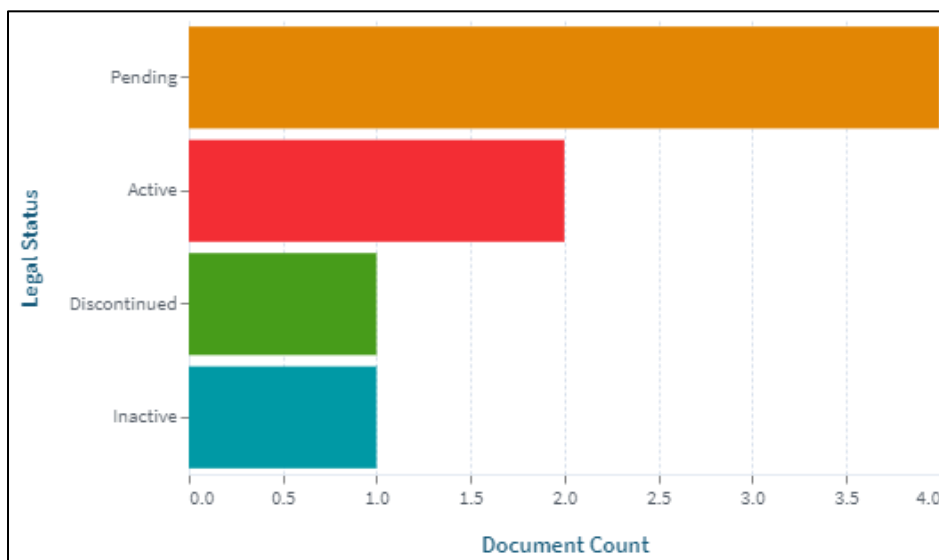
Figura 5 Documentos de patente a lo largo del tiempo



Fuente: Portal web LENS.ORG.ORG

Paralelamente, la Figura 6 da cuenta que 4 documentos, correspondientes al 50% de las patentes encontradas, se encuentran con un estatus legal de pendiente (pending), entendiendo que este estatus corresponde a la información y todos los cambios acontecidos con la patente desde su solicitud hasta su finalización, es decir, que el mayor porcentaje de las patentes encontradas aún se encuentran en trámite para adquirir los derechos derivados del estado activo. Con respecto a las patentes activas se encuentra que 2 de los documentos, el 25% del total, se encuentran en un estado activo, un 12,5% en estado discontinuado y el 12,5% restante se encuentra inactivo

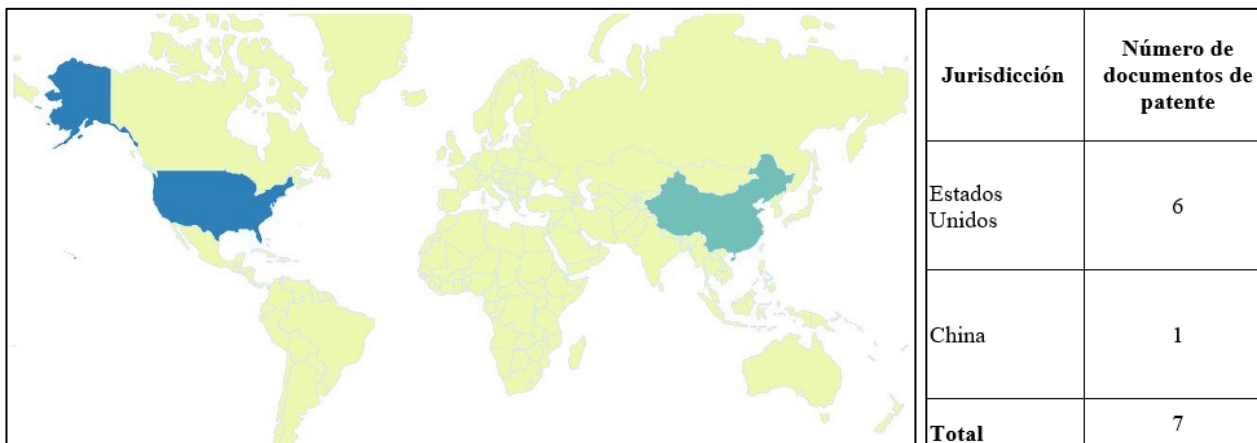
Figura 6 Estado legal de los documentos de patente



Fuente: Portal web LENS.ORG.ORG

Con base en la Figura 7 se realiza un conteo del número de documentos de patente de acuerdo con su clasificación CPC, en donde se encuentra que las clasificaciones más destacadas corresponden a la Sección C: Química; metalurgia; Clase C08: Compuestos orgánicos macromoleculares; su preparación o elaboración química: composiciones a base de él. Y las subclases más relevantes C08J: Elaboración; Procesos generales de

Figura 8 Documentos de patente por jurisdicción

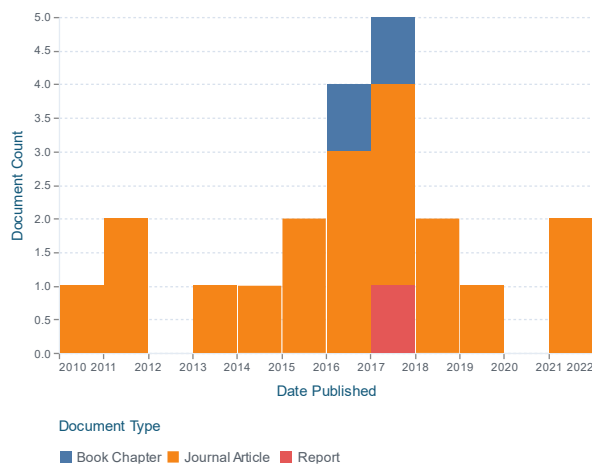


Fuente: Portal web LENS.ORG.ORG

8.2. Literatura científica

Como resultado de la búsqueda de literatura científica se encontraron que, de los 21 resultados obtenidos, fue el año 2017 en donde se presentó una mayor producción con un total de 5 documentos discriminados en 1 reporte, 3 artículos de revista y 1 capítulo de libro, el segundo año con mayor productividad corresponde al año 2016 con un total de 4 documentos correspondientes a 3 artículos científicos y 1 capítulo de libro. Paralelamente, los años con menor producción corresponden al año 2010, 2013, 2014 y 2019 que contaron, cada uno, con 1 solo documento correspondiente a artículo de revista. La información es sintetizada en la Figura 9. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

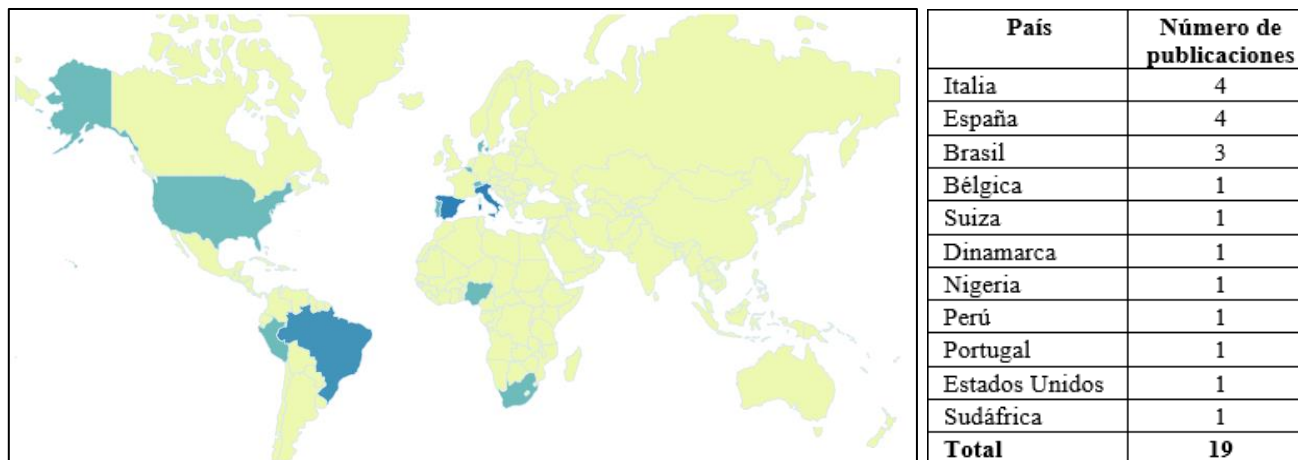
Figura 9 Trabajos académicos a lo largo del tiempo



Fuente: Portal web LENS.ORG.ORG

La Figura 10 presenta la frecuencia de los principales campos de estudio en los cuales han sido clasificados cada uno de los documentos de literatura científica resultantes en la búsqueda y depuración previamente descrita, es posible evidenciar que el principal campo de investigación asociado es la ciencia de los materiales (Materials Science) que es entendida como un área interdisciplinaria en la que se incluyen los estudios de la estructura y las propiedades de cualquier material, la creación de nuevos tipos de materiales y la manipulación de las propiedades de un material para satisfacer las necesidades de una aplicación específica (Hutagalung, 2012). Por otra parte, otro de los campos relevantes dentro de la temática es el de Material compuesto (Composite material), este tipo de material se forma por la combinación de dos o más materiales con propiedades diferentes, los materiales trabajan juntos para dar al compuesto propiedades únicas, pero dentro del compuesto puede diferenciar fácilmente los diferentes materiales: no se disuelven ni se mezclan entre sí, un ejemplo en la naturaleza de un material compuesto es la madera conformado por largas fibras de celulosa (una forma muy compleja de almidón) unidas por una sustancia mucho más débil llamada lignina. (Williams, 2016), lo que permite inferir que esta es

Figura 11 Países con mayor número de publicaciones de literatura científica



Fuente: Portal web LENS.ORG.ORG

8.3. Mapeo

El mapa científico representa la estructura científica o conceptual de un campo científico y se utiliza para ilustrar los resultados derivados del análisis de publicaciones en un campo desde diferentes ángulos. También se utiliza para elaborar una vista general del dominio con el objetivo de descubrir las relaciones ocultas. (Lee, 2016). En el presente estudio este recurso es empleado con el fin de visualizar el estado situacional de la investigación e innovación en torno a materiales de origen vegetal y su posibilidad de ser empleados como sustitutos del poliestireno expandido.

8.3.1. Análisis de co-autoría

La investigación en co-autoría es un contenido importante de la bibliometría y el nivel de colaboración en la investigación es un índice para evaluar el estado actual de la investigación en un campo específico, a continuación, se muestran los resultados de mapas de red co-autoría tanto para resultados de documentos de patente como para los de literatura científica.

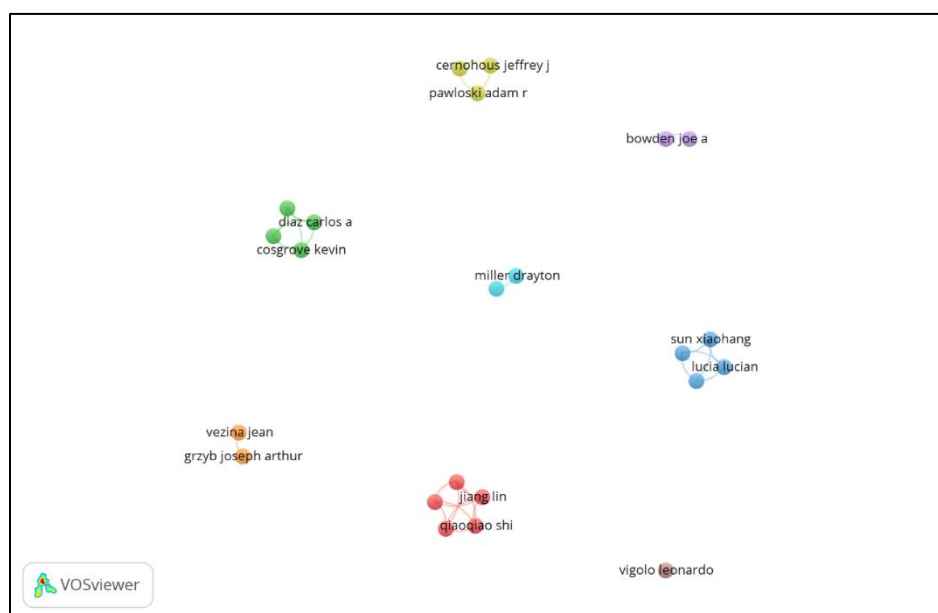
- Documentos de patente

Para la construcción del mapa de red co-autoría, en el caso de los documentos de patente, se estableció que el número mínimo de documentos por autor sería de 1, considerando que la cantidad de documentos dispuestos para el análisis no es alta y a fin de que, de esta forma, se

tuviese una visión general del comportamiento y relacionamiento entre todos los autores 23 autores vinculados con estos documentos. A partir de la información cargada al programa VOSviewer (van Eck & Waltman, 2010), la cual fue descargada desde LENS.ORG en formato RIS, se generó la matriz de ocurrencia normalizada y el mapa de red de co-autoría (Figura 12; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Los enlaces dan muestra de las relaciones de co-autoría entre los documentos de patente, mientras que el color de los nodos discrimina al grupo en el que cada autor se encuentra ubicado con base en la similaridad temática. Se obtuvieron en total 8 cluster o grupos, correspondientes a cada uno de los documentos.

La red tiende a ser poco densa y desconectada, lo que denota que no hay vínculos entre los investigadores, por lo que no se cuenta con colaboraciones entre los mismos, ello considerando que los enlaces indican el número de vínculos de coautoría de un determinado investigador con otros investigadores, mientras que el atributo Fuerza total del vínculo indica la fuerza total de los vínculos de coautoría de un investigador determinado.

Figura 12 Mapa de red de co-autoría de documentos de patente



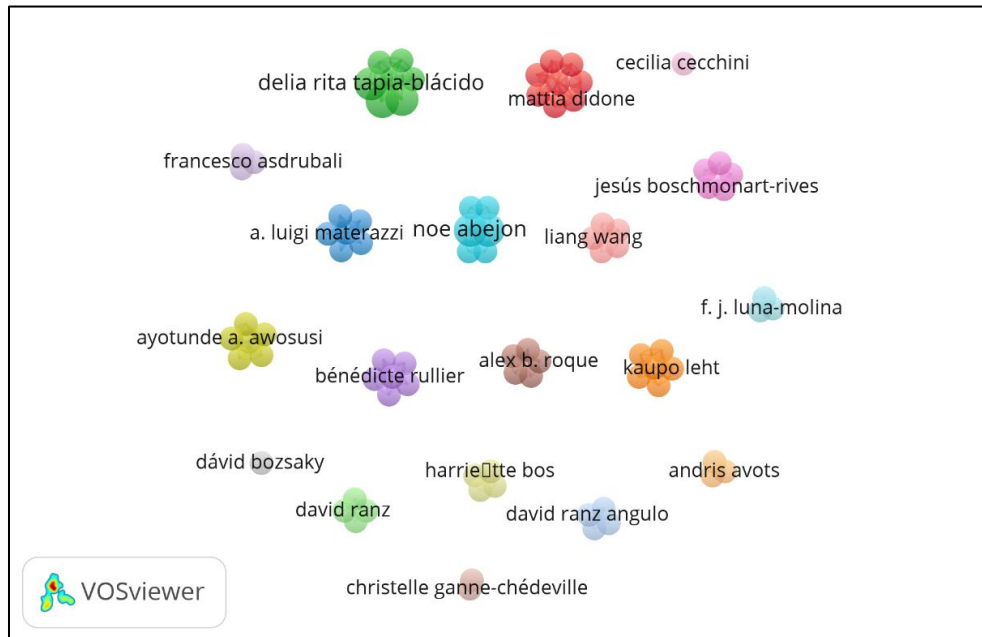
Fuente: Elaboración propia

- **Literatura científica**

En el caso de la literatura científica (

Figura 13) también se estableció 1 como número mínimo de documentos por autor, contando con un total de 85 autores, que presentaron un comportamiento similar al de la red de co-autoría de los documentos de patentes al no ser una red densa y desconectada, considerando que no se presentan vínculos entre los nodos, además se evidencian 19 clusters o grupos representados por diferentes colores. Los clusters con círculos de mayor diámetro, representan aquellos autores con mayor número de citas que puede, a su vez, entenderse como aquellos con mayor influencia dentro del campo.

Figura 13 Mapa de Co-autoría literatura científica



Fuente: Elaboración propia

En el caso del campo de materiales de origen vegetal empleados como sustitutos del EPS se evidencia que en las redes de co-autoría no se encuentran conectadas entre sí, indicando esto

que las colaboraciones entre investigadores no son significativas, sin embargo, y como lo expresa (E Fonseca et al., 2016) no todos los esfuerzos de colaboración dan como resultado publicaciones y/o patentes, además, no todos los artículos escritos en colaboración implican necesariamente la colaboración en forma de intercambio de conocimientos entre los autores, por lo que si bien este es un indicador importante en términos de las tendencias y esfuerzos que se están presentando, no es la única forma de medir los vínculos entre investigadores.

8.3.2. Análisis de co-ocurrencia de palabras

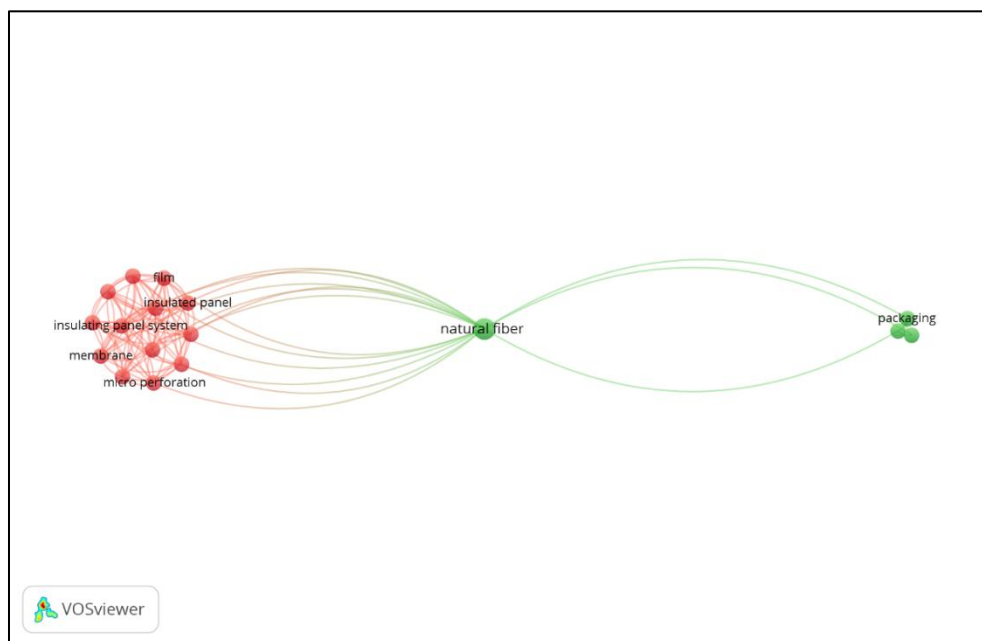
El análisis de co-palabras es un método adecuado para dibujar estructuras de conocimiento y mapas temáticos con más ventajas que otros enfoques analíticos como el análisis de citas en el campo de la cienciometría. (Raeeszadeh et al., 2019). A continuación, se muestran los resultados del mapeo de co-ocurrencia de palabras tanto para resultados de documentos de patente como para los de literatura científica.

- Documentos de patente

En la muestra de los 8 documentos de patentes obtenidos a través de la metodología empleada, se extrajeron 126 términos que da cuenta de las palabras más relevantes desde los campos de Título y Abstract, a partir de este proceso de extracción de palabras, y tras establecer que la frecuencia de aparición de las palabras fuese superior a 1 considerando la baja cantidad de documentos dispuestos para el análisis, VOSviewer realiza el cálculo de una puntuación basado en la relevancia de las palabras, la opción predeterminada selecciona el 60% de los términos más relevantes seleccionando un total de 76 palabras relevantes. Previamente, y antes de visualizar la red de co-palabras se eliminaron palabras como *size*, *layer*, *present invention*, *type*, *use*, entre otras que no resultaban relevantes para

el análisis, por último, se cuenta con un total de 58 palabras a partir de las cuales se genera una matriz de co-ocurrencia de dimensiones 58x58, en la que se contaron las veces que dos palabras co-ocurren. A partir de esta información, se construye la red de co-ocurrencia de palabras (Figura 14) en donde los enlaces muestran las relaciones de co-ocurrencia entre los dos cluster o grupos diferenciados por colores, en la figura se evidencia que el enlace entre nodos corresponde a la palabra *natural fiber* (fibra natural), por otra parte, el tamaño de las etiquetas y el diámetro de los círculos fueron proporcionales a la frecuencia y a la fuerza de las conexiones de las respectivas palabras relevantes dentro de los documentos.

Figura 14 Mapa de red de Co-ocurrencia de palabras en documentos de patente



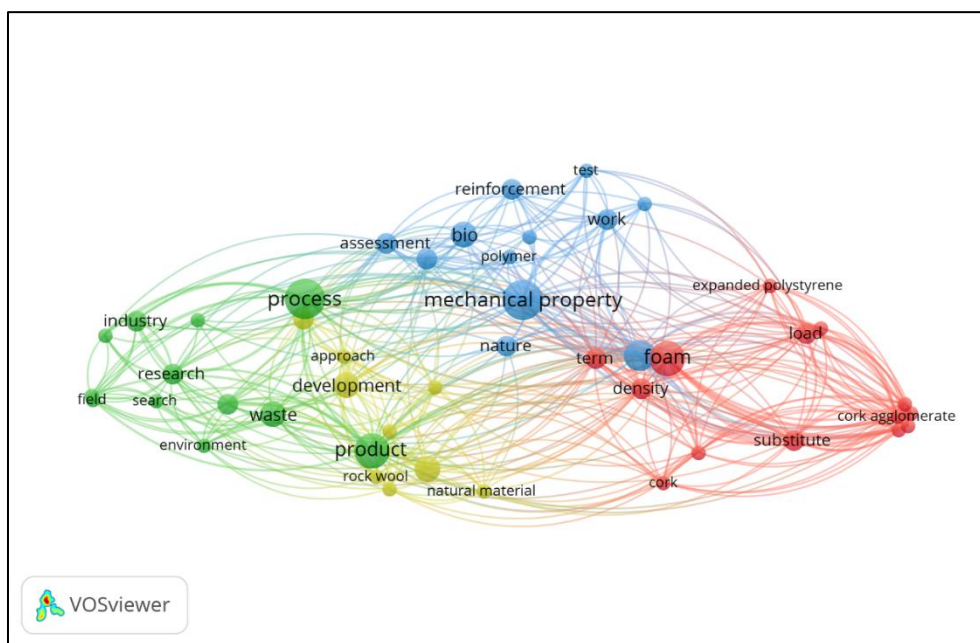
Fuente: Elaboración propia

- Literatura científica

En contraste, en el caso de la literatura científica se encontraron un total de 630 palabras relevantes dentro de los 21 documentos que se obtuvieron. Posteriormente se estableció una frecuencia de aparición de la palabra superior a 2 lo que derivó en 122 términos filtrados de

acuerdo con esta característica. Así como en el caso de documentos de patentes, se mantuvo la opción predeterminada que selecciona el 60% de los términos más relevantes obteniendo 73 términos de los que se excluyeron aquellos que no presentaban relevancia como por ejemplo *favor*, *Hawaii*, *review*, entre otras, dejando así 58 términos relevantes con los cuales fue construida la matriz de co-ocurrencia de 58x58 y posteriormente la matriz de similitud que dio como producto el mapa de la Figura 15.

Figura 15 Mapa de Co-ocurrencia de palabras en literatura científica



Fuente: Elaboración propia

En este mapa las líneas representan la relación de los conceptos entre sí, y las distancias relativas entre los conceptos indican su influencia recíproca, se produjeron 4 clusters en donde términos como mechanical Property (propiedad mecánica), process (proceso), foam (espuma), product (producto) presentan una mayor importancia en tanto los círculos que las representan son de mayor tamaño en comparación de otro, entendiendo

este fenómeno como la cantidad de veces que estas palabras fueron encontradas tanto en títulos como en abstracts.

Sin embargo, se destaca la importancia de términos como Food packaging (envases de alimentos), natural material (material natural), Cork (corcho), Waste (desperdicio) dado que estos dan cuenta de algunas de las nuevas tendencias que se están presentando o en las cuales se están empleando materiales de base vegetal con el fin de sustituir el EPS.

El uso de estas redes puede aclarar las probables similitudes de las áreas en el contexto de materiales de base vegetal como sustitutos del EPS

8.4. Análisis de tendencias

A partir del análisis de documentos de patente y su comparación con publicaciones de literatura científica se descubrió que, pese a que existe una gran preocupación con referencia a las problemáticas ambientales que se encuentran asociadas al uso del EPS, así como a las consecuencias que se están presentando a nivel mundial con motivo de la falta de tratamiento adecuado para este tipo de material luego de que llega al fin de su vida útil, no se cuenta con una activa búsqueda de alternativas de origen vegetal que puedan sustituir este material que ha sido tradicionalmente empleado o bien, no se están llevando hasta el nivel de patentabilidad lo que, en términos de los Niveles de Madurez de un Tecnología (TRL por sus siglas en inglés *Technology Readiness Level*) supone que la innovación se encuentra, quizá, en un nivel TRL 3. Investigación aplicada – prueba de concepto; siendo esta la fase en donde se inicia la validación de la idea, la cual ya incluye actividades de investigación y desarrollo como estudios analíticos y pruebas a nivel laboratorio para validar físicamente las predicciones de los elementos separados de la tecnología, aunque estos aún no están integrados en un sistema completo, o bien en el nivel TRL 4. Desarrollo a pequeña escala en laboratorio, en este nivel se integran los componentes básicos o elementos

separados de la tecnología y se valida que funcionen en conjunto a nivel laboratorio con el objetivo de identificar el potencial de ampliación y cuestiones operativas.

Lo anterior, puede verse reflejado en que se cuenta con un mayor número de resultados de literatura científica en contraste con documentos de patente, no obstante, es posible apreciar que pese a que no se cuenta con un alto número de resultados, si se están presentando adelantos en materia de investigación en torno a esta temática, además, ha de tenerse en cuenta que en este estudio solo fueron empleados los recursos proporcionados por las bases de datos contenidas en LENS.ORG, por lo que no se muestra la totalidad de investigaciones que se han venido adelantando en la ventana de tiempo estudiada, sino que, se asume como una primer acercamiento al estado del arte desarrollado en esta temática.

Además, debe tenerse en cuenta que hay factores como los expuestos por (Grant, 2013) que limitan la investigación e innovación en estas temáticas, el autor señala:

“La mayor parte del progreso se ha realizado en la búsqueda de alternativas a los materiales derivados de la petroquímica que sufren una fuerte volatilidad de precios, como matrices y fibras para materiales estructurales. compuestos derivados de materias primas biológicas más sostenibles, incluidos el cáñamo y el lino para las fibras, y la celulosa, el almidón y el ácido láctico para la matriz. Podría decirse que el diseño de compuestos basados en materiales bioderivados requerirá más delicadeza y conocimientos que sus homólogos petroquímicos, ya que las propiedades de los materiales bioderivados suelen ser inferiores.”

Con todo y lo anterior, gracias a los diferentes resultados que se obtuvieron para los dos tipos de documentos fue posible identificar ciertos materiales de origen en torno a

los cuales se han venido presentado el mayor esfuerzo en términos de patentabilidad e investigación, entre ellos se resaltan:

- **Fibras:** Dentro de los resultados encontrados se resalta el uso de la fibra de cáscara de piña (Cabanillas et al., 2019), fibra de sisal ((Lima et al., 2018), fibra de bagazo de caña de azúcar (Cruz-Tirado et al., 2017) como materia prima para la fabricación de materiales sustitutos del EPS. En términos de patente se destaca la titulada: “Método de preparación del material de amortiguación de fibra vegetal” (ZHANG et al., 2012), “Formación y propiedades del material fibroso de espuma celular.” (CHANGFENG et al., 2020) y “Panel aislado a base de fibra natural y sistema de envío con control de temperatura” (JEAN & ARTHUR, 2021)

Las plantas, que producen fibras naturales, se clasifican en primarias y secundarias según su aprovechamiento, estas plantas son aquellas que se cultivan por su contenido de fibra, mientras que las plantas secundarias son plantas en las que las fibras se producen como subproducto. El yute, el cáñamo, el kenaf y el sisal son ejemplos de plantas primarias. (Faruk et al., 2012)

- **Biopolímeros:** Dentro de los resultados encontrados, se destaca la patente “Perlas expandibles de un polímero termoplástico compostable o de base biológica” (PAWLOSKI et al., 2012)

Dentro de las tendencias de búsqueda de alternativas o subtítulos para el EPS, así como para otros tipos de materiales, se encuentran los polímeros compostables o de base biológica para abordar las preocupaciones ambientales asociadas con la eliminación de los materiales una vez que ya no son útiles para el propósito previsto y minimizar el uso de petróleo. Sin embargo, los polímeros deben cumplir con ciertas características físicas y químicas para que sean adecuados para la aplicación prevista. En las espumas expansibles, la composición de polímero debe poder

fabricarse en una forma tridimensional que sea ligera y proporcione resistencia o protección contra impactos, sonido y térmica. (Pawloski et al., 2013)

El ácido poliláctico (PLA) es uno de los más importantes biopolímeros en la actualidad dado que es un plástico 100% de base biológica que se usa ampliamente en aplicaciones de embalaje. El PLA se usa con frecuencia en combinación con otros polímeros biodegradables o de base biológica para mejorar la rigidez y la resistencia y reducir los costos. (van den Oever et al., 2017)

- **Materiales lignocelulósicos:** Dentro de este tipo de alternativa se destaca la solicitud de patente denominada “Bioproductos a base de lignocelulosa y celulosa” (LOKENDRA et al., 2020).

La biomasa lignocelulósica se ha proyectado como una abundante fuente renovable neutra en carbono, que puede disminuir las emisiones de CO₂ y la contaminación atmosférica. Por lo tanto, es una alternativa prometedora para limitar el petróleo crudo, que puede utilizarse para producir biocombustibles, biomoléculas y biomateriales. Además, el principal componente de la biomasa lignocelulósica, la celulosa, se considera el candidato potencial más fuerte para la sustitución de polímeros a base de petróleo debido a sus propiedades ecológicas como la capacidad de renovación, biocompatibilidad y biodegradabilidad. (Isikgor & Becer, 2015)

Todo ello lleva a entender que existe un campo con poca exploración, pero gran potencial en donde se puede llegar a abrir una puerta para Colombia en donde no se cuenta, de acuerdo con los resultados obtenidos, con adelantos en innovación e investigación de este tipo de sustitutos pese a contar con un amplio catálogo de oferta de especies vegetales,

muchas de ellas poco exploradas, pero con un amplio potencial de aplicación en diversos sectores caso tal del Arboloco *Montanoa quadrangularis* Sch. bip. Asteraceae.

Por ello, se resalta la importancia de iniciativas como la propuesta en el marco de la Visión 2050 del Departamento Nacional de Planeación, en su Tendencia 3: Crisis de la biodiversidad y valoración de los servicios ecosistémicos, en donde se plantea la importancia de continuar fortaleciendo la valoración física y expandiendo la valoración económica del capital natural con el que se cuenta en el país con el fin de tener un mayor conocimiento del mismo y, como fruto de ello, abrir nuevas oportunidades para el desarrollo económico, tecnológico y social del país.

9. Conclusiones

. En este estudio se obtuvieron resultados significativos sobre las tendencias que se vienen presentando para la ventana 2010 – 2020, en términos de innovación e investigación en torno a materiales de orden vegetal y su uso como sustitutos del poliestireno expandido EPS en diferentes aplicaciones. Se encontraron en total 8 documentos de patentes relacionadas, siendo Estados Unidos el país con el mayor número de aplicaciones para patentes, mientras que en el caso de la literatura científica se obtuvieron 21 documentos relacionados con la temática, con Italia y España como los países con mayor número de publicaciones.

Gracias a los mapas de co-autoría resultantes fue posible identificar que no se presentan redes de colaboración entre investigadores/autores sino, por el contrario, se presentan nodos aislados con lo que se concluye que en esta temática la investigación colaborativa es poco común. Por otra parte, al analizar los mapas de co-ocurrencia de palabras, se identificó que para los documentos de patente la palabra natural fiber se destaca con base en el número de apariciones de esta en los 8 documentos recuperados, mientras que, para la literatura científica, se contó con una mayor variedad de términos que dan cuenta de las temáticas más destacadas dentro de estas investigaciones.

Con base en la revisión y análisis desarrollado, se evidenció que existe una preocupación generalizada y que gira en torno a las problemáticas ambientales asociadas al uso del EPS, por lo que, esta suele ser la principal motivación que conlleva a la investigación e innovación entorno a materiales sustitutos que puedan suplir las

propiedades de este. Dentro de los materiales de orden vegetal más destacados que han venido siendo investigados y/o se encuentran en procesos de adquisición de patente, se destacan las fibras, entre ellas la de cáscara de piña, sisal y del bagazo de caña de azúcar. Además de los biopolímeros o polímeros de base vegetal, principalmente el ácido poliláctico (PLA) y los materiales lignocelulósicos.

Colombia cuenta con un gran potencial en torno a materiales de orden vegetal que pueden ser llegar a ser empleados como sustitutos de materiales tradicionalmente utilizados como, en este caso específico, el EPS, sin embargo, no se cuenta con el suficiente desarrollo investigativo que permita evaluar y validar su capacidad en diferentes ámbitos y aplicaciones, caso tal de especie *Montanoa quadrangularis* Sch. bip. Asteraceae, por lo que, partiendo de esta revisión y análisis de tendencias, se fundamentan bases para desarrollar programas investigativos en torno a esta y otras especies.

La revisión de documentos de patente y de literatura científica, supone un insumo importante para los investigadores en el camino de formular el estado de arte para cualquier proyecto investigativo, dado que permite construir conocimiento basado en tendencias actuales, teniendo en cuenta la ventana de tiempo que sea estudiada, partiendo del conocimiento acumulado sobre el tema, es así que se permite que el investigador se familiarice con el tema de investigación propiciando la creación de nuevos constructos y definiciones.

10. Recomendaciones.

Se deben adelantar nuevas investigaciones en donde se amplíe o generalice la búsqueda, para tener un panorama más global frente a lo que se está desarrollando en términos de materiales vegetales, especies promisorias, materiales sustitutos, entre otros. Partiendo del panorama general aquí presentado, se abre una ventana de oportunidades en torno a la investigación de esta temática.

Es importante promover la investigación de materiales de orden vegetal con el fin de reconocer sus propiedades y potencialidades, dado que es un tema de gran relevancia y en el cual, un país como Colombia, tiene una gran variedad de alternativas a ser investigadas.

11. Bibliografía

- Ampornphan, P., & Tongngam, S. (2020). Exploring technology influencers from patent data using association rule mining and social network analysis. *Information (Switzerland)*, 11(6), 1–19. <https://doi.org/10.3390/info11060333>
- Ángulo Cuentas, G., Meriño Stand, L., Sepúlveda Chaverra, J., & Mayuris Charris, P. (2008). Diseño y Validación de una Metodología para la Revisión de patentes: Caso Práctico: Celdas de Combustible. *I Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación, December*, 58–70. https://www.researchgate.net/publication/273772327_Diseño_y_Validación_de_una_Metodología_para_la_Revisión_de_patentes_Caso_Práctico_Celdas_de_Combustible
- Arcila, I., & Giraldo, J. (2015). *Evaluación de la producción de pintura a partir de los residuos de poliestireno expandido utilizando un solvente amigable con el ambiente*. Universidad EAFIT.
- Arthuz-López, L., & Pérez-Mora, W. (2019). Alternativas De Bajo Impacto Ambiental Para El Reciclaje Del Poliestireno Expandido a Nivel Mundial. *Informador Técnico*, 83(2), 209–219. <https://doi.org/10.23850/22565035.1638>
- Barbieri, N., & Palma, A. (2016). Mapping energy-efficient technological advances in home appliances. *Energy Efficiency*, 1996. <https://doi.org/10.1007/s12053-016-9470-7>
- Barcelon Yang, C. (2012). Role of patent analysis in corporate R&D. *Pharmaceutical Patent Analyst*, 1(1), 5–7. <https://doi.org/10.4155/ppa.12.1>
- Brent, A. C., & Pretorius, M. W. (2008). SUSTAINABLE DEVELOPMENT: A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR THE TECHNOLOGY MANAGEMENT FIELD OF KNOWLEDGE AND A DEPARTURE FOR FURTHER RESEARCH A.C. *South African Journal of Industrial Engineering May, 19(May)*, 31–52. <http://www.scielo.org.za/pdf/sajie/v19n1/04.pdf>
- Cabanillas, A., Nuñez, J., Cruz-Tirado, J. P., Vejarano, R., Tapia-Blácido, D. R., Arteaga, H., & Siche, R. (2019). Pineapple shell fiber as reinforcement in cassava starch foam trays. *Polymers and Polymer Composites*, 27(8), 496–506. <https://doi.org/10.1177/0967391119848187>
- Cárdenas, J., & Fonseca, E. (2009). Modelación del comportamiento reológico de asfalto convencional y modificado con polímero reciclado, estudiada desde la relación viscosidad-temperatura. *Revista EIA*, 12(2), 125–137.
- Castro, G. B., Carmona, L. O., & Florez, J. O. (2017). Production and characterization of the mechanical and thermal properties of expanded polystyrene with recycled material. *Ingeniería y Universidad*, 21(2), 177–194. <https://doi.org/10.11144/javeriana.iyu21-2.mtpe>
- Cerimi, K., Akkaya, K. C., Pohl, C., Schmidt, B., & Neubauer, P. (2019). Fungi as source for new bio-based materials: A patent review. *Fungal Biology and Biotechnology*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40694-019-0080-y>
- Chang, S.-B., Lai, K.-K., & Chang, S.-M. (2009). Exploring technology diffusion and

- classification of business methods: Using the patent citation network. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(1).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004016250800053X>
- CHANGFENG, G. E., MARK, O., KEVIN, C., & A, D. C. (2020). *Formation and properties of cellular foam fibrous material*. GE CHANGFENG. <https://lens.org/073-808-270-406-730>
- Chen, R., Chen, C.-C., & Yau, B.-B. (2014). Patent Analysis with Innovative Patent Map System. *TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering*, 12(2), 917–923.
<https://doi.org/10.11591/telkomnika.v12i2.4175>
- Contreras, L. (2015). *Investigación de Mercados Aplicada a la Gestión de Poliestireno Expandido en la ciudad de Pereira* [Universidad Tecnológica de Pereira].
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5894/65883C764.pdf?sequence=1>
- Cruz-Tirado, J. ~P., Tapia-Blácido, D. R., & Siche, R. (2017). Influence of Proportion and Size of Sugarcane Bagasse Fiber on the Properties of Sweet Potato Starch Foams. *Materials Science and Engineering Conference Series*, 225, 12180. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/225/1/012180>
- Dávila, J. L., Galeas, S., Guerrero, V. H., Pontón, P., & Rosas, N. M. (2011). Nuevos Materiales. Aplicaciones estructurales e industriales. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- de Souza Mendonça, A. K., Vaz, C. R., Lezana, Álvaro G. R., Anacleto, C. A., & Paladini, E. P. (2017). Comparing patent and scientific literature in airborne wind energy. *Sustainability (Switzerland)*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/su9060915>
- Diessler, G. (2010). Las patentes como fuente de información para la innovación en entornos competitivos. *Información, Cultura y Sociedad: Revista Del Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas*, 22. <https://www.redalyc.org/journal/4576/457653227008/html/>
- Duarte, S., & Nuñez, R. (2020). Materiales biológicos. Materiales y Sustentabilidad a través del Diseño. *Tableros*, 11.
<http://papelcosido.fba.unlp.edu.ar/ojs/index.php/tableros/article/view/1159/1402>
- E Fonseca, B. de P. F., Sampaio, R. B., Fonseca, M. V. de A., & Zicker, F. (2016). Co-authorship network analysis in health research: Method and potential use. *Health Research Policy and Systems*, 14(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12961-016-0104-5>
- Faruk, O., Bledzki, A. K., Fink, H., & Sain, M. (2012). Progress in Polymer Science Biocomposites reinforced with natural fibers : 2000 – 2010. *Progress in Polymer Science*, 37(11), 1552–1596. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2012.04.003>
- Gibson, L. J., & Ashby, M. F. (1997). *Cellular solids : structure and properties*. Cambridge University Press.
- Gómez Hurtado, R. E. (2018). Tendencias de la innovación tecnológica en Colombia 1991-2013 a partir del análisis de patentes. *Investigación Bibliotecológica: Archivonomía, Bibliotecología e Información*, 32(77), 133.
<https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2018.77.57859>

- Grant, P. (2013). *New and advanced materials*. University of Oxford.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/283886/ep10-new-and-advanced-materials.pdf
- Hutagalung, S. D. (2012). *Materials science and technology*. InTech.
http://www.issp.ac.ru/ebooks/books/open/Materials_Science_and_Technology.pdf
- INDECOPI. (2020). *Guía para investigadores en el uso de bases de datos de patentes*. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual.
<https://www.segib.org/wp-content/uploads/GUIA-IBEPI1.pdf>
- Infante, M., Abreu, Y., Delgado, M., & Infante, O. (2010). Minería tecnológica para el análisis de oportunidades de publicaciones en la universidad. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 41. <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181220509077.pdf>
- Isikgor, F. H., & Becer, C. R. (2015). Polymer Chemistry the production of bio-based chemicals and polymers. *Polymer Chemistry Properties*, 4497–4559.
<https://doi.org/10.1039/c5py00263j>
- JEAN, V., & ARTHUR, G. J. (2021). *NATURAL FIBER-BASED INSULATED PANEL AND TEMPERATURE CONTROLLED SHIPPING SYSTEM*. VEZINA JEAN.
<https://lens.org/167-766-650-608-129>
- Kim, J., Choi, J., Park, S., & Jang, D. (2018). Patent keyword extraction for sustainable technology management. *Sustainability (Switzerland)*, 10(4).
<https://doi.org/10.3390/su10041287>
- Kumar Gupta, G., De, S., Franco, A., Balu, A. M., & Luque, R. (2015). Sustainable Biomaterials: Current Trends, Challenges and Applications. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 21(1), E48. <https://doi.org/10.3390/molecules21010048>
- Lima, P. R. L., Barros, J. A. O., Roque, A. B., Fontes, C. M. A., & Lima, J. M. F. (2018). Short sisal fiber reinforced recycled concrete block for one-way precast concrete slabs. *Construction and Building Materials*, 187, 620–634.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.07.184>
- LOKENDRA, P. A. L., GAYLE, M. M., LUCIAN, L., & XIAOHANG, S. U. N. (2020). *LIGNOCELLULOSE- AND CELLULOSE-BASED BIOPRODUCTS*. UNIV NORTH CAROLINA STATE OP - US 202016888299 A OP - US 201962854047 P.
<https://lens.org/076-785-130-155-060>
- López, C., & Laines, R. (2013). Poliestireno Expandido (EPS) y su problemática ambiental. *División Académica de Ciencias Biológicas Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*, 63, 64, 65. <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a19n36.339>
- Méndez, E. N. M. (2017). *Las patentes y su importación en la investigación científica* (Vol. 1). Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Indecopi).
<https://www.patenta.pe/documents/2487468/2487652/LAS+PATENTES+Y+SU+IMPORTANCIA+EN+LA+INVESTIGACION+CIENTIFICA.pdf/e6b78254-8376-3bbe-9bf5-4faf6a489b4f>

- Miller, D., & Muncrief, P. (2021). *METHOD FOR MAKING A RIGID FOAM SUBSTITUTE* (Patent No. US 2021/0031413 A1).
<https://patentimages.storage.googleapis.com/59/4e/11/8cfe03f94c8203/US20210031413A1.pdf>
- Minghan, S., Xiuzhu, Z., & Man, J. (2020). Exploring the innovation landscape of bamboo fiber technologies from global patent data perspective. *Cellulose*, 27(2).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10570-020-03431-z>
- Oficina Española de Patentes y Marcas. (2018). *Las Patentes como fuente de Información Tecnológica*. OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS.
http://www.ub.edu/centrepatents/pdf/material_referencia/OEPM_Patentes_como_fuente_de_informacion_tecnologica.pdf
- Ortiz, I., & Escorsa, E. (2010). *Guía de Buenas Prácticas para la Búsqueda de Información en Patentes* (P. F.-P. Fundación para la Innovación Agraria, PIPRA (ed.)). Fundación para la Innovación Agraria, PIPRA, Programa FIA-PIPRA.
- Pawloski, A., Cernohoud, J., Kaske, K., & Van Gordet, G. (2013). *Process for enabling secondary expansion of expandable beads*. LIFOAM IND LLC. <https://lens.org/020-727-354-820-501>
- PAWLOSKI, A., CERNOHOUS, J., & KENT, K. (2012). *Expandable Beads of a Compostable or Biobased Thermoplastic Polymer*. PAWLOSKI ADAM R. <https://lens.org/158-580-202-658-446>
- Perng, Y. H., & Huang, Y. Y. (2016). Investigation of technological trends in shading devices through patent analysis. *Journal of Civil Engineering and Management*, 22(6), 818–830.
<https://doi.org/10.3846/13923730.2014.914091>
- Quintero, C. (2013). *Reciclaje termo -mecánico poliestireno expandido (Icopor), mitigación de su impacto ambiental en rellenos sanitarios*. 46.
http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/762/1/TESIS_CARLOS_QUINTERO.pdf
- Raezadeh, M., Karamali, M., & Sohrabi, A. (2019). Science Mapping of “ Trauma Surgery ” by Co - Word Analysis and Thematic Clustering in MEDLINE. *Archives of Trauma Research*, 102–108. <https://doi.org/10.4103/atr.atr>
- Ramírez, G. R. N. (2017). *APLICACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA FABRICACIÓN DE UNIDADES DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS DE TABIQUERÍA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA* [Universidad Católica de Santa María Facultad].
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/7229/45.0233.IC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez, V., & Antero, J. (2014). Evolución de las teorías de explotación de recursos naturales: Hacia la creación de una nueva ética mundial. *Luna Azul*, 39, 291–313.
<http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n39/n39a17.pdf>
- Ramos, M. Á., & María Ruiz, R. de. (1988). *Ingeniería de los materiales plásticos* (D. de Santos

(ed.)).

- Reyes Álvarez, J., Morales Sánchez, M. A., & Amaro Rosales, M. (2017). Las patentes como instrumento metodológico para identificar procesos de convergencia tecnológica: el caso de la bio y nanotecnología. *Entreciencias: Diálogos En La Sociedad Del Conocimiento*, 5(15), 19–32. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2017.15.62586>
- Rizal, R., Tua, L. M., & Ginting, S. B. (2020). Husk as a Substitute for Styrofoam Plastic Products Manufacturing Packaging. *Journal of Physics: Conference Series*, 1569(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1569/3/032016>
- Rodríguez, J. (2013). Biomaterial sustituto del poliestireno expandido. *Saberes y Ciencias*, 19, 7. <http://www.viep.buap.mx/recursos/documentos/dgdc-saberesyciencias-019.pdf>
- Román-Ramos, J. ., Luna-Molina, F. ., & Bailón-Pérez, L. . (2014). Encofrado perdido constituido por paja cohesionada con micelio como sustituto del poliestireno expandido. *Informes de La Construcción*, 66, 1–7. <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/3830/4325>
- Saheb, T., & Saheb, T. (2020). Understanding the development trends of big data technologies: an analysis of patents and the cited scholarly works. *Journal of Big Data*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40537-020-00287-9>
- Superintendencia de Industria y Comercio. (2019). *Guía de búsqueda: Documentos de patentes como fuente de información tecnológica* (Vol. 1, Issue 19, p. 40). Ministerio de Comercio, Industria y Turismo República de Colombia. <https://www.sic.gov.co/sites/default/files/documentos/092017/cartilla-guia-busqueda-patentes-version-final.pdf>
- Suzuki, S.-I. (2011). *Introduction to Patent Map Analysis* (p. 48). Japan Patent Office Asia-Pacific. https://www.jpo.go.jp/e/news/kokusai/developing/training/textbook/document/index/Introduction_to_Patent_Map_Analysis2011.pdf
- van den Oever, M., Molenveld, K., van der Zee, M., & Bos, H. (2017). *Bio-based and biodegradable plastics – Facts and Figures Focus on food packaging in the Netherlands* (Issue 1722).
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Vélez, J., & Jaramillo, J. (2014). Contribuciones de la formación en el área de materiales. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 13(25), 65–80. <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v13n25/v13n25a06.pdf>
- Wang, H. C., Chi, Y. C., & Hsin, P. L. (2018). *Constructing Patent Maps Using Text Mining to Sustainably Detect Potential Technological Opportunities*. 1–18. <https://doi.org/10.3390/su10103729>
- Wibowo, A., Wijatmiko, I., & Nainggolan, C. R. (2017). Structural behavior of lightweight

bamboo reinforced concrete slab with EPS infill panel. *AIP Conference Proceedings*, 1887(September). <https://doi.org/10.1063/1.5003507>

Worldwide Intellectual Property Service. (2013). *Patent Map (PM)*. WIPS Co., Ltd. https://www.wipo.int/edocs/mdocs/sme/en/wipo_ip_bis_ge_03/wipo_ip_bis_ge_03_16-annex1.pdf

Yang, X., Yu, X., & Liu, X. (2018). Obtaining a sustainable competitive advantage from patent information: A patent analysis of the graphene industry. *Sustainability (Switzerland)*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/su10124800>

Yoon, J., Choi, S., & Kim, K. (2011). Invention property-function network analysis of patents: A case of silicon-based thin film solar cells. *Scientometrics*, 86(3), 687–703. <https://doi.org/10.1007/s11192-010-0303-8>

Yoon, J., & Kim, K. (2012). An analysis of property–function based patent networks for strategic R&D planning in fast-moving industries: The case of silicon-based thin film solar cells. *Expert Systems with Applications*, 39(9), 7709–7717. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957417412000486>

ZHANG, Z., HU, Z., LIAO, X., SHI, Q., & LIN, J. (2012). *Preparation method of plant fiber cushioning material*. UNIV ZHEJIANG SCIENCES OP - CN 201110342046 A. <https://lens.org/044-356-293-064-845>