

PRODUCCIÓN DE BIODIESEL: OPORTUNIDADES PARA LA INNOVACIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO

ELVIS ANDRÉS NUÑEZ MEJÍA

Universidad Del Magdalena, Santa Marta – Magdalena, Colombia
elvis20nz@gmail.com

GERARDO LUIS ANGULO CUENTAS

Universidad Del Magdalena, Santa Marta – Magdalena, Colombia
gerardoangulo@unimagdalena.edu.co

LUZ ESTEFANÍA CADENA WILCHES

Universidad Del Magdalena, Santa Marta – Magdalena, Colombia
Luzkdena18@gmail.com

RESUMEN

Este documento tiene como objetivo mostrar las principales tendencias tecnológicas en la producción de biodiesel y las potenciales oportunidades de innovación en el sector energético. Para ello se realizó un estudio de análisis de patentes que buscaba detectar las tendencias mundiales dentro de las patentes publicadas y las solicitudes realizadas en los últimos seis años.

Como resultado del estudio de patentes se encontró que el país más interesado en desarrollar este tipo de tecnologías es Estados Unidos y que son las empresas, las universidades y las organizaciones académicas, quienes más solicitan protección de las patentes relacionadas con la producción de biodiesel; además se pudo observar que son cuatro las tendencias tecnológicas principales y que todas ellas están orientadas hacia la producción de un biodiesel más eficiente y menos costoso.

Del estudio se pudo concluir que las patentes relacionadas con la producción de biodiesel tienen fuerte tendencia a tecnologías que tienen que ver con Técnicas y métodos relacionados con la mutación genética y cultivo de microorganismos; Procedimientos para la obtención de compuestos químicos por medio de microorganismos o enzimas; Sistemas y métodos para la mejora del proceso de producción de biodiesel; Tratamientos de materias primas oleaginosas.

Palabras clave: Innovación, Producción, Energía, Biodiesel, Tendencias

INTRODUCCIÓN

En búsqueda de soluciones a los problemas ambientales que afectan el mundo en la actualidad, el auge en el uso de las fuentes energéticas alternativas diferentes a las obtenidas por los combustibles fósiles, es un tema que ha tomado mucha relevancia en los últimos años, a eso se le suma la caída en los precios del barril de petróleo y la inestabilidad económica por la dependencia del mismo (Arroyo, A., & Cossío Muñoz, F., 2015), lo anterior hace del Biodiesel una alternativa atractiva como solución a estos problemas, debido a que su proceso de elaboración, consiste en una reacción química, en la cual uno de sus principales compuestos químicos son los aceites o grasa (Triglicéridos), provenientes de las biomásas y pueden ser de origen orgánico, lo que lo hace un combustible renovable y menos contaminantes. (Encinar, Sánchez, Martínez, & García, 2011).

En contraste con los combustibles fósiles, el biodiesel produce bajas emisiones de monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), dióxido de azufre (SO₂), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), y material particulado (PM), lo que lo hace un producto sostenible, renovable además de biodegradable y no tóxico, lo cual genera un menor impacto ambiental. (Demirbas, 2008). Otro aspecto importante es que el biodiesel se ha vuelto ampliamente aceptado en el mercado energético debido a sus características únicas, incluyendo un mayor número de cetano en comparación con el Diesel, bajos índices de azufre, excelente lubricidad, balance de energía positivo, mayor punto de inflamación, compatibilidad con la infraestructura automotriz existente (Hosseinpour et al., 2016), entre otros aspectos, hacen de este biocombustible el ideal para reemplazar el Diesel convencional (Lin, L. et al, 2009).

Sin embargo, en la actualidad la producción de biodiesel presenta ciertas desventajas en cuanto a la sustentabilidad en su producción, aspectos como el paradigma en el uso adecuado de la tierra productiva (Rozo, C. C., & ROMERO, S. E. H., 2012), en la cual entran a competir dos temas relevantes, el uso de los suelos para la producción de alimentos versus la producción energética, que trae como consecuencia el aumento en la deforestación y conversión de los bosques o áreas naturales en tierras agrícolas, además de la escasez y encarecimientos de los precios de los alimentos (Majer et al, 2009), cabe mencionar también que a pesar de que el proceso de producción de biodiesel es renovable, actualmente su proceso contribuye de manera ineficiente a la captación o secuestro de CO₂ (Schenk et al., 2008), compuesto causante del efecto invernadero y responsable de toda la problemática ambiental que en la actualidad se percibe.

Son estas las razones por la cual se lleva a cabo este estudio de análisis de patentes, que tiene como propósito principal conocer las tendencias tecnológicas que se han desarrollado con respecto a la producción de biodiesel, esto con el fin de identificar todas aquellas invenciones que den pie para superar todas aquellas desventajas, inconvenientes y paradigmas que conlleva producir un Biodiesel económico y sustentable. Así mismo, pensar en producción de biodiesel como una idea para la innovación se presenta como una oportunidad de contribuir de manera eficiente a la solución a los problemas de contaminación, además de una forma de incursionar en el sector energético. A continuación, se describe la metodología utilizada.

METODOLOGÍA.

La metodología tiene como propósito detectar tendencias en el desarrollo tecnológico de los últimos seis años, consta de dos fases descritas seguidamente.

1. **Revisión de la actividad inventiva y de patentamiento:** en esta primera fase se hizo una búsqueda en la base de datos de la Organización Mundial de la Propiedad intelectual (OMPI), la ecuación de búsqueda fue diseñada para detectar todas las solicitudes de patente relacionadas con la producción de biodiesel publicadas en el periodo 2010 – 2016. A partir de los resultados se hizo una caracterización general de las invenciones destacando aspectos importantes como: ciclo de vida de la tecnología, países líderes en el desarrollo de estas tecnologías y solicitantes líderes.
2. **Identificación de las tendencias tecnológicas:** en la segunda fase se procedió a identificar las tendencias tecnológicas más relevantes que tengan relación con la producción de biodiesel en los últimos seis años. Para identificar dichas tendencias tecnológicas se tuvo en cuenta la clasificación internacional de patentes (International Patent Classification, IPC), más específicamente el código subclase con mayor número de patentes publicadas en esa clasificación.

DESARROLLO DEL ESTUDIO

A partir de la ecuación de búsqueda construida, la base de datos de la OMPI arrojó un total de 1053 solicitudes de patente relacionadas con la producción de biodiesel publicadas en el periodo de tiempo 2010 – 2016.

Ciclo de vida de la tecnología.

Para el análisis de la figura 1, se pretenden enfocar las observaciones teniendo en cuenta las etapas del ciclo de vida de un producto, en ella se identifican la introducción, el crecimiento, la madurez y el declive del producto a lo largo de la línea de tiempo, a continuación, se explicará en detalle cada una de las fases del ciclo de vida de la tecnología:

Introducción: esta etapa se caracteriza por poseer la menor cantidad de solicitudes de patente debido a que las tecnologías tienen poca demanda, dicho comportamiento, se observa en la figura 1 a partir del año 2003 al 2008 donde la productividad de la actividad inventiva es escasa.

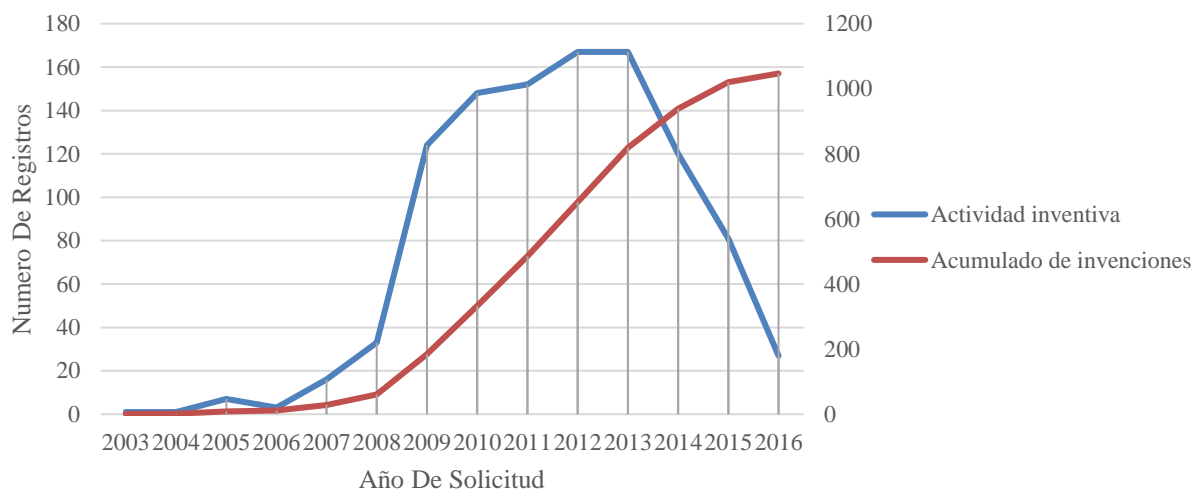
Crecimiento: la etapa de crecimiento de la tecnología se identifica claramente por el incremento repentino y acelerado de las solicitudes de protección a lo largo de la línea de tiempo, esto se observa cuando el número de solicitudes aumentan significativamente de 33 en el 2008 hasta 148

en el 2010, esto denota un interés abrumador de los solicitantes por proteger sus invenciones.

Maduración: en los años 2010 hasta el 2014 se puede apreciar la etapa de maduración de la tecnología, en ella se observa que la producción de la actividad inventiva tiende a estabilizarse hasta llegar a su pico más alto en el año 2013 con un total de 167 solicitudes, para finalmente descender en el año 2014.

Declive: se observa en la figura un descenso constate y acelerado de la tecnología en cuanto a la producción de la actividad inventiva, dicho comportamiento ocurre durante los años 2014 al 2016, lo anterior pudo deberse a factores intrínsecos relacionados con la producción de biodiesel, tales como el paradigma en el uso de las tierras y sus problemas socioeconómicos que esto acarrea.

Figura 1. Ciclo de vida de la tecnología.



Fuente: Elaboración propia.

Países líderes en la tecnología

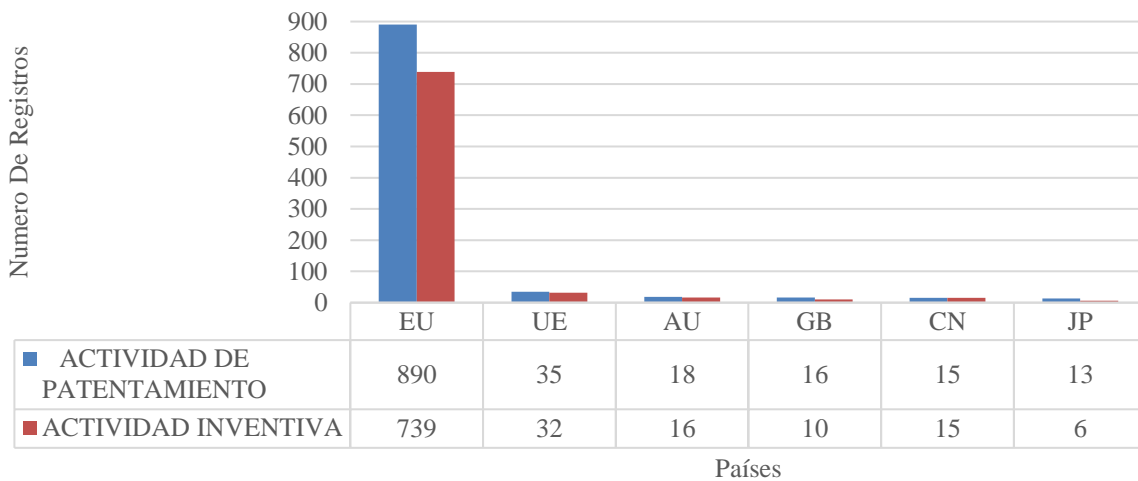
Realizando un análisis del histograma relacionado con el lugar del origen de las patentes encontradas, se pudo detectar que el país líder en el desarrollo de tecnologías relacionadas con la producción de biodiesel en los años comprendidos entre el 2010 y el 2016, es Estados Unidos con un total de 739 solicitudes de patentes y 890 publicaciones; le siguen los países europeos con 32 solicitudes y 35 publicaciones y finalmente, ocupando el tercer lugar, se observa a Australia con un registro de 16 solicitudes y 18 publicaciones.

Solicitantes líderes

En el diagrama circular de la figura 3 se pudo observar que, de las 1053 solicitudes de patentes encontradas, se encontró que los solicitantes de 119 invenciones son personas naturales y 934 personas jurídicas, entendiéndose como personas jurídicas organizaciones académicas,

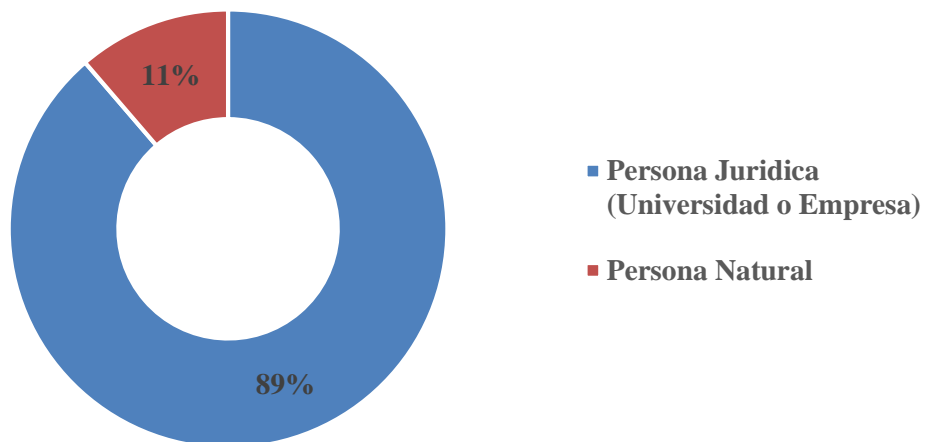
universidades y empresas. Al convertir estos valores en porcentajes tenemos que los solicitantes del 89% de las invenciones son personas jurídicas y los solicitantes del 11% restantes son personas naturales.

Figura 2. Países líderes de acuerdo con la actividad inventiva y de patentamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Tipos de solicitante de la tecnología.



Fuente: Elaboración propia.

En el estudio realizado se encontró que son en total 1004 los solicitantes que requieren la protección de las tecnologías relacionadas con la producción de biodiesel. Los solicitantes líderes con relación al número de invenciones son SOLAZYME INC con 109 solicitudes y LS9 INC con 68; les sigue NOVOZYMES AS, FRANKLIN SCOTT, LIGHTSAIL ENERGY INC con valores de 57, 39 y 32 solicitudes respectivamente.

Tabla 1. Solicitantes líderes según la actividad inventiva

Nombre del solicitante	Número de Solicitudes
SOLAZYME INC	109
LS9 INC	68
NOVOZYMES AS	57
FRANKLIN SCOTT	39
LIGHTSAIL ENERGY INC	32

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la tabla 2 se identifican las universidades líderes, con relación al número de solicitudes se encontró que la UNIV MICHIGAN STATE posee 14 solicitudes de protección y le siguen UNIV TEXAS y UNIV LELAND STANFORD JUNIOR con valores similares de 11 y 10 solicitudes respectivamente

Tabla 2. Universidades líderes según la actividad inventiva

Nombre del solicitante	Número de Solicitudes
UNIV MICHIGAN STATE	14
UNIV TEXAS	11
UNIV LELAND STANFORD JUNIOR	10

Identificación de las tendencias tecnológicas.

Las 1053 patentes del estudio fueron agrupadas teniendo en cuenta el código subclase de la clasificación internacional de patentes, por medio de un histograma de la figura 4 se realizó el

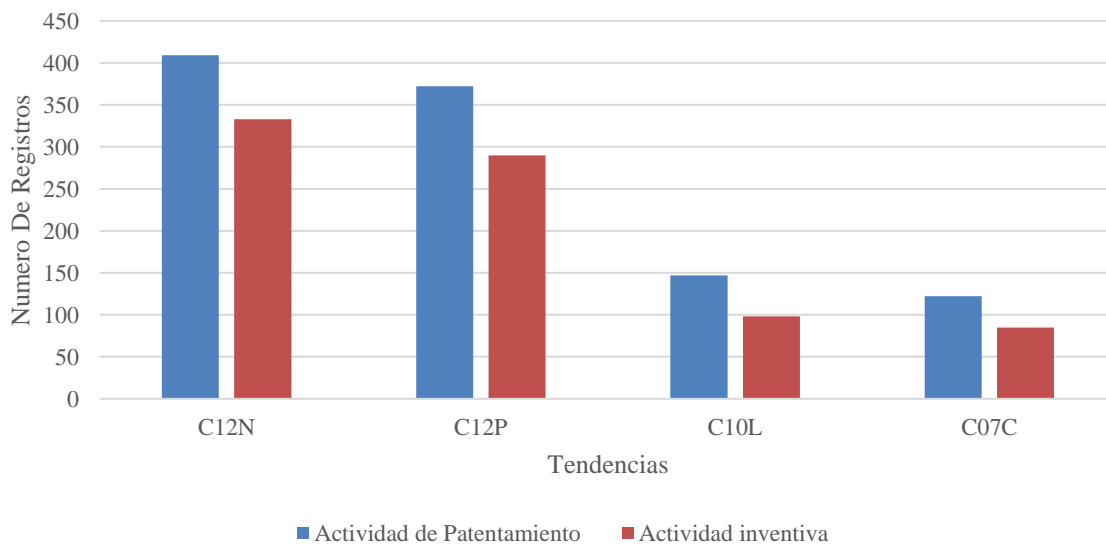
análisis donde se encontró que las subclases con mayor número de patentes son: C12N, C12P, C10L, C07C, además dichas subclases agrupan aproximadamente el 80% del total de patentes encontradas, es por lo anterior que dichas subclases fueron consideradas tendencias tecnológicas.

La tendencia tecnológica C12N, se posiciona el primer lugar con 333 solicitudes de protección y 409 publicaciones de patentes, le sigue C12P con 290 solicitudes y 372 publicaciones; convirtiendo estas tendencias tecnológicas en los grupos más importante en cuanto a cantidad de solicitudes y publicaciones. En tercer y cuarto lugar, se tiene a las subclases C10L y C07C, quienes presentan 98 y 85 solicitudes, y 147, y 122 publicaciones respectivamente.

Teniendo en cuenta las características de las invenciones de cada una de las subclases de patentes, se nombraron las tendencias tecnológicas así:

- **C12N:** Técnicas y métodos relacionados con la mutación genética y cultivo de microorganismos.
- **C12P:** Procedimientos para la obtención de compuestos químicos por medio de microorganismos o enzimas.
- **C10L:** Sistemas y métodos para la mejora del proceso de producción de biodiesel.
- **C07C:** Tratamientos de materias primas oleaginosas.

Figura 4. Subclases destacadas.



Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Este estudio encontró que, la tecnología en producción de biodiesel no es una tecnología emergente o que se encuentre en crecimiento, sin embargo, la idea de hacer investigación e innovación por medio de la producción de este biocombustible resulta atractiva ya que promueve el uso de otras fuentes alternativas para producir una energía más limpia y renovable y así mitigar toda la problemática socioeconómica y ambiental generada por la dependencia de los combustibles fósiles.

En lo relacionado con el lugar de origen de las invenciones, los resultados demuestran que los Estados Unidos posee un gran interés en producir tecnologías que promueven la producción de un biodiesel más económico y sustentable, debido a que dicho país genera más del 80% del total de la tecnología estudiada.

Con respecto a los solicitantes de protección de las patentes, se observa que son las empresas y universidades quienes solicitan la protección de aproximadamente el 90% de las patentes estudiadas, lo anterior hace suponer que existe un amplio mercado interesado en la producción de esta tecnología, se debe agregar también que dentro de los solicitantes se destaca como líder la empresa SOLAZYME INC que sobresale por su amplio número de invenciones, todas ellas relacionadas con la producción de biodiesel por medio del uso de aceites alternativos (aceite de microalgas).

Por último, con este estudio se identificaron cuatro tendencias tecnológicas, las cuales están relacionadas con la producción, cultivo y extracción de compuestos químicos de microorganismos oleaginosos, todas estas orientadas a en producir un biodiesel económico y sustentable, esto demuestra que realizar procesos de investigación e innovación enfocados en los microorganismos oleaginosos representa una oportunidad para hacer más productivo y menos contaminante el sector energético.

REFERENCIAS

- Aghbashlo, M., Shamshirband, S., Tabatabaei, M., Yee, L., & Larimi, Y. N. (2016). The use of ELM-WT (extreme learning machine with wavelet transform algorithm) to predict exergetic performance of a DI diesel engine running on diesel/biodiesel blends containing polymer waste. *Energy*, 94, 443-456. DOI: 10.1016/j.energy.2015.11.008
- Arroyo, A., & Cossío Muñoz, F. (2015). Impacto fiscal de la volatilidad del precio del petróleo en América Latina y el Caribe: estudio sobre las causas y las consecuencias de la caída de los precios del petróleo y análisis de opciones de política para encaminar sus impactos. Recuperado de http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39706/S1501020_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Dermibas, 2008. Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections, ELSEVIER, volumen 49, abril 2008. Recuperado de http://www.technologie.gda.pl/dydaktyka/archiwum/12-13/2/s/easm_tos/pdf/Seminarium_3_1A_2A.pdf.

- Encinar, Sánchez, Martínez, & García, 2011, *Study of biodiesel production from animal fats with high free fatty acid content*. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21993326>.
- Gerpen 2005. Biodiesel processing and production, ELSEVIER, volumen 86, junio 2005. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378382004001924>.
- Hajjari, M., Ardjmand, M., & Tabatabaei, M. (2014). Experimental investigation of the effect of cerium oxide nanoparticles as a combustion-improving additive on biodiesel oxidative stability: mechanism. *RSC Advances*, 4(28), 14352-14356. DOI: 10.1039/c3ra47033d.
- Hosseinpour, S., Aghbashlo, M., Tabatabaei, M., & Khalife, E. (2016). Exact estimation of biodiesel cetane number (CN) from its fatty acid methyl esters (FAMES) profile using partial least square (PLS) adapted by artificial neural network (ANN). *Energy Conversion and Management*, 124, 389-398. DOI: 10.1016/j.enconman.2016.07.027.
- Lin, L., Ying, D., Chaitep, S., & Vittayapadung, S. (2009). Biodiesel production from crude rice bran oil and properties as fuel. *Applied Energy*, 86(5), 681-688. DOI: 10.1016/j.apenergy.2008.06.002.
- Loera-Quezada, M. M., & Olguín, E. J. (2010). Las microalgas oleaginosas como fuente de biodiesel: retos y oportunidades. *Rev. Latinoam. Biotecnol. Amb. Algal*, 1(1), 91-116. Recuperado de <http://uniciencia.ambientalex.info/revistas/Revlatbioambalgrrel.pdf#page=91>
- Majer, S., Mueller- Langer, F., Zeller, V., & Kaltschmitt, M. (2009). Implications of biodiesel production and utilisation on global climate—a literature review. *European journal of lipid science and technology*, 111(8), 747-762. DOI: 10.1002/ejlt.200900045
- Morales, R., & Sifontes, D. (2011). Reporte de la actividad innovadora de América Latina: un estudio de patentes. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Rosa_Morales4/publication/280556835_Reporte_de_la_Actividad_Innovadora_en_America_Latina_Un_Estudio_de_Patentes/links/55c230e008aeb975673e3d19/Reporte-de-la-Actividad-Innovadora-en-America-Latina-Un-Estudio-de-Patentes.pdf.
- Olivella, J. B. (2014). Retos y oportunidades de la industria del biodiésel. *Revista Palmas*, 35(3), 93-95. Recuperado de <http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/download/10992/10975>
- Ozcan, S., & Islam, N. (2017). Patent information retrieval: approaching a method and analysing nanotechnology patent collaborations. *Scientometrics*, 111(2), 941-970. DOI: 10.1007/s11192-017-2325-y.
- Rozo, C. C., & ROMERO, S. E. H. (2012). El paradigma energético de los biocombustibles y sus implicaciones: panorama mundial y el caso Colombiano. *Gestión y Ambiente*, 15(3), 5-26. Recuperado de <http://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/33718/43243>.
- Schenk, P. M., Thomas-Hall, S. R., Stephens, E., Marx, U. C., Mussgnug, J. H., Posten, C., ... & Hankamer, B. (2008). Second generation biofuels: high-efficiency microalgae for biodiesel production. *Bioenergy research*, 1(1), 20-43. DOI: 10.1007/s12155-008-9008-8.

